

# Kvalitetsbrister i timmerhanteringen på ett sågverk

Joakim Wänstedt

Luleå tekniska universitet  
Civilingenjörsprogrammet  
Träteknik  
Institutionen för LTU Skellefteå  
Avdelningen för Träteknologi

## Förord

Detta examensarbete är genomfört på Jämtlamell AB och ingår som en del av den trätekniska civilingenjörsutbildningen som ges vid Luleå tekniska universitet.

Jag vill passa på och tacka all personal på Jämtlamell som hjälpt mig genom att besvara de frågor jag haft och som ställt upp på andra sätt för att göra detta arbete möjligt. Framförallt vill jag rikta ett stort tack till Jan Quicklund och Franz Bergstrand som gett mig insikt i det komplexa med att driva ett sågverk.

Jag vill även passa på och tacka min handledare i Skellefteå, Micael Öhman, som hjälpt mig med upplägg och redigering av denna rapport samt gett mig en hel del uppslag och idéer.

Karlskrona, november 2005

Joakim Wänstedt

## Sammanfattning

Detta examensarbete är genomfört på Jämtlamell AB, ett sågverk beläget i Stugun, och behandlar vissa kvalitetsbrister i timmerhanteringen. Den största delen av arbetet har behandlat barkavdragen där det undersökts hur dessa påverkar timmersorteringen. Vid undersökningen framkom det att barkavdragen var för höga vilket ledde till att medelvärdet för inmätningdiametern var högt inom samtliga timmerklasser. Följden av detta var att en stor andel av stockarna sorterades till felaktiga timmerklasser. Timret sorterades i genomsnitt enligt följande:

	<i>Under timmerklassen</i>	<i>Inom timmerklassen</i>	<i>Över timmerklassen</i>
<b>Furu</b>	<b>4,52 %</b>	<b>66,04 %</b>	<b>29,44 %</b>
<b>Gran</b>	<b>6,38 %</b>	<b>75,53 %</b>	<b>18,08 %</b>

Barkavdragens storlek för furustockarna ändrades och efter denna förändring sorterades furustockarna i genomsnitt enligt följande:

	<i>Under timmerklassen</i>	<i>Inom timmerklassen</i>	<i>Över timmerklassen</i>
<b>Furu</b>	<b>21,17 %</b>	<b>75,48%</b>	<b>3,36%</b>

De nya barkavdragen innebar en förbättring av andelen rättsorterade stockar med ca 9 %. Det är dock sannolikt att barkavdragens storlek går att förbättra ytterligare eftersom en relativt hög andel timmer sorterades till en för låg timmerklass vilket kan innebära att de nya barkavdragen blev för låga. Vidare innebar förändringen av barkavdragen även att standardavvikelsen för diameterfördelningarna i genomsnitt minskade med 0,2 mm. Denna sänkning innebär att materialkostnaderna kan minskas med 136 800 kr/år.

Undersökningen har även visat att det förekommer fall då timret som ska sågas tas från fel timmervälta och därmed fel timmerklass. Detta innebär att timret sönderdelas med fel postning vilket får utbytesförluster som följd. För att förhindra detta problem har en ny layout för timmerplanen föreslagits.

## Abstract

This master thesis is done at Jämtlamell AB, a sawmill located in Stugun, and deals with some lacks of quality that can occur at the timber sorting. The main part of this thesis is about the deductions for bark and it has been examined how these deductions affects the timber sorting. In the examination it turned out that the bark deductions were too high which resulted in high mean values for the sorting diameter within all timber classes. This resulted in a lot of timber sorted to wrong timber classes. The average for how the timber were sorted can be seen in the following table:

	<i>Below the timberclass</i>	<i>Correct timberclass</i>	<i>Above the timberclass</i>
<b>Pine</b>	<b>4,52 %</b>	<b>66,04 %</b>	<b>29,44 %</b>
<b>Spruce</b>	<b>6,38 %</b>	<b>75,53 %</b>	<b>18,08 %</b>

The bark deductions for pine were changed and after that the timber were sorted according to following table:

	<i>Below the timberclass</i>	<i>Correct timberclass</i>	<i>Above the timberclass</i>
<b>Pine</b>	<b>21,17 %</b>	<b>75,48%</b>	<b>3,36%</b>

The new deductions for bark improved the correct sorted timber with 9 %. It is likely that the bark deductions are possible to improve even more when a big part of the timber was sorted to a lower timber class which can mean that the deductions became undersized. Furthermore, the changing of the bark deductions resulted in that the standard deviations for the diameter distributions were lowered 0,2 mm. This will reduce raw material costs with 136 800 SEK/year.

This master thesis has shown that there are cases when timber, which are to be disjoined, are taken from the wrong pile of logs. This means that the logs will be disjoined with wrong sawing pattern which will result in a lower timber yield. To prevent this problem has a suggestion for a new timber area layout been made.

# Innehållsförteckning

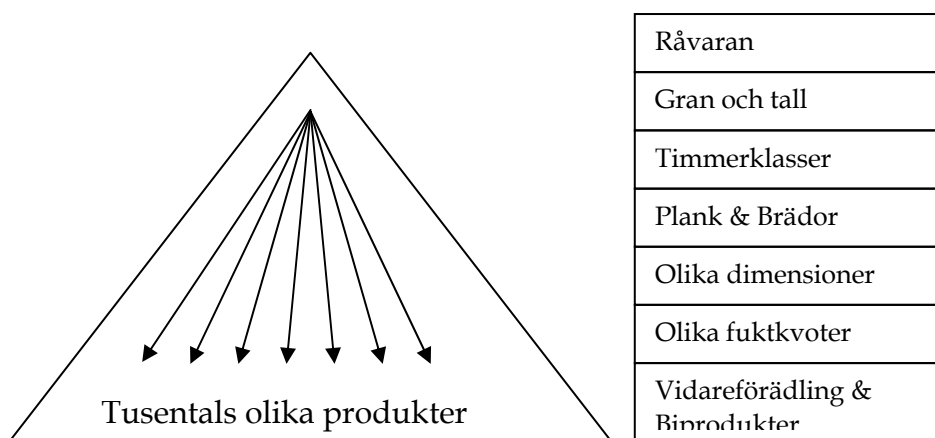
<b>1</b>	<b>INLEDNING</b> .....	<b>1</b>
1.1	OM FÖRETAGET .....	2
1.1.1	<i>Mätstationen</i> .....	3
1.1.2	<i>Såghuset</i> .....	3
1.2	PROBLEMBESKRIVNING .....	3
1.2.1	<i>Barkavdrag</i> .....	3
1.2.2	<i>Timmerhantering</i> .....	5
1.3	MÅLSÄTTNING .....	5
1.4	BEGRÄNSNINGAR .....	5
1.5	TEORI .....	6
1.5.1	<i>Kvalitetsbegreppet</i> .....	6
1.5.2	<i>Arbetsgång vid förbättringsarbete</i> .....	7
1.5.3	<i>Duglighet</i> .....	9
1.5.4	<i>Barkavdrag</i> .....	11
<b>2</b>	<b>MATERIAL &amp; METOD</b> .....	<b>13</b>
<b>3</b>	<b>RESULTAT &amp; DISKUSSION</b> .....	<b>15</b>
3.1	FURU .....	15
3.1.1	<i>Barkavdrag</i> .....	15
3.1.2	<i>Rättsorterade stockar</i> .....	23
3.1.3	<i>Volymen trä</i> .....	26
3.2	GRAN .....	28
3.3	FÖRÄNDRING AV BARKAVDRAGEN .....	32
3.3.1	<i>Standardavvikelsens betydelse för timmersorteringen</i> .....	35
3.3.2	<i>Alternativa sorteringsmetoder</i> .....	43
3.3.3	<i>Kontroll av mätram</i> .....	45
3.4	TIMMERHANTERING .....	47
3.5	FORTSATT ARBETE VID TIMMERSORTERINGEN .....	51
3.6	UPPFÖLJNING .....	54
	<b>REFERENSER</b> .....	<b>57</b>
	<b>BILAGOR</b>	

# 1 Inledning

Tillverkning av sågat virke är principiellt enkel. Timret sönderdelas till önskade virkesdimensioner som sedan torkas för att hålla träet beständigt mot skador och formförändringar. Efter torkning uppdelas virket i olika kvalitetsklasser för att därefter paketeras och säljas. Trots denna enkla beskrivning är sågverksprocessen i praktiken betydligt mer komplex främst p.g.a. att råvaran, timret, är ett biologiskt material där ingen individ är den andra lik (Grönlund 1992).

Ett sågverk kan något överdrivet beskrivas som en stor transportanordning där material transporteras i en kontinuerlig ström mellan maskiner för sönderdelning eller annan behandling (Grönlund 1992). På virkets väg genom sågverket genomgår det en mängd olika operationer och bearbetningar. Det inkommande timret ska mätas och sorteras efter kvalitet, träslag och dimension. Därefter ska det lagras och bevattnas för att undvika tillväxt av blånadssvampar (Grönlund 1992). Innan sönderdelning ska timret barkas för att därefter återigen mätas så att optimal inläggning kan ske och maximalt utbyte erhållas ur varje enskild stock. Sönderdelningen till brädor och plank sker i en kantsåg och en delningsåg. I de fall brädämnen sågas ut i kantsågen ska dessa optimeras och kantas i ett kantverk. Det sågade virket ska därefter sorteras efter dimension och kvalitet för att därefter ströläggas och torkas. Efter torkning sorteras och justeras virket innan det paketeras och säljs.

Franz Bergstrand, platschef på Jämtlamell AB, beskriver sågverksprocessen som ett divergerande flöde i form av en triangel där processen initialt startar med en produkt, råvaran, och slutar med tusentals olika produkter, se figur 1. Med produkter avses brädor och plank i olika träslag, dimensioner, fuktkvot, vidareförädlingsgrad samt biprodukter som flis och pellets etc.



**Figur 1.** *Sågverkets divergerande process där processen initialt startar med en produkt, råvaran, som i slutändan blir tusentals produkter.*

Alla dessa processer är tillfällen där fel kan uppstå vilket i sin tur leder till kostnader för företaget. Även om företagen strävar efter "noll fel" i sin verksamhet uppstår alltid fel av olika slag. Orsaken till dessa fel kan bero på brister i själva tillverkningsprocessen men även på brister hos leverantörer eller t.o.m. hos kunden. Brister kan även uppstå p.g.a. naturkrafter som exempelvis blixtnedslag eller dylikt vilket är svårt att själv påverka (Persson 1997).

Kostnader som uppstår p.g.a. ofullkomligheter i ett företags olika processer brukar benämnas kvalitetsbristkostnader. Kvalitetsbristkostnader definieras enligt Persson (1997) som kostnader som belastar tillverkare, kund och samhälle på grund av bristande kvalitet hos en vara eller tjänst.

Enligt Persson (1997) har det gjorts undersökningar som visar på att kvalitetsbristkostnader kan vara så stora som upp emot 20 % av företagets totala kostnader. Samma författare skriver även att om dessa, ofta onödiga, kostnader elimineras har det en direkt påverkan på affärsresultatet i positiv riktning. Man inser då hur viktigt kvalitetsarbete är för ett företags lönsamhet. Grönlund (1992) skriver om en undersökning av Göran Eriksson där det visade sig att kvalitetsbristkostnaderna för ett sågverk kan motsvara 15 % av omsättningen. Sågverket som detta arbete är utfört på omsätter 340 miljoner vilket skulle innebära att kvalitetsbristkostnadernas storlek motsvarar 51 miljoner.

Detta arbete är utfört som ett examensarbete på en civilingenjörsutbildning inom träteknik och motsvarar 20 högskolepoäng. Arbetet är genomfört på Jämtlamell AB, ett mellanstort köpsågverk i mellersta norrland. Tanken med detta arbete har varit att undersöka hur barkavdragen påverkar timmersorteringen samt att utvärdera en förändring av barkavdragen. Timmersorteringen på sågverk är en viktig del av hela sågverksprocessen eftersom allt råmaterial, d.v.s. timret, passerar där, se figur 1. Kvalitetsbrister tidigt i processen blir därför väldigt kostsamma och därför bör det eftersträvas att dessa elimineras.

## **1.1 Om företaget**

Jämtlamell AB är ett köpsågverk beläget i Stugun ca fem mil utanför Östersund. Jämtlamell AB ägs av Maths O Sundqvist som även äger sågverket Backe Trä AB samt golvföretaget Walk On Wood. Jämtlamell och Backe producerar tillsammans ca 210 000 m<sup>3</sup> sågade trävaror varav ca 140 000 m<sup>3</sup> produceras på Jämtlamell. Jämtlamell har två såglinjer, en grovlinje (ARI) och en klenlinje (VEISTO), och sågar både gran och furu. Genom en hög torkkapacitet kan Jämtlamell torka ner 80 % av de producerade trävarorna till en fuktkvot på 8 %. Jämtlamell har även ett hyvleri där det hyvlas ca 13 000 m<sup>3</sup>. En stor satsning sker på vidareförädling av biprodukter där exempel på produkter är hästströ och pellets.

Jämtlamell omsätter 340 miljoner kronor och har 105 anställda. Nedan följer en kort flödesbeskrivning av de berörda områdena på sågverket.

### **1.1.1 Mätstationen**

Det inkommande timret sorteras med avseende på träslag, dimension och för vissa dimensioner även kvalitet. Vid ren sortering mäts timmerstockarnas diameter med en 3D - mätram och timret sorteras efter medeldiametern en dm från toppen. Vid vissa fall, vederlagsmätning, stockmätning samt vid mätning av leveransvirke, används en 2D - mätram. Beroende på vilket träslag och dimension timret har placeras det sedan i ett fack, totalt finns 40 olika fack avsett för olika timmerklasser. Från facket transporteras sedan timret med truck till timmerklassens välda i väntan på att timmerklassen ska sågas.

### **1.1.2 Såghuset**

Då timret ska sågas transporteras det ytterligare en gång med truck från timmervältan till timmerintaget. Från timmerintaget går det två olika linjer igenom hela såghuset, en för klentimmer (Veisto - linjen) och en för grovtimmer (Ari - linjen). Vid timmerintaget vänds stockarna så att stockens toppände går först. För vissa stockar reduceras även rotbenen bort med en rotreducerare. Därefter barkas stockarna innan de mäts ytterligare en gång för inläggning. Nästa steg är sönderdelningen av stockarna vilket först sker i kantsågen, där stocken sågas till ett block, och därefter i delningssågen där blocket delas upp till rätt dimensioner. I kantsågarna kan även brädämnen tas ut som går vidare till ett kantverk där brädämnet kantas till bräder. Det sågade virket går därefter vidare till råsorteringen där det sorteras efter dimension. Det sista steget i såghuset är ströläggning vilket görs innan torkning för att virket ska kunna torkas.

## **1.2 Problembeskrivning**

### **1.2.1 Barkavdrag**

Vid mätstationen sorteras de inkommande stockarna efter vilken medeldiameter varje enskild stock har. Medeldiametern beräknas på följande sätt:

För varje tvärsnitt mäts 18 st diametrar upp (var 10:e grad). Medelvärdet av dessa diametrar beräknas för varje tvärsnitt mellan 5-15 cm från toppen. Till dessa värden görs en linjeanpassning. Från denna anpassning beräknas värdet vid 10 cm från toppen. Detta värde utgör medeldiametern.



För att kunna fatta rätt beslut om hur stocken ska sönderdelas är det dock nödvändigt med kännedom om diametern under bark vilket innebär att den dubbla barktjockleken måste subtraheras från inmätningdiametern. Samtidigt som stocken mäts görs därför en manuell bedömning vilken barktyp, med tillhörande barkavdrag, varje stock har. Stocken sorterar således efter medeldiametern på bark minus bedömt barkavdrag, vilket ska motsvara den dubbla barktjockleken. För furu används tre olika barktyper som operatören ska bedöma, tunn mellan och tjock, medan det för gran endast används en barktyp.

Beroende på varje enskild stocks beräknade diameter placeras de i en viss timmerklass. För de flesta timmerklasserna är skillnaden mellan övre och undre klassgräns ca 1 cm, även om det varierar en aning mellan olika klasser. Om barkavdragen är för låga får det konsekvenserna att för lite bark subtraheras och därmed bedöms stockdiametern som grövre än vad den i själva verket är. Detta får konsekvenserna att en del stockar felaktigt sorterar till en grövre klass. Om barkavdragen är för höga leder det till att stockarna på motsvarande sätt sorterar till för kläna klasser. Stockar som hamnat i fel timmerklasser leder till utbytesförluster och vankantsproblem och därmed stora kostnader för sågverket.

Efter en genomförd sågning av en timmerklass följs det upp hur stockarna var sorterade. Det görs genom att en rapport tas ut där det framgår hur många stockar som var sorterade i rätt klass men även hur många av stockarna som var sorterade i felaktiga klasser. Exempel: Timmerklass 15 sågas. Från mättramen i såghuset tas uppföljningsrapport ut med följande resultat:

Timmerklass 14	Timmerklass 15	Timmerklass 16
12 %	62 %	26%

Genom att följa upp timmersorteringen på detta sätt får man en bild av hur många stockar som procentuellt sorterats till rätt timmerklass. Fördelarna med denna uppföljning är att det enkelt kan ses hur väl timmersorteringen utfaller. Nackdelar är att det är svårt att upptäcka eventuella felaktigheter i sorteringsprocessen (felaktig timmerhantering, spridningsökningar etc.) Förutsättningarna då detta arbete påbörjades var att 60 - 70 % av stockarna sorterades i rätt timmerklass. Mättramarna kontrolleras dagligen genom att det körs en plaststock med känd storlek genom mättramen.

## 1.2.2 Timmerhantering

Då timret mätts i mätramen och barkbedömning är gjord placeras timret i olika fack beroende på timrets diameter, träslag och i vissa fall kvalitet. Från facket transporteras timret med truck till timmerklassens välta i väntan på sågning. Timret transporteras sedan ytterligare en gång med truck från vältan till såghuset då timmerklassen ska sågas. Förutom skador orsakade av transporterna kan det även förekomma att timret placeras i fel välta men även att timret tas från fel välta då det ska sågas. Om något av detta sker får det konsekvenserna att timret hamnar i fel timmerklass och kommer därför att sågas med fel postning med försämrat utbytet som följd.

## 1.3 Målsättning

Målsättningen med undersökningen har varit att undersöka och analysera kvalitetsbrister inom timmersorteringen på ett sågverk där barkavdragens storlek och felaktig timmerhantering har undersökts. Syftet med undersökningen var att besvara följande frågor:

- Hur ser de olika timmerklasserna ut?
- Hur bra motsvarar barkavdragen den verkliga barktjockleken?
- Vilka konsekvenser för andelen rättsorterade stockar får felaktiga barkavdrag?
- Hur mycket timmer sorteras i felaktiga klasser och hur mycket timmer placeras i fel vältor efter sortering?
- Hur kan man följa upp timmersorteringen?

Under arbetets gång ändrades barkkonstanterna för furu och därmed även barkavdragens storlek. En uppföljning av denna ändring har även gjorts där målsättningen varit att bedöma hur bra ändringen blev med avseende på rättsorterade stockar och om ytterligare förbättringar går att genomföra. Målsättningen med denna rapport har även varit att den ska kunna ge referensvärden till eventuella framtida förändringar av timmersorteringsprocessen.

## 1.4 Begränsningar

Arbetet begränsades av vilka timmerklasser som sågades vid insamlingstillfällena och därför har timmerklasserna furu 13 till furu 19 undersökts. Undersökningen begränsades även av att relativt få mätvärden från granstockar erhöles vid insamlandet av data vid mätstationen. Ingen förändring av barkavdragen för gran genomfördes under arbetets gång och därmed har inte heller någon uppföljning för gran kunnat göras.

Upplägget av denna undersökning gjordes med bakgrunden av att det under hösten skulle genomföras ett arbete med barkavdragen och där en ändring av dessa skulle ske. Denna analys av barkavdragen har därför gjorts som en kartläggning av hur timmerklassernas diameterfördelning såg ut och vad den utförda förändringen fick för resultat. Således har undersökningen inte gått ut på att optimera barkavdragen utan den har varit mer av utredande karaktär. All datainsamling har därför gjorts klassvis där stickproven innehållit stockar med alla tre typer av barkavdrag. En optimering av barkavdragen skulle troligtvis ha utförts på så sätt att materialet skulle ha delats upp efter barktyp, d.v.s. att välja ut stockar med samma barktyp och undersöka hur stora barkavdragen ska vara för varje enskild barktyp.

## 1.5 Teori

### 1.5.1 Kvalitetsbegreppet

Enligt Grönlund 1992 är en vanlig definition på kvalitet:

”En produkts eller tjänsts kvalitet är dess förmåga att tillfredsställa kundernas behov och förväntningar.”

Inom sågverksindustrin inkluderar kvalitetsbegreppet trävarornas förmåga att tillfredsställa kunders behov men även tillverkningsprocessens produktivitet (Grönlund 1992).

Enligt Grönlund 1992 så har intresset för kvalitetsfrågor ökat avsevärt de senaste åren beroende på företagen blivit medvetna om att bristen på kvalitet kostar mycket pengar. Studier har visat att kvalitetsbristkostnader för sågverk ligger på 10 - 20 % av de totala kostnaderna (Grönlund 1992).

Följande stycke är hämtat från Grönlund (1992).

För att ett företag ska bli framgångsrikt med sitt kvalitetsförbättringsarbete krävs att ledningen har ett ständigt engagemang för kvalitetsfrågor. Ledningen måste fastställa en kvalitetspolicy för företaget och stödja kvalitetsaktiviteter både ekonomiskt, moraliskt och med ledningsresurser. Om inte ledningen i handling visar att kvalitet är minst lika viktigt som exempelvis stockar per dag kommer inte heller medarbetarna att göra en sådan värdering. Ledningens engagemang tillsammans med metoder och kunskaper brukar benämnas Total Quality Management (TQM) och innebär en ständig strävan efter att uppfylla kundernas krav och förväntningar till lägsta möjliga kostnad, genom ett förbättringsarbete i vilket alla är engagerade. På ett sågverk innebär detta enligt Grönlund (1992):

- Rätt träbit på rätt plats till lägsta möjliga kostnad

Kvalitet kostar inte men däremot kostar brist på kvalitet stora summor pengar. I Grönlund (1992) nämns en studie av Göran Eriksson i tidningen Sägverken 1989:4 som visade att kvalitetsbristkostnaderna på ett sågverk kan uppgå till 15 % av omsättningen. I studien uppstod de största bristkostnaderna i:

- Råvaruhanteringen
- Produktiviteten
- Råvaruutnyttjandet
- Virkeshanteringen
- Virkessorteringen
- Administrationen

Kvalitetsbristkostnader uppkommer således på många olika ställen i företagets process och att helt eliminera dessa är mycket svårt. Däremot är det möjligt att reducera dessa väsentligt genom att göra rätt redan från början. För att kunna reducera dessa krävs det kännedom om orsakerna till kostnaderna. När sedan orsakerna är kända krävs insikt, engagemang och ansvar från all inblandad personal så att de rätt åtgärderna kan vidtagas (Grönlund 1992).

### 1.5.2 Arbetsgång vid förbättringsarbete

Persson (1997) beskriver en arbetsgång vid förbättringsarbete:

#### 1. Ta reda på var företaget är

- Flödesdiagram över de väsentligaste delarna, både materialflöden och informationsflöden inom företaget
- Ta fram uppgifter och rita flödesdiagram om hur avvikelser hanteras (fel i orderhantering, omarbeten, kassationer, kundreklamationer etc.)

#### 2. Vad kan ändras till det bättre

- En analys om vem som gör vad, tider för olika aktiviteter, väntetider, kostnader, orsaker till fel och brister

#### 3. Formulera åtgärder

- Vad ska åtgärdas och vad ska uppnås (målsättning)?
- Vilken funktion eller person påverkas av åtgärden?
- Hur angeläget är det att det genomförs?
- Hur svårt är det att genomföra, är det möjligt att genomföra?

#### 4. Prioritera och planera åtgärderna

- Var ska man börja och vem ska genomföra det
- Tidsscheman för åtgärderna
- Stora uppgifter kräver projektuppläggning

#### 5. Genomför åtgärderna

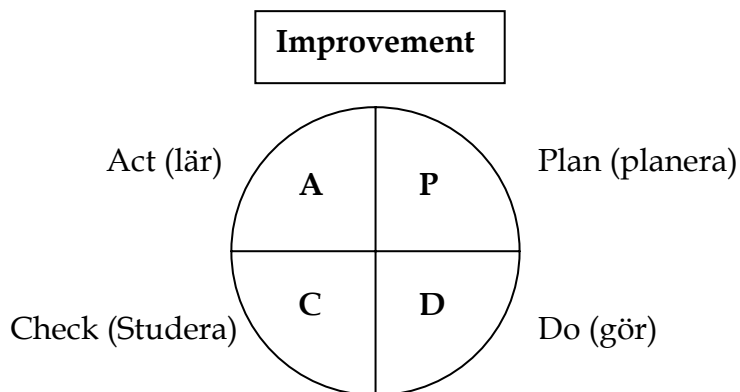
## 6. Följ upp vilken verkan åtgärderna haft

- Har det som skulle uppnås uppnåtts i rätt tid till rätt kostnad, krävs mer insatser, måste något ändras?

## 7. Börja om från punkt 1 eller 2

- Gå vidare till nästa åtgärder.
- Är åtgärderna som genomförts tillräckliga eller måste det göras mer?

Ovanstående åtgärdslista har även vissa likheter med Demings PDCA - cykel. Imai (1997) beskriver denna enligt följande:



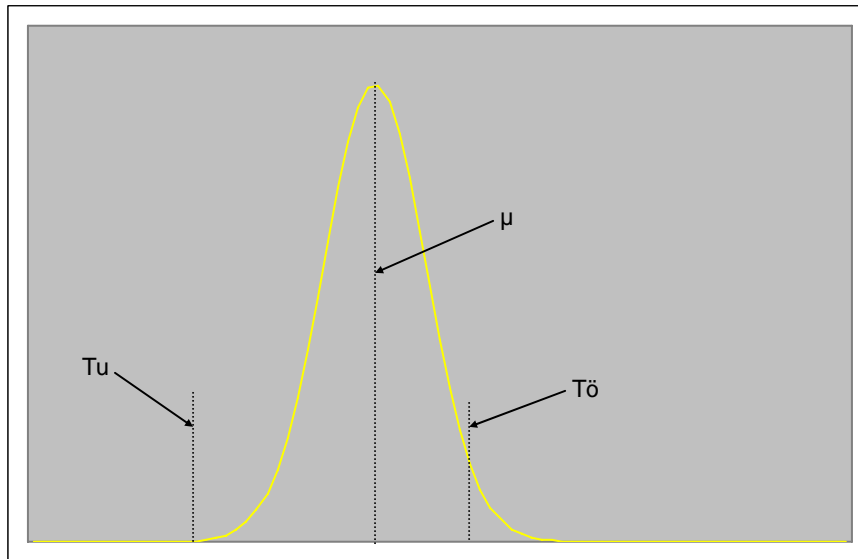
**Figur 2.** Demings PDCA - cykel som beskriver kvalitetsarbetet som ett kontinuerligt arbete där man aldrig är nöjd med det som är.

Att planera innebär att det sätts upp mål för det som ska förbättras samt att det planeras hur målen ska uppnås. Gör står för att planeringen genomförs. Under själva genomförande studeras och bevakas arbetet så att det fortskrider enligt planen. Studera betyder även att man efter genomförd planering undersöker om man har åstadkommit de tänkta förbättringarna. Det sista steget i cykeln är att lära, d.v.s. att standardisera de nya procedurerna och se till att dessa vidhålls så att problemet inte uppstår igen. Denna cykel visar på att kvalitetsarbetet är ett kontinuerligt arbete, d.v.s. att när en kvalitetsförbättrande åtgärd är genomförd tar kvalitetsarbetet inte slut utan fortsätter genom ytterligare förbättringar. PDCA - cykeln står för att aldrig vara nöjd med det som är.

### 1.5.3 Duglighet

Följande kapitel om duglighet är hämtat från Bergman och Klefsjö (1995).

Med duglighet avses förmågan hos en process att producera enheter med mått inom toleransgränser. I många fall kan en process beskrivas av en normalfördelning och dess duglighet bestäms då av processens genomsnittsvärde  $\mu$  och spridning (standardavvikelse)  $\sigma$  samt av den undre toleransgränsen  $T_u$  och den övre toleransgränsen  $T_ö$ , se exempel nedan.



**Figur 3.** Exempel på en process medelvärde och toleransgränser. En stor standardavvikelse medför att enheter produceras utanför toleransgränserna.

Hur väl man lyckas producera enheter med mått inom toleransgränserna  $T_u$  och  $T_ö$  beror på processens spridning och hur väl processen är centrerad. Ett mått på processens möjligheter att producera enheter inom toleransgränserna är processens duglighetsindex  $c_p$  vilket definieras enligt följande:

$$c_p = \frac{T_ö - T_u}{6\sigma} \quad (1)$$

Detta index anger förhållandet mellan processens naturliga variation ( $6\sigma$ ) och det uppsatta toleransområdet. Ett högt värde på  $c_p$  innebär att processen, förutsatt att den är centrerad, kommer att producera enheter inom toleransgränserna. Ett lågt värde på  $c_p$  får följden att en stor del av produktionen får en hög andel med mått utanför toleransgränserna. I allmänhet rekommenderas att  $c_p$  uppfyller  $c_p \geq 4/3 \approx 1,33$ , d.v.s. att  $c_p$  är större eller lika med 1,33.

En process duglighet beror även på hur väl processen är centrerad. Detta kan mätas med ett centreringsmått CM:

$$CM = \frac{|M - \mu|}{(T_{\bar{o}} - T_u)/2} \quad (2)$$

där målvärdet  $M = (T_u + T_{\bar{o}})/2$  ligger mitt mellan  $T_u$  och  $T_{\bar{o}}$ .

Eftersom dugligheten är beroende av både spridningen och centrering måste således duglighetsindex och centreringsmåtten vägas samman. En sådan sammanvägning görs med det korrigerade duglighetsindexet  $C_{pk}$  vilket kan uttryckas enligt följande:

$$C_{pk} = \min\left(\frac{T_{\bar{o}} - \mu}{3\sigma}, \frac{\mu - T_u}{3\sigma}\right) \quad (3)$$

$C_{pk}$  kan även uttryckas som:

$$C_{pk} = C_p (1 - CM) \quad (4)$$

Även om man i en tillverkningsprocess försökt eliminera alla urskiljbara orsaker till variation visar det sig ofta att processens genomsnittvärde varierar med tiden beroende på exempelvis variationer mellan olika skift, maskiner eller varierande utgångsmaterial. Detta ger upphov till två spridningskomponenter, dels en variation från enhet till enhet och dels en variation som beror på den långsammare variationen av genomsnittsnivån. Den förstnämnda variationen ger en viss maskinduglighet medan den andra variationen ger en viss processduglighet. För att skatta maskindugligheten krävs ett homogent material, taget med exempelvis samma material, samma inställning och samma skift.

Duglighetsstudier bör genomföras för varje ny tillverkningsprocess samt efter hand för samtliga delprocesser som kan betraktas som viktiga. Resultatet från sådana studier visar på vilka processer som bör förbättras. Det är även viktigt att dela upp produktionen i naturliga delar (exempelvis varje skiftlag eller varje maskin) och utföra duglighetsstudier på var och en av dessa delar.

Vanliga krav på duglighetsindex för maskin respektive process är att de ska vara minst 1,5 respektive 1,33. Med ett normalfördelat utfall, duglighetsindex = 1,33 och där medelvärdet sammanfaller med målvärdet, kommer endast 0,006 % av enheterna att få mått utanför toleransgränserna. Detta kan tyckas vara hårda krav men kvalitetsarbete strävar inte enbart mot noll fel utan även att försöka nå målvärdet med så liten spridning som möjligt. Ett av målen i kvalitetsförbättringsprogrammet sex sigma är att avståndet mellan processgenomsnittet och närmaste toleransgräns ska vara minst  $6\sigma$ . Man har då målet att  $C_p$  ska vara minst 2,0 och  $C_{pk}$  minst 1,5 för samtliga processer. Detta innebär högst 3,4 fel per en miljon producerade enheter.

#### 1.5.4 Barkavdrag

Enligt Grönlund (1992) finns för furu tre olika barktyper som definieras enligt följande:

<b>Skorpbarkig stock:</b> (Tjock)	Stock som har skorpbark runt hela stockens mantelyta fram till toppändan
<b>Glansbarkig stock:</b> (Tunn)	Stock som har glansbark utan inslag av brun skorpbark från toppändan
<b>Stock med övergångsbark:</b> (Mellan)	Stock som inte har skorpbark eller glansbark enligt ovanstående funktioner

Barkens tjocklek ökar med ökande toppdiameter och uppvisar stora skillnader mellan norra och södra Sverige. Den individuella spridningen är dock betydligt större än variationen mellan olika landsdelar (Grönlund 1992).

Den genomsnittliga standardavvikelsen för barktjockleken är ca 2,5 mm och vid antagande att barktjockleken är normalfördelad kommer då 35 % av stockarna att få ett diameterfel större än 2,5 mm på grund av barktjocklekens individuella variation. Barkavskav, snö och is gör dessutom att felet för varje enskild stock blir ännu större. Genom att barkavdraget är knutet till geografiska områden finns också risken för systematiska fel då timret kommer från andra områden (Grönlund 1992).

Barktjockleken beräknas med barkfunktionen som enligt Grönlund (1992) beskrivs med följande formel:

$$y = a + bx \quad (5)$$

**där:**

y = dubbla barktjockleken i mm

x = toppdiameter på bark i cm

a och b är konstanter

I Jämtlandsområdet har a och b värden enligt tabell 1 och 2 Grönlund (1992). I tabell 3 återfinns värdena på konstanterna som användes på Jämtlamell då undersökningen genomfördes.

**Tabell 1.** Värdet på konstanterna a och b från barkfunktionen för furu i jämtlandsområdet.

	Skorpbark (tjock)	Övergångsbark (mellan)	Glansbark (tunn)
<b>a</b>	2,77	2,50	2,81
<b>b</b>	0,406	0,270	0,156



**Tabell 2.** Värdet på konstanterna för *a* och *b* från barkfunktionen för gran i jämtlandsområdet.

	Västra Jämtland	Östra Jämtland
<b>a</b>	-0,11	3,28
<b>b</b>	0,540	0,370

**Tabell 3.** Värdet på konstanterna *a* och *b* från barkfunktionen för furu på Jämtlamell AB.

	Tunn	Mellan	Tjock
<b>a</b>	4,1	3,79	4,06
<b>b</b>	0,12	0,31	0,45

Dessa värden togs ut från mätstationen 041102 klockan 11:22.

Björklund och Eriksson (2004) skriver i en undersökning om barkavskav att de något äldre skugggramarna ger ett annorlunda värde på diametern än 3D - mätramarna beroende på att dessa mäter på ett annat sätt. 3D - mätramarna mäter nämligen även in barkavskav och andra ojämnheter vilket får till följd att de oftast ger ett mindre värde på diametern. Följaktligen ska därmed barkavdragen vara mindre vid användning av 3D - mätrammar jämfört med en- och tvåvägs mätrammar.

Då denna undersökning genomfördes användes samma typ av barkavdrag oavsett om timret sorterades med 2D eller 3D.

Björklund och Eriksson (2004) skriver även att virkesmätningföreningarna (VMF) har tagit fram instruktioner för hur barkavdraget ska göras i relation till hur det görs i skuggmätramarna.

## Tall

> 50% av barken borta    Tunn bark                      Mellan bark                      Tjock bark

**Barktyp 0**                      **Barktyp 1**                      **Barktyp 2**                      **Barktyp 3**

10-50% av barken borta och tunn bark    10-50% av barken borta och mellan bark    10-50% av barken borta och tjock bark

**Barktyp 0**                      **Barktyp 1**                      **Barktyp 2**

## Gran

> 50% av barken borta                      10-50% av barken borta och normal bark                      Normal bark

**Barktyp 0**                      **Barktyp 1**                      **Barktyp 2**

## 2 Material & Metod

Vid mätstationen sorteras timret, som nämnts i kapitel 1.2.1 Barkavdrag, med stöd av en 3D - mätram. I såghuset finns ytterligare en 3D - mätram som används vid inläggning av de stockar som sönderdelas i Veisto - linjen (klenlinjen). Till ARI - linjen (grovlinjen) används en 2D - mätram för inläggning.

För att undersöka barkavdragen har stockdata samlats in både från 3D - mätramen vid mätstationen samt 3D - mätramen i såghuset. Programvaran i datorerna till de olika mätramarna var densamma, Rema 3D log. Insamlingen av enskilda stockar gjordes under menyn *underhåll* där det finns en funktion som heter *data för varje stock*. Då denna funktion startas börjar datorn lagra enskilda stockar med den information som mätramen ger, exempelvis stockdiameter och volym. Då insamlingen var klar kunde filen med stockar sparas på en diskett för att importera mätvärdena till Microsoft Excel för bearbetning.

Timret sågas klassvis med fasta postningar. Vid sågning av exempelvis klass 15 så kommer det således endast stockar som sorterats som klass 15. Detta innebar att man vid insamlandet av data i såghuset var beroende av vilken klass som då sågades och därför begränsades jämförelsen till i första hand furuklasserna 13 - 19. Undersökningen begränsades ytterligare av att få granstockar anlände till mätstationen vid de tillfällen då data samlades in. En jämförelse av mätvärden från de olika mätramarna har därför inte kunnat göras för granklasserna.

Insamling av stockdata från såghuset har endast gjorts från mätramen för Veisto - linjen. Detta beror på att den linjen är modernare och mer prioriterad vid sågning samt att det vid ARI - linjen används en 2D - mätram vilken mäter på ett annat sätt än en 3D - mätram. Eftersom mätramarna mäter på olika sätt blir därmed en jämförelse svårare att genomföra.

Till datorn vid såghuset kom, som nämnts ovan, stockarna sorterade klassvis. Detta innebar att det gick att undersöka diameterfördelningen inom varje klass. Denna undersökning genomfördes på så sätt att när en grupp stockar från samma klass samlats in undersöktes först vilken den största (max) respektive minsta (min) inmättingsdiametern i stickprovet var. För varje enskild diameter mellan det högsta och det lägsta värdet på inmättingsdiametern frekvensfördelades materialet i steg om hela mm uttryckt i procent. Dessa procentuella andelar användes sedan för att rita upp diagram över klassens diameterfördelning.

Vid mätstationen mättes stockarna på bark vilket innebar att inmättingsdiameterens mått var ovanpå barken. I de insamlade mätvärdena framgick dock barkavdragets storlek som först fick subtraheras från inmättingsdiametern innan det gick att fastställa i vilken timmerklass stocken tillhörde. De stockar som hamnat i timmerklasserna furu 13 - furu 19 valdes därefter ut för att kunna jämföra data från dessa klasser med data från motsvarande klasser insamlade vid från såghuset.

I vissa enstaka fall kunde stockarna hamna omlott då de passerade mätramen. Detta innebar att felaktiga värden kunde erhållas för de parametrar som mättes och för att undvika denna felkälla exkluderades alla stockar längre än 575 cm från stickproven. 575 cm är den högsta tillåtna längden på stockar och längre stockar än så sorteras bort redan vid mätstationen.

Under hösten då detta arbete genomfördes förändrades barkkonstanterna. Efter årsskiftet samlades därför nya mätvärden in för att följa upp vilka konsekvenser ändringen fått. Denna utvärdering genomfördes på samma sätt som beskrivits ovan.

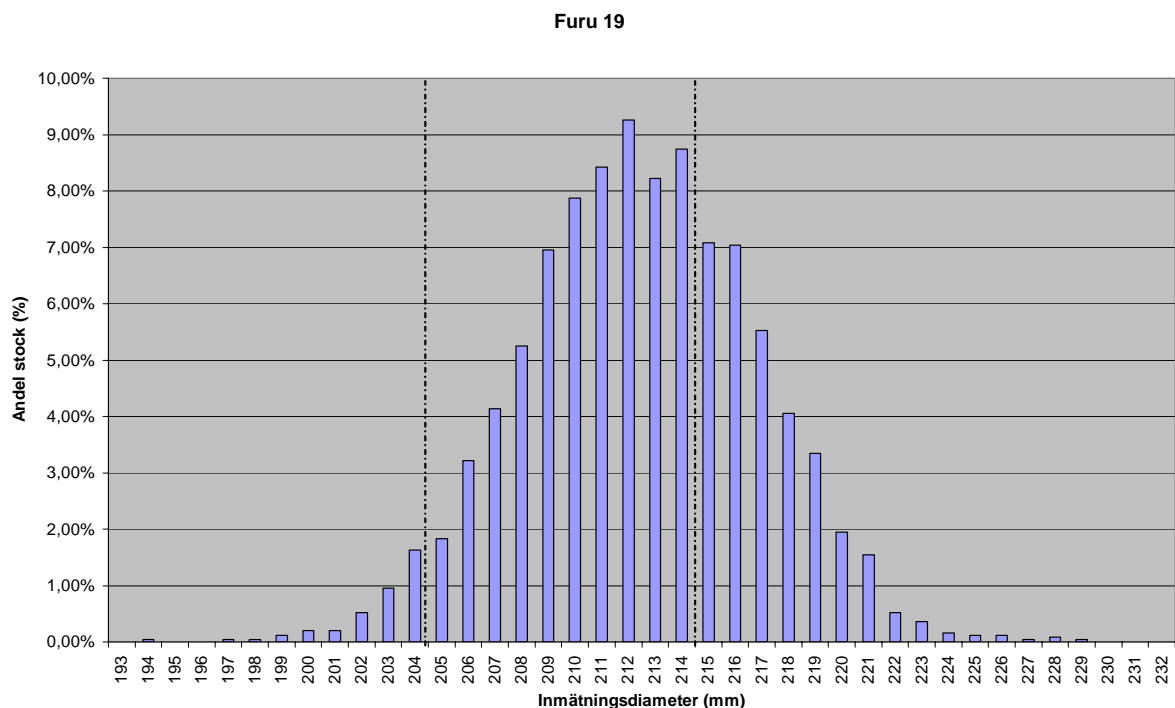
Denna studie är genomförd på så sätt att datamaterial har samlats in timmerklassvis. Detta innebär att datamaterialet innehåller alla barktyper. Studien genomfördes på detta sätt mot bakgrunden att barkkonstanterna var på gång att ändras och att en utvärdering skulle genomföras. Vid en optimering av barkavdragets storlek bör datainsamlingen ske efter barktyp.

## 3 Resultat & diskussion

### 3.1 Furu

#### 3.1.1 Barkavdrag

Vid sammanställning av mätvärdena från 3D - mätramen i såghuset kunde ses att diameterfördelningen inom de olika klasserna var förskjuten mot den övre klassgränsen, se figur 4 nedan med timmerklass furu 19 som exempel.



**Figur 4.** *Inmätningdiameterns normalfördelning för timmerklass furu 19. De streckade linjerna motsvarar klassgränserna och medelvärdet för fördelningen är förskjuten mot den övre klassgränsen.*

För diagram om hur diameterfördelningen såg ut för övriga undersökta timmerklasser hänvisas till bilaga I men utseendemässigt hade alla undersökta timmerklasser ett liknande utseende. Som figuren visar är diameterfördelningen normalfördelad. De streckade linjerna i diagrammet motsvarar klassgränserna och för att erhålla så hög andel rättsorterade stockar som möjligt (stockar inom timmerklassen) inses att medelvärdet för normalfördelningen borde vara centrerad till klassens mitt. I tabell 4 nedan ges en sammanställning med medelvärden för de olika timmerklassernas nyckeltal. I tabellen framgår att medelvärdet för inmätningdiameteren är högt för samtliga undersökta timmerklasser.

För timmerklasserna 15 och 16 togs två stickprov vid olika tillfällen för att undersöka om värdena varierar mellan olika inmätningstillfällen. Som kan ses i tabellen nedan skiljer sig medelvärdet för inmätningens diameter 1,2 mm för timmerklass 15. Orsakerna till denna variation kan vara många. I teoriavsnitt 1.3.2 Barkavdrag nämndes att barktjockleken varierar mellan olika geografiska områden samt att den individuella spridningen är stor. Andra orsaker till variationer mellan olika inmätningstillfällen kan vara att olika operatörer bedömer barktypen olika (vikarierande personal, nyanställda olika skift) samt att timrets andel barkavskav varierar. Mätarmarna kan vara dåligt kalibrerade samt att smuts och damm på mätutrustningen kan påverka mätningen. För timmerklass 16 var skillnaden 0,3 mm.

**Tabell 4.** Sammanställning av mätvärden från 3D – mätramen vid såghuset.

Timmerklass	Klass - diameter (mm)	Stickprov (st)	Inmätningens diameter (mm)	Klassens mitt (mm)	Inmätningens diameters avvikelser från klassens mitt (mm)
13	138 - 147	570	144,1	142,5	1,6
14	158 - 157	1747	154,7	152,5	2,2
15	158 - 167	3137	165,2	162,5	2,7
15	158 - 167	1924	166,4	162,5	3,9
16	168 - 177	2594	176,1	172,5	3,6
16	168 - 177	1832	175,8	172,5	3,3
17	178 - 189	1006	186,9	183,5	3,4
18	190 - 204	2748	200,3	197	3,3
19	205 - 214	2516	212,4	209,5	2,9

**Förklaring:**

Klassdiameter = klassens övre och undre gräns

Stickprov = stickprovets storlek

Inmätningens diameter = sorteringsdiameter, medeldiametern mätt 10 cm från toppen

Klassens mitt = timmerklassens medelvärde, (övre gräns + undre gräns)/2

Inmätningens diameters avvikelser från klassens mitt = Inmätningens diameter - klassens mitt

Om sorteringsprocessen utfördes helt korrekt, d.v.s. att mätramen återgav varenda stocks korrekta mått och att barkavdraget alltid motsvarade den verkliga barktjockleken samt att timret alltid placerades i rätt fack och vältor, skulle inga stockar hamna utanför klassgränsen. Det faktum att medelvärdet är högt inom alla klasser tyder på att barkavdraget är för högt. Om barkavdragen är för höga subtraheras förutom bark även trä från stocken vilket innebär att stockdiametern uppfattas som mindre än vad den i själva verket är. Detta kommer i sin tur att innebära att många stockar felaktigt sorteras till en lägre klass vilket får till följd att medelvärdet för klassen blir högt.

Att barkavdragen är för höga bekräftas även vid en jämförelse av mätvärden insamlade vid de olika mätramarna. I tabell 5 nedan ges en sammanställning av skillnaden mellan inmättningsdiametern från mätstationen och inmättningsdiametern från såghuset från motsvarande timmerklass.

**Tabell 5.** Jämförelse av mätvärden för inmättningsdiametern för olika timmerklasser från båda mätramarna.

		Inmättnings- diameter (mm)	Barkavdrag (mm)	Utvald diameter (mm)
<b>Furu 13</b>	Mätstation	149,8	6,3	143,4
	Såghuset	144,1	-	144,1
	<b>Skillnad</b>	<b>5,6</b>	-	<b>-0,7</b>
<b>Furu 14</b>	Mätstation	158,8	6,4	152,4
	Såghuset	154,7	-	154,7
	<b>Skillnad</b>	<b>4,1</b>	-	<b>-2,2</b>
<b>Furu 15</b>	Mätstation	169,2	6,6	162,6
	Såghuset	165,2	-	165,2
	<b>Skillnad</b>	<b>4,0</b>	-	<b>-2,6</b>
<b>Furu 16</b>	Mätstation	179,3	6,8	172,5
	Såghuset	176,1	-	176,1
	<b>Skillnad</b>	<b>3,2</b>	-	<b>-3,6</b>
<b>Furu 17</b>	Mätstation	190,9	7,2	183,6
	Såghuset	186,9	-	186,9
	<b>Skillnad</b>	<b>3,9</b>	-	<b>-3,3</b>
<b>Furu 18</b>	Mätstation	204,9	7,8	197,2
	Såghuset	200,3	-	200,3
	<b>Skillnad</b>	<b>4,6</b>	-	<b>-3,2</b>
<b>Furu 19</b>	Mätstation	217,9	8,5	209,4
	Såghuset	212,4	-	212,4
	<b>Skillnad</b>	<b>5,5</b>	-	<b>-3,0</b>

**Förklaring:**

Inmättningsdiameter = sorteringsdiameter, medeldiametern mätt 10 cm från toppen.

Måtten från mätstationen motsvarar diametern ovanpå bark.

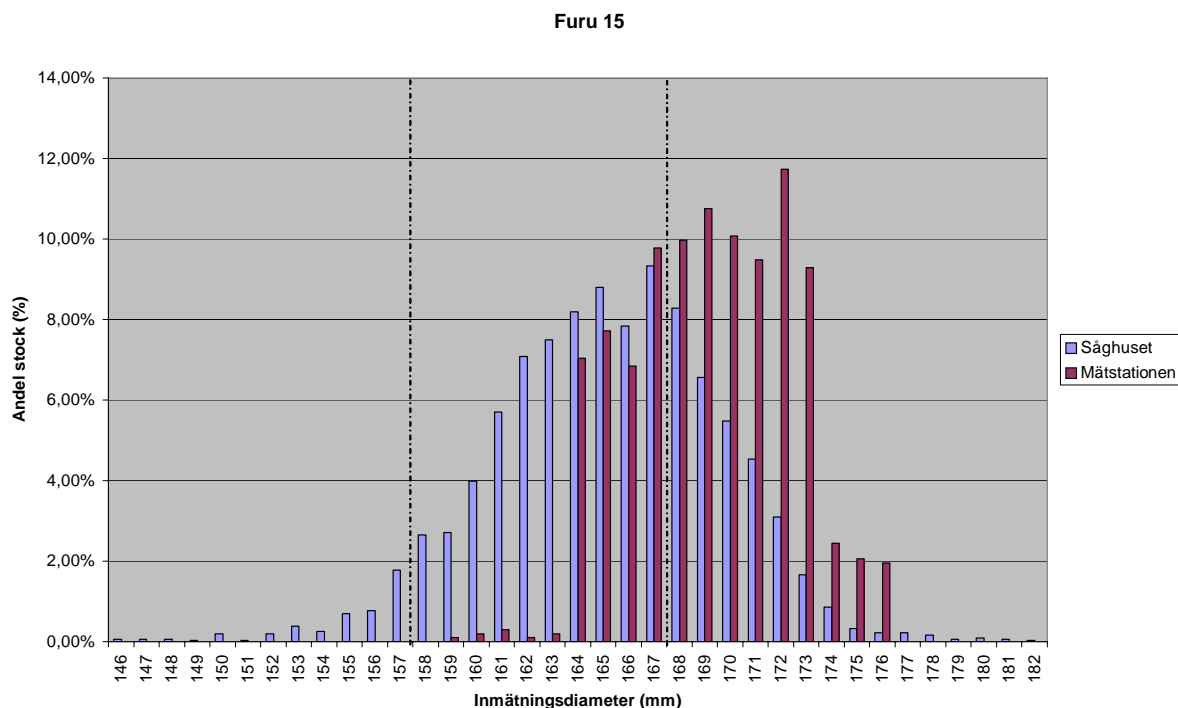
Utvald diameter = Inmättningsdiameter på bark - barkavdrag

Barkavdrag = Utfört barkavdrag

Mindiameter, mittdiameter och maxdiameter se förklaring under tabell 4.

Under kolumnen inmättningsdiameter framgår timmerklassernas medelvärden för inmättningsdiametern från mätstationen och såghuset. Eftersom stockarna vid mätstationen inte är barkade är dessa mått ovanpå bark. Vid sågen är stockarna barkade och mätramen ger därför mått under bark. Detta innebär att skillnaden på värdena mellan mätstationen och såghuset ger ett mått på hur tjock barken var för stickproven eftersom skillnaden motsvarar timmerklassernas inmättningsdiameter före och efter barkning. För de undersökta timmerklasserna varierar barktjockleken mellan 3,2 - 5,6 mm. För timmerklasserna 16 - 19 verkar barktjockleken öka vilket överensstämmer med teorin som säger att barkens tjocklek ökar med ökad timmerdiameter, se rubrik 1.3.2 Barkavdrag.

Kolumnen utvald diameter visar medelvärdet på den diameter som mätrammen sorterat efter. Om man jämför dessa värden från mätstationen med klassernas mitt kan ses att de storleksmässigt ligger nära varandra. Med rätt storlek på barkavdragen borde således medelvärdena från såghuset också motsvara klassernas mitt.



**Figur 5.** *Timmerklass 15 diameterfördelning vid mätstationen och såghuset. Den röda fördelningen kommer från mätvärden från mätstationen och motsvarar timmerklassens mått på bark.*

I figur 5 är diameterfördelningarna från både mätstationen och såghuset inritade och likadana diagram för de andra undersökta timmerklasserna återfinns i bilaga II. Mätstationens fördelningskurva motsvarar inmätningdiametererna ovanpå bark medan såghusets kurva motsvarar barkade stockar. Diagrammet visar med andra ord timmerklassens diameterfördelning före och efter barkning och skillnaden mellan kurvorna torde motsvara barktjockleken förutsatt att mätramarna mäter diametern lika. Denna undersökning har inte inkluderat en genomförlig kontroll av mätramarna men de kontrolleras dagligen genom att en plaststock med känd diameter testkör. Det bör även påpekas att insamlingen av mätvärden för de lika fördelningarna skedde vid olika tillfällen. Fördelningarna kommer alltså inte från samma timmer.

Om barkavdragen subtraheras från mätstationens mätvärden och om fördelningen för dessa ritas in i ett diagram är alla stockar sorterade inom klassgränserna. Fördelningens medelvärde för inmätningdiameteren närmar sig då timmerklassens mittvärde, se tabell 5 under kolumn utvald diameter.

I tabell 5 ovan framgick att den verkliga medeltjockleken för barken i stickproven tagna från timmerklass 15 var fyra mm. Om man tänker sig att diameterfördelningen från mätstationen i figuren ovan flyttades 4 mm åt vänster skulle de båda fördelningarna överensstämma ganska bra. Det barkavdrag som faktiskt gjordes för timmerklass 15 var i genomsnitt 6,6 mm.

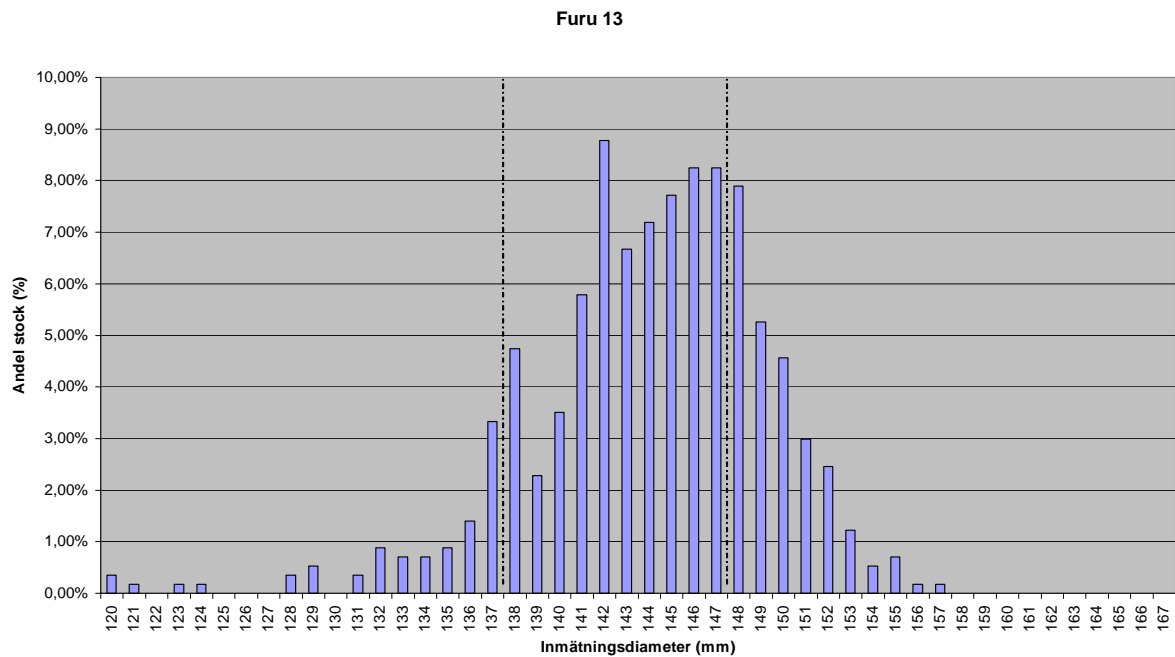
Fördelningarna ser dock inte likadana ut vilket innebär att slutsatser om exakt hur långt fördelningen från mätstationen ska flyttas blir osäkra. Dessutom inkluderar barkavdragsbegreppet fyra olika barktyper. Om exempelvis två av dessa barkavdrag är korrekta medan det tredje är felaktigt kan inte heller ses i figuren. För att undersöka hur korrekt respektive barkavdrags storlek är, skulle en uppdelning av materialet efter barktyp behöva göras, se kapitel 3.5 Förslag på förbättringsarbete för timmersorteringen.

Barkavdragens storlek ökar med ökad timmerklass vilket beror på dels ökad timmerdiameter och dels att andelen barktyp mellan och tjock också ökar med ökad timmerdiameter, se tabell 5. Barkavdragens storlek varierar mellan 6,3 - 8,5 mm medan skillnaden mellan mätstationens och såghusets mått på inmättingsdiametern varierar mellan 3,2 - 5,6 mm.

Följden av att barkavdragen är felaktiga blir att stockarna vid mätstationen sorteras efter felaktiga värden på inmättingsdiametern. Vidare får detta konsekvenserna att all statistik från mätstationen gällande stockdimensioner under bark blir felaktig.

Barkavdraget som gjorts för timmerklass 13 stämmer dock ganska bra med barktjockleken men här bör det nämnas att detta var det minsta stickprovet vilket innebär att det inte behövs många stockar med avvikande värden för att medelvärdena ska ändras. Detta ger med andra ord en större osäkerhet i resultatet och som kan ses i tabellen har klass 13 den tjockaste barken av alla undersökta klasser vilket är underligt.





**Figur 6.** *Inmätningdiameterens normalfördelning för timmerklass furu 13 där de streckade linjerna motsvarar klassgränserna. Relativt få insamlade mätvärden medför att normalfördelningen inte framhävs lika tydligt samt att resultaten blir mer osäkra.*

I figur 6 visas diameterfördelningen för timmerklass furu 13 och det kan ses att en relativt stor andel av stockarna har hamnat under den lägre timmerklassgränsen. Timmerklass 13 är den minsta klassen som sågas men det inkommande timret kan även sorteras som massaved vilket innebär att inga stockar borde hamna under klassgränsen. Dessa stockar sänker medelvärdet för hela stickprovet vilket får till följd att medelvärdet närmar sig klassens mitt. Om medelvärdet för inmätningdiametern från såghuset varit högre hade också skillnaden mellan mätarmarna varit större, se tabell 6. I diagrammet kan även ses att fördelningen är ojämn även om en tendens till normalfördelning kan urskiljas.

Det faktum att barken var tjockare för klass 13 och 14 än för klass 15 stämmer dock inte med teorin att barktjockleken ökar med ökad diameter. Däremot kan ju dessa klasser representera stockar från olika geografiska områden vilket skulle kunna förklara en del av skillnaden. Under rubrik 1.3.2 Barkavdrag konstaterades att den individuella variationen är stor mellan olika stockar vilket även det kan förklara en del av skillnaden mellan timmerklasserna 13, 14 och 15 och därmed borde kanske större stickprov tas. Vidare kan det uppstå skillnader mellan olika årstider genom att snö och is samt att barkavskav kan påverka mätningen. Om det exempelvis är snö på stockarna vid sortering kan en korrekt mätning försvåras. Detta kan innebära att barkavdragen bör vara olika för olika årstider. Vid insamlandet av data fanns ingen snö och skillnader mellan årstider är därför inte undersökt.

Ovannämnda faktorer medför att ett optimalt barkavdrag, som skulle passa alla timmerklasser, blir svåra att hitta med nuvarande system med tre olika barktyper. Vid en optimering av barkavdraget får man kanske således acceptera att resultatet är bra i vissa klasser medan det är mindre bra i andra. Men tydligt för de undersökta timmerklasserna är att barkavdragen är för stora och andelen rättsorterade stockar inom klassen går att förbättra genom att förminska de nuvarande barkavdragen.

Under rubrik 1.3.2 Barkavdrag kan läsas om barkfunktionen och barkkonstanterna. Vid en ändring av konstanterna till de värden som presenteras i tabell 1 skulle barkavdragen minskas en del och därmed torde ett mer tillfredsställande resultat kunna erhållas. En jämförelse mellan de olika barkavdragen kan ses i tabell 6 & 7 nedan. Barkavdragen är beräknade enligt barkfunktionen (5) där medelvärdet för inmätningensdiameteren på bark (inmdia pb) och barkkonstanterna enligt tabell 1 och 3 är använt.

**Tabell 6.** Jämförelse av nuvarande barkavdrag och barkavdragen enligt Grönlund beräknade med barkkonstanterna enligt tabell 1 och 2.

Klass	Inmdia pb (mm)	Nuvarande barkavdrag i mm				Barkavdrag enligt teorin i mm		
		Inget	Tunn	Mellan	Tjock	Tunn	Mellan	Tjock
13	149,8	0	5,9	8,4	10,8	5,1	6,5	8,9
14	158,8	0	6,0	8,7	11,2	5,3	6,8	9,2
15	169,2	0	6,1	9,0	11,7	5,4	7,1	9,6
16	179,3	0	6,3	9,3	12,1	5,6	7,3	10,0
17	190,9	0	6,4	9,7	12,7	5,8	7,7	10,5
18	204,9	0	6,6	10,1	13,3	6,0	8,0	11,1
19	217,9	0	6,7	10,5	13,9	6,2	8,4	11,6

**Förklaring:**

Inmdia pb = sorteringsdiameter, medeldiameteren mätt 10 cm från toppen på bark.

Nuvarande barktryck i mm = de olika barkavdragens storlek i mm beräknade med de använda barkkonstanterna

Barkavdrag enligt teorin i mm = de olika barkavdragens storlek i mm beräknade med barkkonstanterna enligt Grönlund

**Tabell 7.** Jämförelse av nuvarande barkavdrag och barkavdragen enligt Grönlund. Medelavdraget är beräknat utifrån hur vanliga de olika barktyperna är vid sorteringen.

Klass	Inmdia pb	Andel barktryck i procent				Medelavdrag		Skillnad
		Inget	Tunn	Mellan	Tjock	Nuvarande	Enligt Teorin	
13	149,8	1,4%	77,1%	21,5%	0,0%	6,4	5,4	1,0
14	158,8	2,5%	76,9%	20,4%	0,2%	6,4	5,5	0,9
15	169,2	1,7%	76,1%	22,2%	0,1%	6,7	5,7	1,0
16	179,3	1,0%	70,5%	28,5%	0,0%	7,1	6,0	1,0
17	190,9	0,9%	62,0%	37,0%	0,1%	7,6	6,4	1,1
18	204,9	0,7%	58,5%	40,5%	0,3%	8,0	6,8	1,2
19	217,9	1,1%	47,5%	50,8%	0,6%	8,6	7,3	1,4

**Förklaring:**

Inmdia pb = sorteringsdiameter, medeldiametern mätt 10 cm från toppen på bark.

Nuvarande barktryck i mm = de olika barkavdragens storlek i mm beräknade med de använda barkkonstanterna

Andel barktryck i procent = hur ofta de olika barktyperna förekom i stickproven

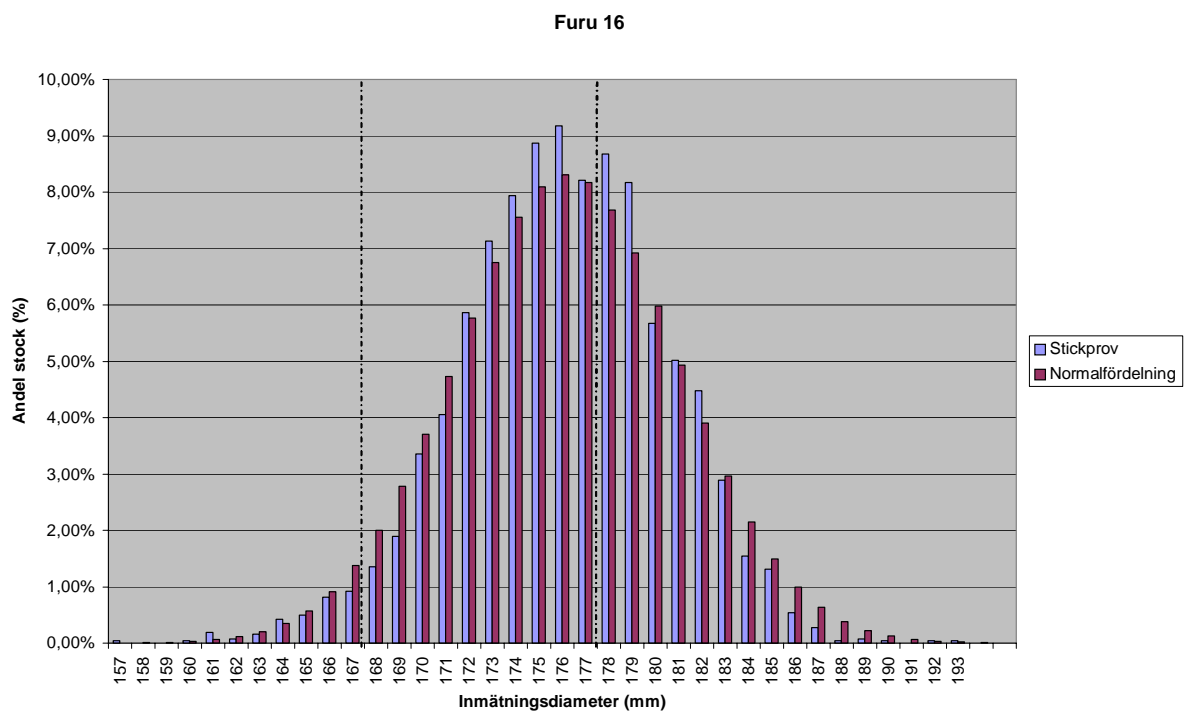
Medelavdrag = Barkavdragets medelstorlek beräknade med andelen barktryck i procent

Tabell 6 visar hur stora barkavdragen är för de olika barktyperna, både för barkavdragen beräknade med konstanterna i tabell 1 samt de barkavdrag beräknade med konstanterna i tabell 3. I tabell 7 kan ses vilka barkbedömningar som gjordes då stickprovet togs. Med dessa procentuella andelar beräknades medelavdragen. Storleksskillnaden på medelavdragen varierar mellan 0,9 - 1,4 mm beroende på timmerklass.

I tabell 7 framgår att barkavdragen blir något mindre vid användning av de barkavdrag presenterade i teoriavsnittet (Grönlund) och därför torde en högre andel rättsorterade stockar kunna erhållas med dessa. I tabell 5 jämfördes medelvärden från de olika mätramarna och där kunde ses att den verkliga barktjockleken varierade mellan 3,2 -5,6 mm. Detta tyder på att även de teoretiska barkavdragen är för stora då dessa varierar mellan 5,4 - 7,3. Men eftersom alla timmerklasser (timmerklasser större än furu 19) inte är undersökta och analyserade kan de teoretiska barkavdragen vara en bra utgångspunkt vid förbättring av andelen rättsorterade stockar.

### 3.1.2 Rättsorterade stockar

I figur 7 visas hur fördelningen för inmätningdiametern kan se ut för en viss timmerklass, här med timmerklass furu 16 som exempel. Diagrammet visar hur många procent av stickprovet som hade en viss inmätningdiameter. Samma typ av diagram för övriga undersökta klasser återfinns i bilaga I, men utseendemässigt är de väldigt lika varandra. De streckade linjerna motsvarar klassgränserna och i diagrammet kan ses att en stor andel av stockarna ligger ovanför den övre gränsen, vilket innebär att en stor andel av stockarna har för hög inmätningdiameter. I figuren är även en riktig normalfördelning inritad med hjälp av formeln för normalfördelningen.



**Figur 7.** De blå staplarna motsvarar normalfördelningen för timmerklass furu 16. De röda staplarna motsvarar en normalfördelning ritad med formeln för normalfördelningar och med stickprovets medelvärde för inmätningdiametern samt standardavvikelse. De grå linjerna motsvarar klassgränserna.

Då stickprovets storlek går mot oändligheten är det troligt att dess kurva blir mer och mer lik en normalfördelning. För att jämma ut stickproven ritades därför riktiga normalfördelningskurvor in i diagrammen med hjälp av formeln (6) nedan.

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad (6)$$

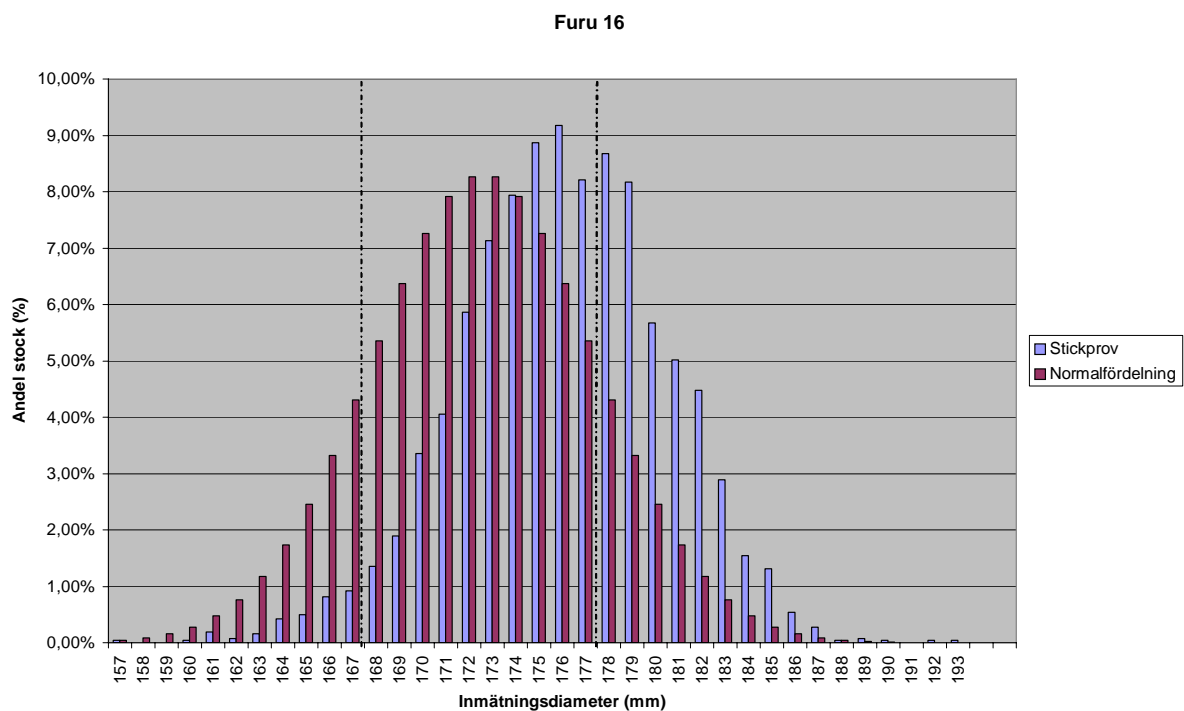
där:

$\mu$  = väntevärdet

$\sigma$  = standardavvikelsen (Vännman 1990).

Med hjälp av formel (6), och då man känner till en timmerklass standardavvikelse och medelvärde för inmätningdiametern, kan således procentsatsen beräknas för en viss inmätningdiameter  $x$ . Med hjälp av denna formel kan även t.ex. medelvärdet för fördelningen ändras vilket får till följd att kurva förflyttas.

Vid antagandet att normalfördelningens spridning är konstant medan medelvärdet för normalfördelningen går att förändra genom att ändra barkavdragen kan således kurvan i diagrammet förflyttas i sidled. Om normalfördelningskurvan förskjuts så att dess medelvärde motsvarar klassens mitt, se figur nedan, kan andelen stockar sorterade inom gränserna höjas med 13 %. För samtliga undersökta klasser varierade denna förbättringspotential mellan 2 och 13 %, se tabell 8 nedan. I tabellen framgår även hur stockarna procentuellt var sorterade samt hur bra de skulle kunna sorteras om medelvärdet för inmätningdiametern motsvarade timmerklassernas mittvärde.



**Figur 8.** *Inmätningdiameterns normalfördelning för timmerklass furu 16. De streckade linjerna motsvarar klassgränserna. För att så hög andel timmer som möjligt ska sorteras till inom klassgränserna måste timmerklassen vara centrerad till klassen mitt. De blå staplarna motsvarar timmerklassens stickprov där fördelningen är förskjuten mot den övre klassgränsen. De röda staplarna är en inritad normalfördelning med samma spridning som stickprovet fast där medelvärdet motsvarar klassen mittvärde.*

**Tabell 8.** *Timmerklassernas procentuella andelar fel- och rättsorterade stockar samt förbättringspotential vid centrering av timmerklasserna.*

Timmerklass	Antal stockar sorterade:				Teoretisk möjlig andel rättsorterade stockar
	Under klassgräns	Inom klassgräns	Över klassgräns	Totalt	
Furu 13	59 st 10,35%	360 st 63,16%	151 st 26,49%	570 st 100,00%	<b>70,35%</b>
Furu 14	100 st 5,72%	1194 st 68,35%	453 st 25,93%	1747 st 100,00%	<b>70,81%</b>
Furu 15	143 st 4,56%	2001 st 63,79%	993 st 31,65%	3137 st 100,00%	<b>73,45%</b>
Furu 16	86 st 3,32%	1500 st 57,83%	1008 st 38,86%	2594 st 100,00%	<b>70,33%</b>
Furu 17	16 st 1,59%	700 st 69,58%	290 st 28,83%	1006 st 100,00%	<b>81,85%</b>
Furu 18	58 st 2,11%	2079 st 75,66%	611 st 22,23%	2748 st 100,00%	<b>83,83%</b>
Furu 19	100 st 3,97%	1608 st 63,91%	808 st 32,11%	2516 st 100,00%	<b>69,71%</b>
<b>Medel</b>	<b>4,52%</b>	<b>66,04%</b>	<b>29,44%</b>	<b>100,00%</b>	<b>74,33%</b>

**Förklaring:**

Med teoretisk möjlig andel rättsorterade stockar avses hur hög andel av timret som skulle sorteras till rätt timmerklass om klasserna centrerades och standardavvikelsen förblev densamma.

I tabellen ovan kan ses att i genomsnitt hamnar 5 % av de undersökta stockarna under timmerklassen, 66 % i rätt klass och 29 % av stockarna hamnar över timmerklassen, d.v.s. 5 % har för liten diameter, 66 % har rätt diameter och 29 % av stockarna är för grova för timmerklassen.

Genom att förskjuta normalfördelningskurvan i figur 6 in mot timmerklassens mitt skulle andelen rättsorterade stockar i genomsnitt kunna förbättras med 8 %. Med andra ord skulle man i genomsnitt kunna ha en andel rättsorterade stockar på 74 %. Detta skulle samtidigt innebära att den procentuella andelen för klena stockar skulle öka samtidigt som andelen för grova stockar skulle minska. Eftersom normalfördelningskurvan skulle centreras mot klassens mitt skulle andelarna stockar med för liten respektive för stor inmätningdiameter vara lika stora. Deras storlek skulle då bli:  $(100 - 74)/2 = 13$  % vardera, d.v.s. andelen rättsorterade respektive felsorterade stockar skulle se ut enligt följande:

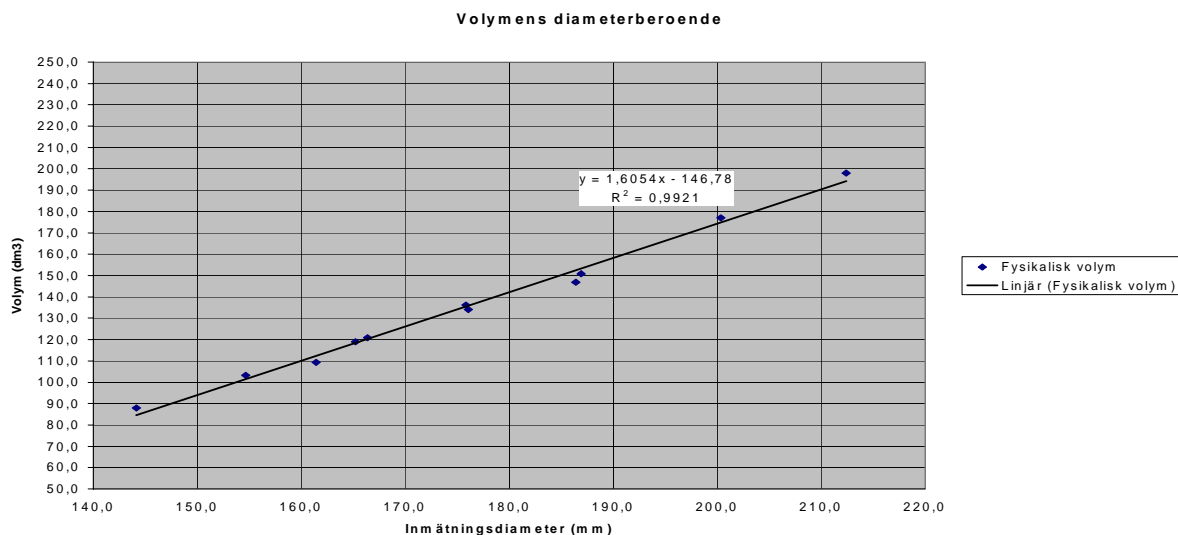
Sorterade under klassgränser <b>13 %</b>	Sorterade inom klassgränser <b>74 %</b>	Sorterade över klassgränser <b>13 %</b>
---	--	--

Då stockarna sorterats som ovan har en optimal sortering av stockarna i det avseende att det maximala antalet rättsorterade stockar som är möjlig att erhålla med normalfördelningens spridning faktiskt erhålls. En ytterligare höjning av andelen rättsorterade stockar kommer då att innebära spridningen för normalfördelningarna måste sänkas.

Vid en jämförelse av klass 17 och 18 med de övriga klasserna kan det ses att dessa har en högre potential gällande rättsorterade stockar. Detta beror på att dessa timmerklasser är bredare, d.v.s. spänner över ett större intervall. Resterande klasser i tabellen är dock lika breda och således är den teoretiska andelen rättsorterade stockar ungefär lika stora i de fallen. Den timmerklass som sticker ut i det avseendet är timmerklass 15 som har något lägre standardavvikelse än de övriga klasserna.

### 3.1.3 Volymen trä

Om normalfördelningen centrerades in mot klassernas mitt skulle, förutom en höjning av andelen rättsorterade stockar, även timmervolymen i klasserna minska. I figur 9 nedan framgår den fysikaliska volymens diameterberoende för de undersökta timmerklasserna. Med hjälp av detta beroende kan det undersökas hur en stocks fysikaliska volym ändras om stockens inmättningsdiameter ändras. De blå prickarna motsvarar de olika klassernas medelvärde för inmättningsdiametern med deras tillhörande fysikaliska volym. Ovanpå dessa värden anpassades en rät linje med hjälp av Microsoft Excel och dess funktion infoga trendlinje.



Figur 9. Den fysikaliska volymens diameterberoende.

I diagrammet ovan finns formeln:

$$y = 1,6054x - 146,78 \quad (7)$$

där:

y = Den fysikaliska medelvolymen i  $\text{dm}^3$

x = Inmättningsdiametern i mm

Med hjälp av denna formel kan således den fysikaliska medelvolymer beräknas för en viss inmättingsdiameter. Genom att beräkna den fysikaliska volymen vid centrerade timmerklasser och subtrahera den från den verkliga timmervolym kan den insparade volymen trä beräknas, se tabell nedan. Nuvarande fysikalisk medelvolymer är även den beräknad med formel (7) även om värdet för denna parameter redan var känd från de erhållna mätvärdena från mätrammen.

**Tabell 9.** Sammanställning av hur den fysikaliska volymen trä minskar vid en centrerings av timmerklasserna. Volymen är beräknad med formel (7).

Timmerklass	Inmdia (mm)	Nuvarande fysikalisk medelvolymer (dm <sup>3</sup> )	Klassens mitt (mm)	Fysikalisk volym vid centrerings till klassens mitt (dm <sup>3</sup> )	Skilnad (dm <sup>3</sup> )
13	144,1	84,6	142,5	82,0	2,6
14	154,7	101,5	152,5	98,0	3,5
15	165,2	118,4	162,5	114,1	4,3
16	176,1	135,9	172,5	130,2	5,7
17	186,9	153,3	183,5	147,8	5,5
18	200,4	174,9	197,0	169,5	5,4
19	212,4	194,2	209,5	189,6	4,7
				<b>Medel:</b>	<b>4,5</b>

**Förklaring:**

Inmdia = sorteringsdiameter, medeldiametern mätt 10 cm från toppen

Nuvarande fysikalisk medelvolymer = timmerklassens medelvolymer beräknad med medelvärdet för inmättingsdiametern och formel (7)

Klassens mitt = timmerklassens mittvärde, (övre gräns + undre gräns)/2

Fysikalisk volym vid centrerings till klassens mitt = timmerklassens medelvolymer vid centrerings av timmerklassen

Om medelvärdet för inmättingsdiameterfördelningen centreras till timmerklassens mitt sparas i genomsnitt mellan 2,6– 5,7 dm<sup>3</sup> per stock. Detta ger ett medelvärde på 4,5 dm<sup>3</sup> insparat virke per stock för de undersökta klasserna. Jämtlamell har följande förutsättningar:

Totalt antal sågade stockar under ett år: 2 000 000 st

Andel furu: 60 %

Totalt antal furustockar: 2 000 000 \* 0,60 = 1 200 000 st

Medelpris furu: 475 kr/m<sup>3</sup>

Insparat volym trä: 1 200 000 \* 4,5/1000 = **5400 m<sup>3</sup>**

Insparat kostnad p.g.a. lägre materialförbrukning: 5400 \* 475 = **2 565 000 kr**



Vid en centrerung av timmerklasserna skulle det alltså kunna sparas 5400 m<sup>3</sup> trä vilket motsvarar nästan 2,6 miljoner kronor. Givetvis förändras även företagets intäkter med en ändring av barkavdragen. Med stor sannolikhet kommer utfallet sågade varor att förändras på ett sådant sätt att avkapen p.g.a. vankant kommer att öka och därmed minska intäkterna för de sålda varorna. Eftersom materialförbrukningen blir lägre kommer således även att flisintäkterna att minska. Att förflytta inmätningens diameters medelvärde för timmerklasserna kräver dock ingen förändring av barkkonstanterna utan är möjlig att genomföra genom att flytta klassgränserna. Att centrera timmerklasserna inom klassgränserna skulle innebära en stor förändring för timmervolymen. En sådan här stor förändring är troligtvis inget att rekommendera eftersom utfallet med stor sannolikhet kommer att förändras väldigt mycket. Beräkningen ger dock en bra bild över volymen trä förändras, även vid små förändringar av medelvärdet.

### 3.2 Gran

För gran har en lika ingående studie som för furu inte kunnat genomföras på grund av att för få granstockar gick igenom mätramen vid mätstationen då mätvärdena samlades in. Däremot samlades ett fåtal klasser in från mätramen i såghuset och resultatet presenteras i tabell 10 nedan.

**Tabell 10.** Sammanställning av mätvärden från 3D – mätramen vid såghuset.

Timmerklass	Klass - diameter (mm)	Stickprov (st)	Inmätningens diameter (mm)	Klassens mitt (mm)	Inmätningens diameters avvikelser från klassens mitt (mm)
14	128 - 141	3510	136,1	134,5	1,6
15	142 - 151	1847	148,0	146,5	1,5
16L	152 - 165	2779	160,6	158,5	2,1
20	210 - 229	1394	219,8	219,5	0,3

#### Förklaring:

Klassdiameter = klassens övre och undre gräns

Stickprov = stickprovets storlek

Inmätningens diameter = sorteringsdiameter, medeldiametern mätt 10 cm från toppen

Klassens mitt = timmerklassens mittvärde, (övre gräns + undre gräns)/2

Inmätningens diameters avvikelser från klassens mitt = Inmätningens diameter - klassens mitt

Även för gran är medelvärdet högre än klassens mitt och en viss potential till förbättring finns gällande rättsorterade stockar inom klassen. Andelen rättsorterade stockar är dock betydligt högre för gran än för furu, se tabell 11 nedan. Medelvärdet för inmätningens diameter är också närmare klassens mitt för gran än för furu. För diagram om inmätningens diameters fördelning hänvisas till bilaga I.

**Tabell 11.** *Timmerklassernas procentuella andelar fel- och rättsorterade stockar samt förbättringspotential vid centrering av timmerklasserna.*

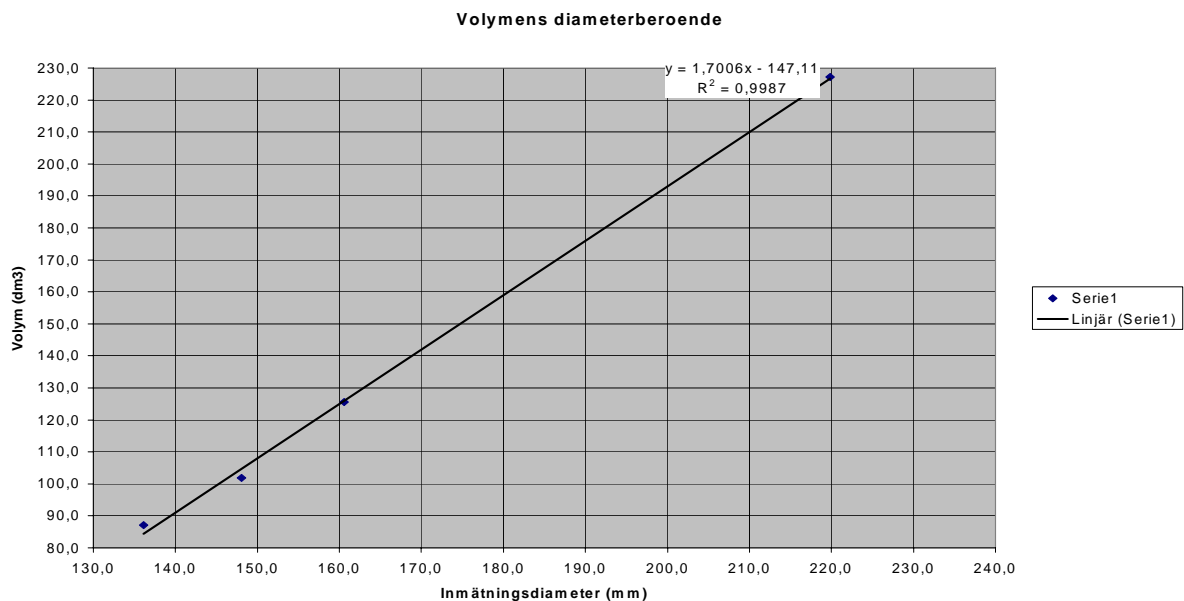
Timmerklass	Antal stockar sorterade:				Teoretisk möjlig andel rättsorterade stockar
	Under klassgräns	Inom Klassgräns	Över klassgräns	Totalt	
Gran 14	248 st 7,07%	2555 st 72,79%	707 st 20,14%	3510 st 100,00%	<b>75,38 %</b>
Gran 15	152 st 8,23%	1245 st 67,41%	450 st 24,36%	1847 st 100,00%	<b>72,12 %</b>
Gran 16L	141 st 5,07%	2078 st 74,78%	560 st 20,15%	2779 st 100,00%	<b>77,22 %</b>
Gran 20	72 st 5,16%	1215 st 87,16%	107 st 7,68%	1394 st 100,00%	<b>87,30 %</b>
<b>Medelvärde</b>	<b>6,38%</b>	<b>75,53%</b>	<b>18,08%</b>	<b>100,00%</b>	<b>78,00 %</b>

**Förklaring:**

Med teoretisk möjlig andel rättsorterade stockar avses hur hög andel av timret som skulle sorteras till rätt timmerklass om klasserna centrerades och standardavvikelsen förblev densamma.

I tabellen ovan kan ses att genomsnittet för rättsorterade stockar är ca 76 % vilket kan jämföras med furu där andelen rättsorterade stockar var 66 %. Förbättringspotentialen för gran är också betydligt lägre med sina 3 % och teoretiskt bör man i genomsnitt kunna sortera 78 % av granstockarna i rätt timmerklass. Färre timmerklasser har undersökts för gran vilket gör resultatet mer osäkert.

Granklasserna spänner över något större intervall än furuklasserna vilket kan förklara en del av den stora skillnaden mellan furu och gran. Men en viktig skillnad är att granklasserna är bättre centrerade till timmerklassernas mitt än vad furuklasserna är.



**Figur 10.** Den fysikaliska volymens diameterberoende.

I figuren 10 finns formeln:

$$y = 1,7006x - 147,11 \quad (8)$$

**där:**

y = Den fysikaliska medelvolymen i dm<sup>3</sup>

x = Inmätningens diameter i mm

Med hjälp av denna formel utfördes en likadan beräkning på gran som tidigare gjorts för furu. Resultatet presenteras i tabell 12.

**Tabell 12.** Sammanställning av hur den fysikaliska volymen trä minskar vid en centrering av timmerklasserna. Volymen är beräknad med formel (8).

Timmerklass	Inmdia (mm)	Nuvarande fysikalisk medelvolym (dm <sup>3</sup> )	Klassens mitt (mm)	Fysikalisk volym vid centrering till klassens mitt (dm <sup>3</sup> )	Skillnad (dm <sup>3</sup> )
14	136,1	84,3	134,5	81,6	2,7
15	148,0	104,6	146,5	102,0	2,6
16L	160,6	125,9	158,5	122,4	3,5
20	219,8	226,7	219,5	226,2	0,5
				<b>Medel:</b>	<b>2,3</b>

**Förklaring:**

Inmdia = sorteringsdiameter, medeldiametern mätt 10 cm från toppen

Nuvarande fysikalisk medelvolym = timmerklassens medelvolym beräknad med medelvärdet för inmätningens diameter och formel (7)

Klassens mitt = timmerklassens mittvärde, (övre gräns + undre gräns)/2

Fysikalisk volym vid centrering till klassens mitt = timmerklassens medelvolym vid centrering av timmerklassen

Även för gran går det att spara en viss volym trä genom att förskjuta diameterfördelningen in mot timmerklassens mitt. Medelvärdet för hur stor volym trä som i genomsnitt kan sparas för varje stock är 2,3 dm<sup>3</sup>. Som kan ses i nedanstående beräkningar innebär det insparade materialet en betydande summa pengar även för grantimret.

**Förutsättningar:**

Totalt antal sågade stockar under ett år: 2 000 000 st

Andel gran: 40 %

Totalt antal furustockar:  $2\,000\,000 * 0,40 = 800\,000$  st

Medelpris gran: 420 kr/m<sup>3</sup>

Inspasad volym trä:  $800\,000 * 2,3/1000 = 1840$  m<sup>3</sup>

Inspasad kostnad p.g.a. lägre materialförbrukning:  $1840 * 420 = 772\,800$  kr

Tillsammans med det insparade materialet för furu skulle optimala barkavdrag för de båda träslagen totalt innebära en besparing på 3 337 800 kronor. Men som nämdes under rubrik 3.1.3 Volymen trä så förändras även intäkterna med förändrade barkavdrag beroende på förändrat utfall och förändrade flisintäkter.

En centrering av timmerklasserna för både furu och gran kommer sannolikt att innebära att timmerklassernas gränser måste ändras. I detta fall, då fördelningarnas medelvärde minskar vid en centrering, kommer klassgränserna att behöva ökas för att utfallet ska ligga på samma nivå som tidigare. I tabell 8 och 11 visades hur hög andel rättsorterade stockar som var möjlig att erhålla. Detta gällde under antagandet att fördelningarnas standardavvikelse var konstant. Korrekta barkavdrag borde dock innebära att spridningen sänks. Under rubrik 3.3.1. Standardavvikelsens betydelse för timmersorteringen beskrivs hur timmervolymen inom timmerklasserna kan minskas genom en lägre standardavvikelse utan att utfallet sågade varor förändras.

Timmerklassgränserna bör givetvis vara utformade på ett sådant sätt att den minsta möjliga volymen trä används vid sågningen samtidigt som kvaliteten på de sågade varorna är hög. Det är inte svårt att såga trävaror utan vankant genom att använda onödigt grovt timmer. Detta skulle dock leda till hög materialkostnad och dålig totalekonomi för sågverket. I jakten på att minska kvalitetsbristkostnaderna bör klassgränserna optimeras så att maximal vinst erhålls från det sågade virket. Att optimera timmerklassgränserna försvåras av att samma timmerklass kan användas för flera postningar. I kapitel 3.6. Uppföljning beskrivs en metod utarbetad av trätek som går ut på att mäta vankant och föra statistik över denna för att kunna utvärdera eventuella förändringar i sorteringen eller nya postningsalternativ. Ett komplement till denna metod kunde vara att för ett antal stockar beräkna timmervolymen som går in i sågen och jämföra den med volymen sågat virke, d.v.s. utbytet. Vid en eventuell förändring av timmerklassgränserna kunde sedan det nya utbytet beräknas och jämföras med det gamla.

### 3.3 Förändring av barkavdragen

Under hösten då detta arbete pågick genomfördes ett samarbete med Silvinova där målsättningen var att förbättra utbytet på sågverket. Detta arbete innebar bland annat att barkkonstanterna ändrades. Värdena på konstanterna erhöles från SDC, som slumpmässigt väljer ut stockar från mätstationen och kontrollmäter dessa. Värdena på konstanterna presenteras i tabell 13 nedan. En jämförelse av dessa nya barkavdrag med de som hittills presenterats i rapporten ges i tabell 14.

**Tabell 13.** De nya värdena på konstanterna *a* och *b* från barkfunktionen för furu på Jämtlamell AB (SDC).

	Tunn	Mellan	Tjock
<b>a</b>	3,19	2,88	3,15
<b>b</b>	0,014	0,025	0,039

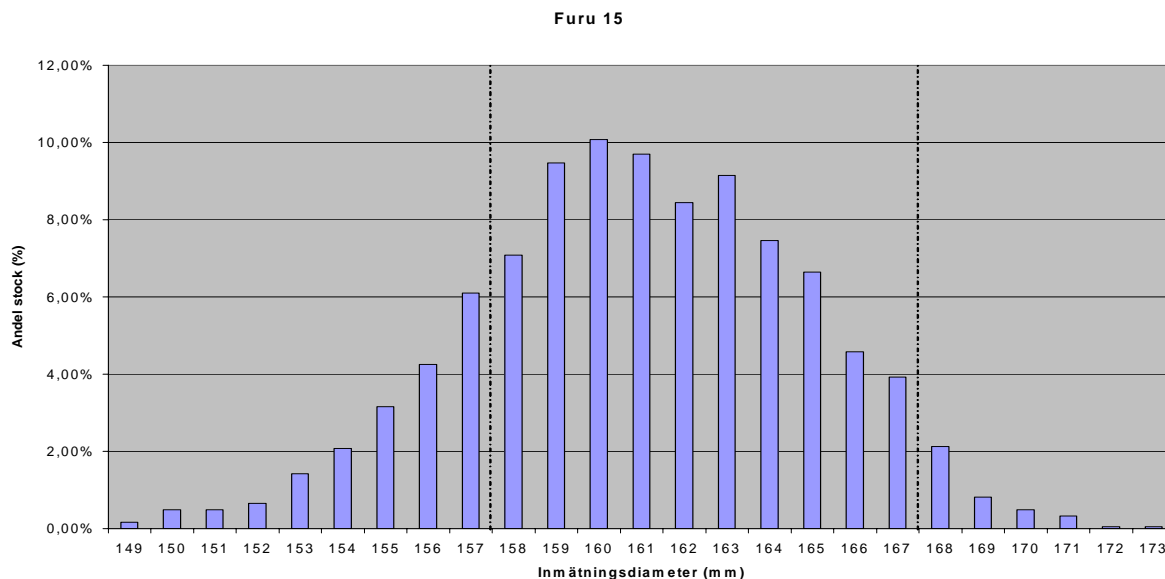
**Tabell 14.** Jämförelse mellan de olika barkavdragen. Medelavdragen är beräknade med barkfunktionen samt barkkonstanterna presenterade i tabellerna 1,3 och 14.

Klass	inmdia pb (mm)	Medelavdrag i mm enligt:		
		Gamla konstanter	Grönlund	SDC
13	149,8	6,4	5,4	5,5
14	158,8	6,4	5,5	5,6
15	169,2	6,7	5,7	5,8
16	179,3	7,1	6,0	6,1
17	190,9	7,6	6,4	6,5
18	204,9	8,0	6,8	6,8
19	217,9	8,6	7,3	7,3

#### Förklaring:

Inmdia pb = sorteringsdiameter, medeldiametern mätt 10 cm från toppen på bark  
Medelavdrag i mm enligt = skillnaden på barkavdragens storlek vid användande av olika barkkonstanter

Som kan ses i tabell 14 är de nya medelavdragen för barken (SDC) närmast identiska med de barkavdrag som presenterats i teoriavsnittet (Grönlund). Ändringen till dessa nya barkkonstanter medför att barkavdragen blir lägre jämfört de gamla barkavdragen och eftersom barkavdragen tidigare i rapporten konstaterats vara för höga torde denna ändring resultera i en högre andel rättsorterade stockar. Resultatet av de förändrade barkavdragen presenteras i figur 11 och tabell 15.



**Figur 11.** Inmätningdiameters normalfördelning för timmerklass furu 15. De streckade linjerna motsvara klassgränserna. Förändring av barkavdragen medförde att medelvärdet för fördelningen blev något lägre än klassens mittvärde. Fördelningen blev dock något bättre centrerad jämfört med hur det var innan.

**Tabell 15.** Sammanställning av mätvärden från 3D – mätramen vid såghuset efter genomförd ändring av barkavdragen.

Timmerklass	Klass - diameter (mm)	Stickprov (st)	Inmätningdiameter (mm)	Klassens mitt (mm)	Inmätningdiameters avvikelse från klassens mitt (mm)
15	158 - 167	1836	160,9	162,5	-1,6
16	168 - 177	400	171,1	172,5	-1,4
18	190 - 204	1275	194,9	197	-2,1
20	215 - 229	1300	217,2	222	-4,8

### Förklaring:

Klassdiameter = klassens övre och undre gräns

Stickprov = stickprovets storlek

Inmätningdiameter = sorteringsdiameter, medeldiametern mätt 10 cm från toppen

Klassens mitt = timmerklassens mittvärde, (övre gräns + undre gräns)/2

Inmätningdiameters avvikelse från klassens mitt = Inmätningdiameter - klassens mitt

Som tabellen och figuren ovan visar har medelvärdet för inmätningdiametern förändrats relativt mycket. Medelvärdet har sänkts och en större andel stockar ligger inom klassintervallet. Fördelningen ligger dock inte optimalt eftersom medelvärdet för inmätningdiametern är något lägre än klassens mittvärde. Det får till följd att det sorteras en högre andel stockar under timmerklassen jämfört med hur det förhöll sig innan ändringen av barkkonstanterna. Det kan bero på att barkavdraget nu är för lågt. Diagram som visar inmätningdiameters fördelning för resterande undersökta klasser återfinns i bilaga III.

I tabell 14 kunde skillnaden mellan de olika barkavdragen ses. Trots att skillnaden mellan de nya och gamla barkavdragen inte är speciellt stor (ca 1 mm) så har ändå de nya barkavdragen medfört en relativt stor förändring av timmerklasserna. I tabellen nedan framgår förändringarna för inmätningens diameters medelvärde, hur stockarna sorterar samt den fysikaliska volymen.

**Tabell 16.** Jämförelse av timmerklasserna nyckeltal före och efter förändrade barkkonstanter.

		Inmätningss- diameter (mm)	Andel under klassgräns (%)	Andel inom klassgräns (%)	Andel över klassgräns (%)	Fysikalisk volym dm <sup>3</sup>
<b>Furu 15</b>	Efter ändring	160,9	19,3	76,5	4,1	115,9
	Före ändring	165,2	4,6	63,8	31,6	118,9
	<b>Skillnad</b>	<b>-4,3</b>	<b>14,7</b>	<b>12,7</b>	<b>-27,5</b>	<b>-3,0</b>
<b>Furu 16</b>	Efter ändring	171,1	18,5	76,5	5,0	127,5
	Före ändring	176,1	3,3	57,8	38,9	134,1
	<b>Skillnad</b>	<b>-5,0</b>	<b>15,2</b>	<b>18,7</b>	<b>-33,9</b>	<b>-6,6</b>
<b>Furu 18</b>	Efter ändring	194,9	14,8	82,3	2,9	159,6
	Före ändring	200,3	2,1	75,7	22,2	174,9
	<b>Skillnad</b>	<b>-5,4</b>	<b>12,7</b>	<b>6,6</b>	<b>-19,3</b>	<b>-15,3</b>

**Tabell 17.** Timmerklassernas procentuella andelar fel- och rättsorterade stockar

Timmerklass	Antal stockar sorterade:			Totalt
	Under klassgräns	Inom Klassgräns	Över klassgräns	
Furu 15	355 st 19,34%	1405 st 76,53%	76 st 4,14%	1836 st 100,00%
Furu 16	74 st 18,50%	306 st 76,50%	20 st 5,00%	400 st 100,00%
Furu 18	189 st 14,82%	1049 st 82,27%	37 st 2,90%	1275 st 100,00%
Furu 20	416 st 32,00%	866 st 66,62%	18 st 1,38%	1300 st 100,00%
<b>Medel</b>	<b>21,17%</b>	<b>75,48%</b>	<b>3,36%</b>	<b>100,00%</b>

**Förklaring:**

Inmätningssdiameter = sorteringsdiameter, medeldiametern mätt 10 cm från toppen

Andel under klassgräns = Andelen för klen timmer

Andel inom klassgräns = Andelen rättsorterat timmer

Andel över klassgräns = Andelen för grovt timmer

Fysikalisk volym = timmerklassernas medelvolym

Trots att barkavdragets storlek inte ändrats speciellt mycket har ändå medelvärdet för inmätningssdiameteren sänkts med mellan 4,3 - 5,4 mm, vilket medför att timmervolymen inom klasserna minskar samt att andelen för klen timmer ökar.

I tabell 8 framgick att det i genomsnitt sorterades 66,04 % av timret till rätt klass. Efter förändrade barkavdrag ligger andelen rättsorterade stockar i genomsnitt på 75,48 %, se tabell 17. Ändringen av barkavdraget har alltså medfört att andelen rättsorterade stockar förbättrats med 9,44 %. I tabellen framgår även att det i genomsnitt sorteras 21,17 % av stockarna under timmerklassen och 3,36 % av stockarna över timmerklassen. Vid korrekta barkavdrag, och då så hög andel som möjligt av timret sorteras till rätt timmerklass, borde lika många stockar vara sorterade under respektive över timmerklassen.

Eftersom diameterfördelningen ligger förskjuten åt samma håll för samtliga undersökta klasser förefaller det som att barkavdragen innehåller något systemiskt fel. Därför finns det ingen anledning att vara nöjd med befintliga barkavdrag utan kvalitetsförbättringsarbetet bör fortsätta (se kvalitetscirkeln under teoriavsnittet) för att optimera barkavdragen. Det som bör eftersträvas är att medelvärdet för inmätningdiametern motsvarar klassens mitt.

Det bör även nämnas att insamlingen av stickproven efter förändringen skedde under vinterförhållanden. Med andra ord kan snö ha påverkat sorteringsmätningen av timret. Om det är snö på stockarna vid inmätning av timret kan stockarna kan en felaktig mätning ske på ett sådant sätt att timret tros ha större diameter än vad det i själva verket har. Med snö på stockarna borde kanske barkavdraget vara högre än då det inte är snö på stockarna eftersom det blir mer som ska reduceras från stocken. Under sommarperioden är dessutom barkavskav betydligt mer frekvent än under vinterhalvåret (Björklund och Eriksson 2004).

Om barkavdragen ska vara olika vid olika årstider är ett problem som denna undersökning inte ger svar på. För att utreda detta krävs en kontinuerlig insamling av datamaterial under en tillräckligt lång period för att se hur nyckeltalen för de olika klasserna förändras över tiden. Men på grund av att barkavdragen nu verkar vara för låga bör man vara vaksam om hur fördelningen ser ut då det inte är vinterförhållanden ute. Om medelvärdet fortfarande är lågt inom klassen under sommarförhållanden bör barkavdragen ses över ytterligare eftersom medelvärdet fortfarande skiljer sig en del från klassens mitt, se tabell 15. Även om denna skillnad inte är speciellt stor så har den ändå betydelse för andelen rättsorterade stockar och materialkostnaden på grund av den stora kvantiteten timmer det handlar om på ett sågverk.

### **3.3.1 Standardavvikelsens betydelse för timmersorteringen**

Under rubrik 3.1.2 Rättsorterade stockar, konstaterades det att det teoretiskt var möjligt att sortera 75 % av timret till rätt timmerklass. Som tabellen nedan visar är det konstaterandet uppnått men genom helt centrerade timmerklasser skulle andelen rättsorterat timmer kunna förbättras ytterligare. Att en högre andel rättsorterade stockar än vad som redovisats tidigare är möjligt att åstadkomma beror på att standardavvikelsen för fördelningarna sänktes med förändrade barkavdrag, se tabell nedan. Det kan bero på att de nya barkavdragen överensstämmer bättre med den verkliga barktjockleken jämfört med de gamla.



**Tabell 18.** Standardavvikelsens betydelse för teoretisk andel rättsorterade stockar.

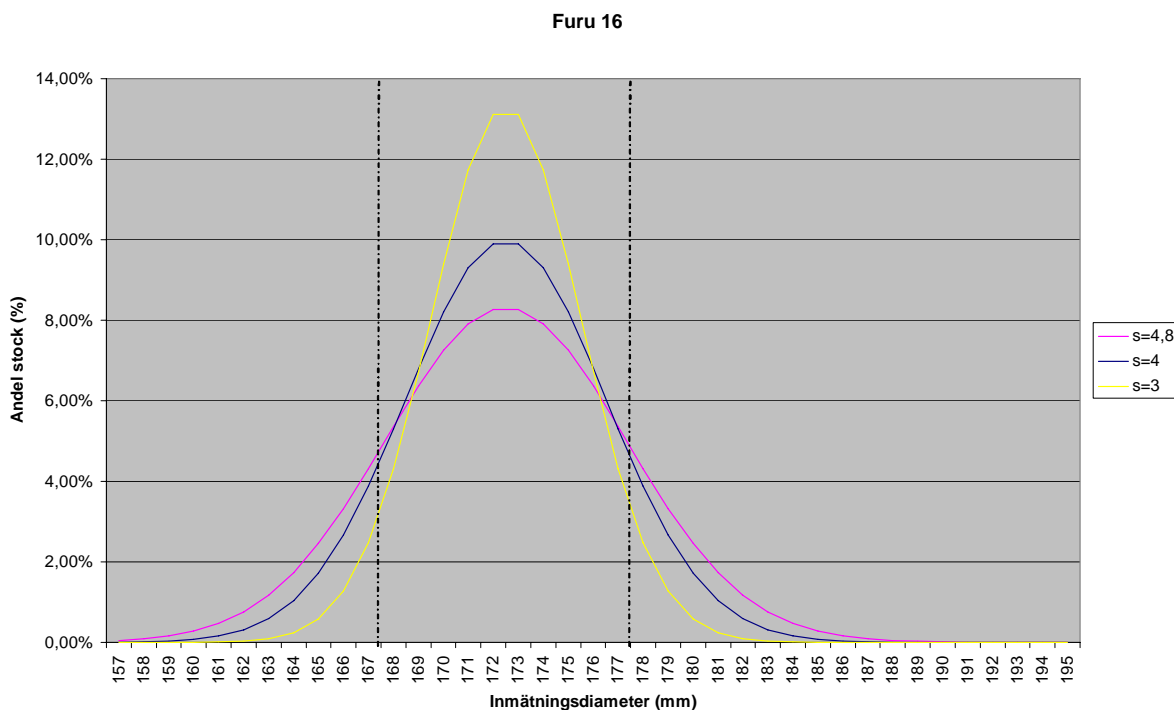
Timmerklass	Före ändring		Efter ändring		Skillnad
	Standard - avvikelse	Sorterade inom klassgräns	Standard - avvikelse	Sorterade inom klassgräns	
15	4,5	73,45%	4,2	76,72%	3,27%
16	4,8	70,33%	4,3	75,62%	5,29%
18	5,4	83,83%	5,7	81,23%	-2,60%
medel	4,9	75,87 %	4,7	77,86 %	1,99 %

**Förklaring:**

Standardavvikelse = Diameterfördelningarnas standardavvikelse före och efter förändrade barkavdrag

Sorterade inom klassgräns = teoretisk andel rättsorterade stockar med given standardavvikelse

I tabellen ovan kan ses hur standardavvikelsen påverkar den teoretiska andelen rättsorterade stockar. För timmerklasserna 15 och 16 har ändringen av barkavdragen medfört att spridningen för diameterfördelningen har minskat vilket medfört att den teoretiskt möjliga andelen rättsorterade stockar ökat. För timmerklass 18 är det motsatta förhållanden. Hur många stockar som faktiskt kan sorteras inom klassgränserna är alltså synnerligen beroende av diameterfördelningens standardavvikelse. I figuren nedan visas hur diameterfördelningen förändras då standardavvikelsen förändras. I detta exempel är standardavvikelsen satt till 4,8 (timmerklass 16:s verkliga standardavvikelse) 4 och 3 mm.



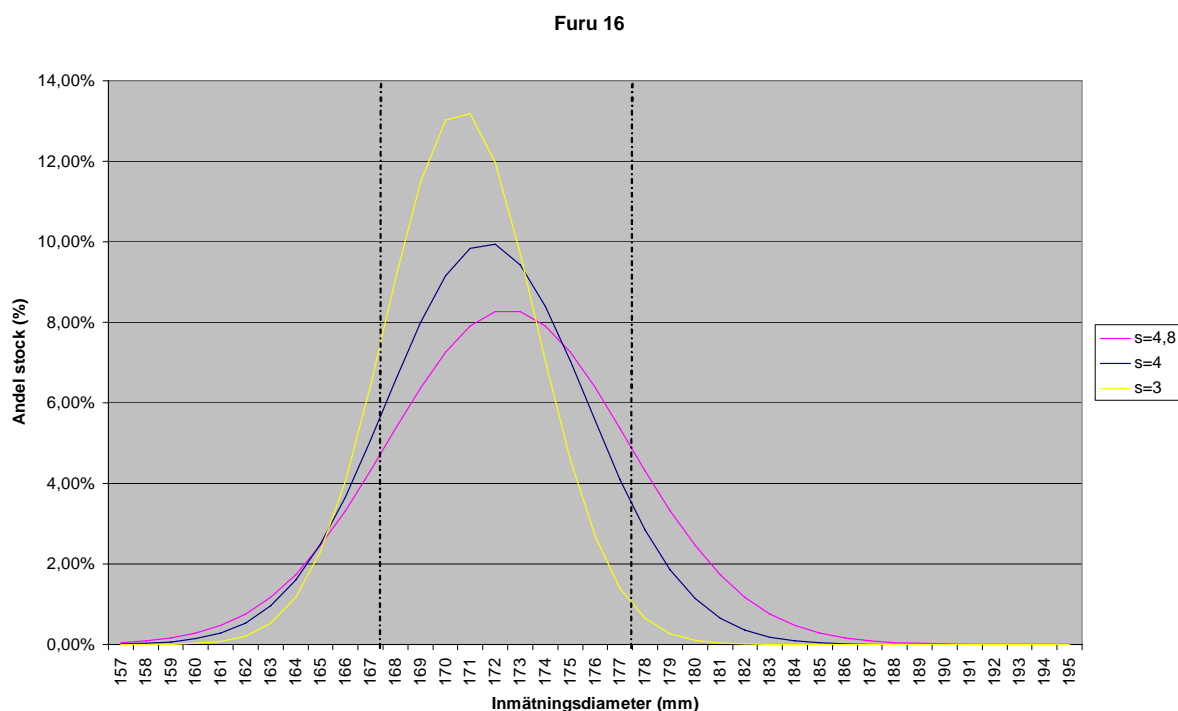
**Figur 12.** Spridningens betydelse för andelen rättsorterade stockar. De olika kurvorna i figuren ovan representerar en timmerklass där spridningen minskar. De streckade linjerna motsvarar klassgränserna. Det kan tydligt ses att ju lägre spridning desto fler stockar inom timmerklassen gränser.

**Tabell 19.** Standardavvikelsens betydelse för hur stor andel av timret som teoretiskt kan sorteras till rätt timmerklass.

Standardavvikelse (mm)	Möjlig andel rättsorterade
4,8	70,33 %
4	78,99 %
3	90,60 %

En minskning av spridningen från 4,8 till 3 mm innebär således att andelen rättsorterade stockar kan höjas med drygt 20 %. Den största vinsten med en lägre spridning ligger dock i att timmervolymen inom klassen kan minskas utan att öka andelen för klint timmer. Under rubriken 3.1.3. Volymen trä, redovisades ett räkneexempel där det beräknades hur mycket trä som kunde sparas genom att centrera timmerklasserna. Genom en centrerad och därigenom en minskning av timmervolymen innebär också att andelen för klint timmer ökar med stor risk för ökad vankant.

Med en standardavvikelse på 4,8 mm kommer utfallet av sorteringen vara att  $(100-70,33)/2 = 14,8$  % av timret sorteras under klassgränsen förutsatt, att normalfördelningskurvan är centrerad inom klassen. Nedan ges ett exempel på hur timmerklassvolymen kan minskas då spridningen minskar. För att ha ett referensvärde är stockarna sorterade under timmerklassen satt konstant till 14,8 %.



**Figur 13.** Standardavvikelsens betydelse för timmervolymen inom timmerklassen. Om spridningen minskar kan också timmervolymen i klassen minskas utan att andelen för klint timmer ökar.

**Tabell 20.** Standardavvikelsens betydelse för timmervolymen inom timmerklassen. Genom en lägre spridning kan volymen inom klassen minska.

Sdtav.(mm)	Stockar sorterade under klassgräns (%)	Medel Inmdia (mm)	Skillnad mot referens (mm)	Inspasad volym (dm <sup>3</sup> )
4,8	14,8	172,5	-	-
4	14,8	171,67	0,83	1,3
3	14,8	170,62	1,88	3,0

**Förklaring:**

Stdav = Standardavvikelsen för diameterfördelningen

Stockar sorterade under klassgräns = procentuella andelen klen timmer, konstant

Medel inmdia = inmättingsdiameterens medelvärde vid konstant andel klen timmer och given standardavvikelse

Skillnad mot referens = 172,5 - Medel Inmdia

Inspasad volym = Inspasad medelvolym vid minskning av medelvärdet för inmättingsdiameter

Den insparade volymen är beräknad med den fysikaliska volymens diameterberoende (7):

$$y = 1,6054x - 146,78$$

**Förutsättningar för ett år:**

Totalt antal furustockar: 2 000 000 \* 0,60 = 1 200 000 st

Medelpris furu: 475 kr/m<sup>3</sup>

Standardavvikelse = 4 mm; 1200000\*(1,3/1000)\*475 = **741 000** kr/år

Standardavvikelse = 3 mm; 1200000\*(3,0/1000)\*475 = **1 710 000** kr/år

En sänkning av spridningen skulle alltså kunna innebära en stor kostnadsbesparing om timmervolymen inom klasserna kan minska utan att andelen för klen timmer skulle öka. På grund av att andelen för klen timmer inte ökar borde inte heller utfallet av de sågade varorna förändras. Kostnadsbesparingen har sin grund i att en mindre volym trä skulle användas och därigenom skulle sågutbytet förbättras. För att räkna på hur stor en sådan förbättring skulle bli antas att utbytet ligger på 43 %.

$$\text{Gammalt utbytet } 43,0 \% = \frac{\text{Sågade virkets nominella volym} \cdot 100\%}{\text{Timrets verkliga volym}} \quad (\text{Grönlund 1992})$$

$$0,43 \cdot (172,5 \cdot 1,6054 - 146,78) = 55,97 \text{ dm}^3$$

$$\text{Nytt utbyte} = \frac{55,97}{(172,5 \cdot 1,6054 - 146,78) - 3,0} \approx \mathbf{44,0 \%}$$

En sänkning av standardavvikelsen från 4,8 till 3 mm skulle således innebära att utbytet höjs med 1 %.

Förändringen av barkavdragen som gjordes fick följden att den genomsnittliga standardavvikelsen minskade för klasserna. Vid en motsvarande beräkning som presenterats ovan, d.v.s. att sätta den procentuella andelen stockar sorterade under klassgränsen som konstant och förändra spridningen, kan även en summa pengar beräknas med stickprovets riktiga värden, se tabell nedan.

**Tabell 21.** Standardavvikelsens betydelse för timmervolymen inom timmerklassen. Genom en lägre spridning kan volymen inom klassen minskas.

<b>Före ändring</b>			<b>Efter ändring</b>			<b>Volym</b>
<b>klass</b>	<b>Stdav (mm)</b>	<b>Inmdia (mm)</b>	<b>Stdav (mm)</b>	<b>Ny inmdia (mm)</b>	<b>skillnad</b>	
15	4,5	162,5	4,2	162,16	0,34	0,55
16	4,8	172,5	4,3	171,98	0,52	0,83
18	5,4	197	5,7	197,42	-0,42	-0,67
<b>Medel</b>					<b>0,15</b>	<b>0,24</b>

**Förklaring:**

Stdav = Standardavvikelse

Inmdia = sorteringsdiameter, medeldiametern mätt 10 cm från toppen

Ny inmdia = Ny inmättingsdiameter p.g.a. konstant andel klint timmer och förändrad spridning

Volym = Timmerklassens volymförändring p.g.a. konstant andel klint timmer och förändrad spridning

Tabellen ovan visar att en relativt låg minskning av standardavvikelsen ändå kan ge en genomsnittlig besparing av trä på 0,24 dm<sup>3</sup> erhållas. Detta motsvarar en besparing på  $(0,24/1000) \cdot 1\,200\,000 \cdot 475 = 136\,800$  kr.

Trots att den genomsnittliga minskningen av spridningen endast var 0,2 mm kan det sparas 136 800 kr genom en lägre materialförbrukning. Detta gäller endast för furustockarna och skulle spridningen även kunna minskas för grantimret skulle summan följaktligen bli ännu högre.

I tabell 16 visades att medelvärdet för inmättingsdiameteren ändrades mycket efter förändringen av barkavdragen. Det innebär med stor sannolikhet också att timmerklasserna troligtvis måste ändras för att andelen vankant inte ska bli för stor. Tabellen nedan visar tankegångar för hur timmerklasserna kan ändras.

**Tabell 22.** *Sammanställning av nya klassgränser.*

Timmerklass	Gamla klassgränser	Skillnad av inmdia efter ändring	Sänkning pga. lägre spridning	Nya gränser
15	158-167	4,3	0,34	162 - 171
16	168-177	5,0	0,52	172 - 181
18	190-204	5,4	-0,42	196 - 210

**Förklaring:**

Gamla klassgränser = Timmerklassens klassgränser innan förändrade barkavdrag

Skillnad av inmdia efter ändring = Skillnaden mellan inmätningssidmeterns medelvärde före och efter förändrade barkavdrag

Sänkning pga. lägre spridning = möjlig minskning av inmätningssidmetern p.g.a. lägre standardavvikelse

Nya gränser = tänkbara nya klassgränser

*Exempel timmerklass 15:*

Ny undre gräns:  $158 + 4,3 - 0,34 = 161,96$

Ny övre gräns:  $167 + 4,3 - 0,34 = 170,96$ ; d.v.s. nya klassgränser 162-171

Tabellen ovan visar att det är viktigt med kunskap om timmerklasserna standardavvikelse och medelvärde för att på ett bra och säkert sätt kunna styra timmersorteringen. Att samla in statistik och använda som referensvärden vid olika förändringar är värt mycket. I detta arbete har inte data från alla timmerklasser kunnat sammanställas men det visar tankegångarna och ett fortsatt arbete med insamlande av data bör därför göras. I rapporten har det rekommenderats att diameterfördelningarna bör centreras inom klasserna genom ett optimalt barkavdrag. Detta innebär inte att timmerklassgränserna bör vara fasta utan givetvis bör dessa gränser vara utformade så att det t.ex. inte blir för stor andel vankant. Optimala barkavdrag innebär dock att statistiken som sparas vid mätstationen blir korrekt samt att spridningen hålls på en så låg som möjligt.

Eftersom timmerklasserna spänner över olika stora intervall är det svårt att jämföra sorteringsutfallet för olika klasser. En större timmerklass med stora toleransområden ger en större standardavvikelse än en timmerklass med små. Ett sätt att göra just dessa jämförelser kan vara att göra en duglighetsanalys, se kapitel 1.5.3. Duglighet.

**Tabell 23.** Duglighetsindex, centreringsmått samt det korrigerade duglighetsindexet.

Furu	Timmer- klass	Klassbredd (mm)	Före ändring			Efter ändring		
			$C_p$	CM	$C_{pk}$	$C_p$	CM	$C_{pk}$
	13	9	0,22	0,36	0,14	-	-	-
	14	9	0,31	0,49	0,16	-	-	-
	15	9	0,33	0,60	0,13	0,36	0,36	0,23
	16	9	0,31	0,80	0,06	0,35	0,31	0,24
	17	11	0,41	0,62	0,16	-	-	-
	18	14	0,43	0,47	0,23	0,41	0,30	0,29
	19	9	0,31	0,64	0,11	-	-	-
	20	14	-	-	-	0,33	0,69	0,10
Medel:			<b>0,33</b>	<b>0,57</b>	<b>0,14</b>	<b>0,36</b>	<b>0,41</b>	<b>0,22</b>
<b>Gran</b>	14	13	0,32	0,25	0,24			
	15	9	0,28	0,33	0,19			
	16	13	0,36	0,32	0,24			
	20	19	0,45	0,03	0,43			
Medel:			<b>0,35</b>	<b>0,23</b>	<b>0,28</b>			

**Tabell 24.** Duglighetsindex, centreringsmått och det korrigerade duglighetsindexet före och efter ändring av barkavdragen.

Furu	Timmerklass	Före ändring			Efter ändring		
		$C_p$	CM	$C_{pk}$	$C_p$	CM	$C_{pk}$
	15	0,33	0,60	0,13	0,36	0,36	0,23
	16	0,31	0,80	0,06	0,35	0,31	0,24
	18	0,43	0,47	0,23	0,41	0,30	0,29
<b>Medel</b>		<b>0,36</b>	<b>0,62</b>	<b>0,14</b>	<b>0,37</b>	<b>0,32</b>	<b>0,25</b>

**Förklaring:**

$C_p$  = Duglighetsindex

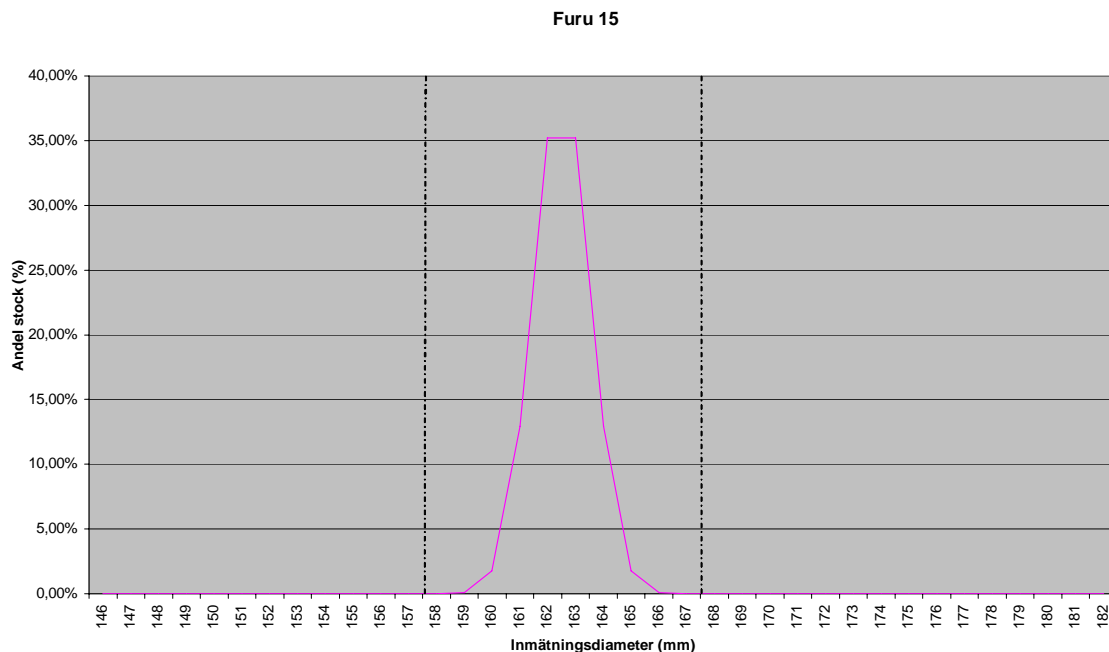
CM = Centreringsmått

$C_{pk}$  = Det korrigerade duglighetsindexet

För mer detaljerade beskrivningar se teorikapitel 1.5.3. Duglighet.

I den övre tabellen kan jämförelser göras mellan gran och furu. Duglighetsindex, d.v.s. måttet för hur bra sorteringsprocessen klarar att sortera enheter innanför gränserna, är något sämre för gran än för furu. Däremot är granklasserna bättre centrerade än vad furuklasserna är vilket leder till att det korrigerade duglighetsindexet också är bättre för granklasserna.

I den undre tabellen jämförs furuklasserna 15,16 samt 18. Tabellen visar att de nya barkavdragen både förbättrade spridningen och centreringsen. Därigenom har även det korrigerade duglighetsindexet förbättrats. I teoriavsnittet nämns kvalitetsförbättringsprogrammet 6 sigma där målet är att  $C_{pk}$  skall vara minst 1,5. Om ett antagande görs att man lyckas centrera timmerklass 15 skulle spridningen behöva vara så låg som 1 mm för att uppnå detta mål. Detta är naturligtvis inte rimligt i detta sammanhang eftersom vissa timmerdiametrar då helt skulle försvinna, se figur nedan.



**Figur 14.** Illustration över hur låg standardavvikelsen bör vara för att uppfylla 6 sigmas mål om att det korrigerade duglighetsindexet ska vara minst 1,5. Spridningen för fördelningen skulle då behöva vara 1 mm förutsatt att fördelningen är centrerad inom gränserna.

Som figuren ovan visar skulle inte diametrarna 158 och 167 finnas med vilket givetvis är orimligt. Målsättningen vid timmersorteringen bör dock vara att sänka spridningen så mycket som bara möjligt eftersom den har så stor inverkan på totalekonomin.

Som visats ovan går inte spridningen att sänka hur mycket som helst och även med optimala kommer felsorterade stockar ändå förekomma, se 1.5.3 barkavdrag. Snö, barkavskav samt den individuella variationen kommer att medföra att stockar sorteras till fel klass. Vidare kan operatörerna vid mätstationen bedöma barktyperna olika samt att de inte är 100 % alerta då de sitter en hel dag och bedömer bark. Vid Jämtlamell finns två ordinarie operatörer men det används även vikarier vid sjukdom och ledighet. Insamlandet av stockdata från mätstationen genomfördes vid fem olika dagar. Under en av dagarna förekom det att tusentals stockar i följd bedömdes ha samma barktyp trots att de inkommande stockarna varierade mycket med avseende på dimension. Givetvis kan det ha varit så att dessa stockar faktiskt hade samma barktyp även om det inte är sannolikt då det vanliga vid insamlingen var att barktyperna varierade stort. Detta påverkar givetvis sorteringen på ett negativt sätt eftersom barkavdragen för de olika barktyperna kan variera ett par millimeter, se bilaga IV. Om exempelvis en stock med en diameter på 200 mm mäts och barktypen bedöms som tunn fast den i själva verket har barktypen tjock, kommer barkavdragets storlek att felas med 5 mm. Sannolikheten för att denna stock då ska sorteras till rätt timmerklass minskas avsevärt.

Om det är vanligt förekommande att det slarvas med barkbedömningen kommer givetvis spridningarna för timmerklassernas diameterfördelning att öka vilket leder till ökade kostnader för sågverket. Att mäta hur korrekt personalen bedömer barktyperna är inte lätt. Att det är viktigt med en korrekt barkbedömning är dock givetvis lätt att inse eftersom den påverkar spridningen och därigenom sågverkets materialkostnader. Att noggrant följa upp spridningen kan därför vara bra för att snabbt kunna se då något går snett.

### 3.3.2 Alternativa sorteringsmetoder

Grundberg et al (2001) har gjort undersökningar där de utvärderat olika mätramars mätnoggrannhet på olika sågverk. Undersökning genomfördes på så sätt att stockar mättes på bark för att sedan mätas under bark. Resultatet från denna undersökning visade att barkavdragen har en liten betydelse eller ingen alls för spridningen. Detta innebär att spridningen inte kan minskas speciellt mycket genom att endast förändra barkavdragen. Däremot kan medelvärdet för inmätningens diameter ändras genom att förändra storleken på barkavdragen. Även i denna undersökning fick förändringen av barkavdragen en relativt liten inverkan på standardavvikelsen.

Under tabell 21 har spridningens betydelse visats. Men för att nå en spridning på runt 3 mm krävs produktionsförändringar och andra metoder att mäta barken på. En metod som enligt Klippmark (2004) är relativt ovanlig i Sverige men desto vanligare i Mellaneuropa är att barka stockarna innan sorteringsmätning. Detta löser barkproblemet men ställer speciella krav på sågverket. Dessa krav är enligt Klippmark (2004):

- De hala stockarna kräver att sorteringsfacken byggs som lådor för att det inte ska bröta i fackläggningen.
- Timmerplanen måste asfalteras och städas regelbundet för att undvika skräp på stockarna som kan skada sågtänder och fräsar.
- Timmerplanen växer och kräver större område eftersom de hala obarkade stockarna inte kan läggas i lika höga vältor som barkade stockar.
- Under savperioden blir barkat timmer mer svårhanterligt för fordonsföraren vilket kräver extra krav på körskicklighet.
- Barken är ett skydd mot skador och kambieskiktet gynnar tillväxt av blånad. Detta är dock en omtvistad fråga. Sågverk som sorterar barkat timmer har ofta en hög kapacitet och lageromsättning och därmed sägs blånadsskadorna inte vara mer frekventa än hos andra.
- Bullernivån kring timmersorteringen ökar då barken avlägsnats före sortering eftersom barken dämpar ljudet då stockarna petas i facken.



Vidare skriver Klippmark (2004) att en annan metod är att använda röntgen. Denna metod ger även andra möjligheter än bara bedömning av bark. Röntgen ger förutom en barktjocklek även information om stocken inre egenskaper såsom densitet, kärnvedsinnehåll, kvistposition etc. Denna information gör det möjligt att med hög precision kvalitetssortera timret mot viss önskad kvalitet på den färdiga varan. Röntgen är dock dyr i drift och ställer speciella krav på strålningskyddande åtgärder.

Klippmark (2004) har i sitt examensarbete testat och utvärderat en automatisk barkmätningssystem levererad av Benima AB. En sådan utrustning fungerar på så sätt att varje tvärsnittprofil som detekteras längs stocken spänns upp av 64 jämt fördelade radier. Genom trakeideffekten går det sedan att bestämma vilken av dessa radier som är mätta på ved respektive bark. Med denna information går det sedan att beräkna dels andelen barkavskav, dels att approximera en barktjocklek. Svagheten med denna metod är stockar som helt saknar barkavskav samt att snö och is kan ställa till med problem.

Slutsatserna Klippmark drar av arbetet är att den automatiska barkmätningssystemet sänker standardavvikelsen på diametermätningen med 0,4 mm jämfört med VMF:s barkavdrag. Detta trots att arbetet är genomfört under vinterhalvåret då barkavskaven är som minst samt att utrustningen precis var satt i bruk och därmed inte fullt kalibrerad. Vid sågverket som arbetet är utfört på innebär denna sänkning en årlig besparing på 570 000 SEK. Vidare finner Klippmark att utrustningen ibland misstolkade snö och is som ved. Denna misstolkning samt att barkavskaven under vintern är få gör att utrustningen inte bör användas vintertid (Klippmark 2004). Däremot tror Klippmark att utrustningen med största sannolikhet kommer att ge bra resultat under perioden april - maj då barkavskav är vanligt förekommande. Dessutom kommer man ifrån den mänskliga faktorn med olika operatörers olika bedömningar etc..

En metod för att undvika vankant kunde vara att bygga om timmerintaget med ett extrafack där för klen timmer puttades ut i. Detta skulle inte minska spridningen vid sorteringsmätningen men skulle ändå innebära en kvalitetssäkring mot vankant. Timmervolymen i timmerklasserna skulle kunna minskas samtidigt som för klen timmer skulle kunna undvikas i sågen genom att dessa stockar petades bort från produktionen innan sågning. De stockar med för liten diameter som tas ur produktionen skulle sedan placeras i timmerklassen under. Om exempelvis klass 15 sågas skulle timret som petas ut direkt placeras i vältan för timmerklass 14. Nackdelen med en sådan lösning är att timret får genomgå ytterligare behandling vilket kan leda till mer omfattande timmerskador. Fördelarna med en sådan lösning skulle kunna bli:

- Minskad timmervolymer i timmerklasserna samtidigt som för klen timmer undviks i sågen vilket därigenom minskar risken för vankant.
- Även om snö och barkavskav påverkar inmätningen av timret skulle ändå risken för vankant minska då det för klena timret kan petas bort.
- En minskad andel vankant minskar även riskerna för att virke med vankant, trots sortering i justerverk, går ända fram till kund och orsakar reklamationer, som i sin tur ökar kostnaderna för omarbete av produkterna och kanske till och med skadad goodwill. Vankant kan även innebära att det sågade virket sänks i kvalitetsklass vilket innebär att intäkterna minskar.

### 3.3.3 Kontroll av mätram

För att säkerställa att man sorterar så bra som faktiskt är möjligt med befintlig utrustning är det viktigt att mätramarna fungerar som de ska. Mätramarna testas dagligen med en plaststock men förutom de dagliga rutinerna är det enligt Grundberg et al (2001) även viktigt att komplettera de dagliga rutinerna med repeterbarhetstester som ger kontroll på spridningar och signalbehandlingar. I denna undersökning är ingen ordentlig utvärdering av mätramarna gjord men i jakten på ett så bra sorteringsutfall som möjligt är det nödvändigt att göra en sådan. Olika tester för att utvärdera mätramarna kan enligt grundberg et al (2001) genomföras enligt följande:

#### Repeterbarhetstest

30 - 40 väljs ut ur ett antal timmerklasser förslagsvis ur en klen, en medelgrov och en grov klass. Dessa stockar körs genom mätramens 5 gånger och på så sätt får man fem mätvärden från varje stock. För dessa fem mätvärden beräknas sedan standardavvikelsen för varje stock. Därefter beräknas medelvärdet för standardavvikelsena inom respektive klass. Detta ger ett mått på vilken spridningen är vid diametermätning på barkat timmer. De tester som grundberg et al (2001) gjort på olika sågverk gav spridningar motsvarande 0,7-1,0 mm för medeldiametern. Skugggramarna gav spridningar på mellan 2,0 - 3,6 mm.

Gör man ett likadant försök på obarkat timmer får man en större standardavvikelse. Ett sådant repeterbarhetsförsök ger ett mått på hur stort felet blir när man även tar hänsyn till problematiken avskavd bark, lösa barkflagor etc.. Den här typen av försök kommer att ge olika resultat beroende på när på året försöket genomförs. För att få en uppfattning om hur mycket bark som försvinner i hanteringen beräknas medelvärdet för stockdiametern inom respektive timmerklass och mätomgång. Därefter kan man studera hur mycket diametermedelvärdet för respektive klass minskar vid omsorteringarna.

För att få ett mått på hur barktjocklek och barkning spelar in så jämför man diametern på och under bark för de olika stockarna. För varje stock beräknas skillnaden mellan första mätningen på bark och första mätningen under bark. Därefter beräknas medelvärde och standardavvikelse för skillnaden inom respektive timmerklass. En sådan undersökning ger en bra uppfattning om det totala mätfelet inklusive mätramens begränsningar, stocken oregelbundna form och problem med barkavskav och varierande barktjocklek.

### **Omsorteringsprov**

Ur tre olika timmerklasser omsorteras ca 100 stockar. Vid omsortering kontrolleras hur stor mängd som sorteras i samma fack som tidigare. Arbetet innebär en förlorad produktionstid på 1 timme. Rekommenderat provintervall ca 1 gång/månad

### **Signalkontroll**

Ca 20 stockars bildfiler sparas och kontrolleras i ett visualiseringsprogram. Digitalbilder av stockarna i topp- och rotända jämförs med databilderna. Vid signalfel kan raka kanter förekomma på bilderna från mätramen. I vissa fall kan även "kammar" sticka upp från stockytan. Arbetet innebär en förlorad produktionstid på 1 timme. Rekommenderat provintervall ca 1 gång/månad

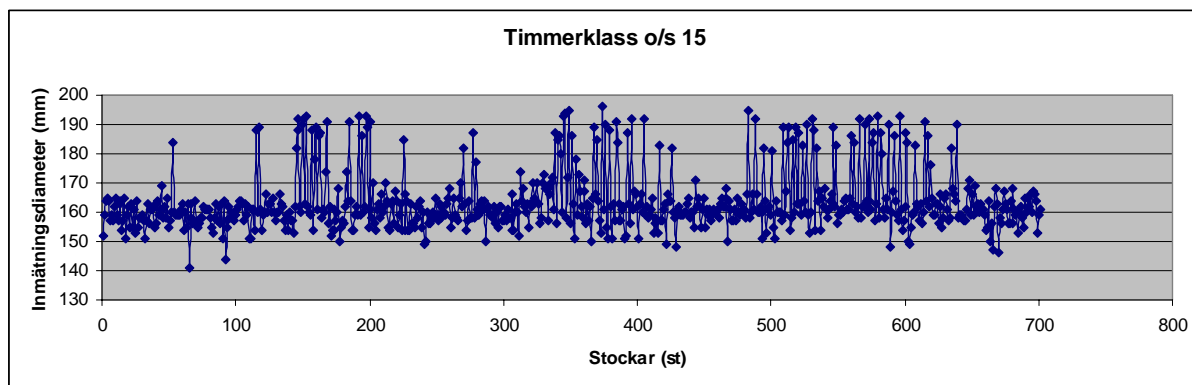
### **Repeterbarhetsprov med plaststockar**

Avgjutningar av 2 stockar, en toppstock och en rotstock, mäts i mätramen. De två plaststockarna mäts 15 ggr med toppen först och 15 ggr med roten först, totalt 60 mätningar. Därefter beräknas medelvärden och standardavvikelser för de parametrar som mätramen mäter, d.v.s. inmätningens diameter, fysikalisk volym, mindiamter etc.. Arbetet innebär en förlorad produktionstid av ca 4 timmar. Rekommenderat provintervall 1 gång/månad.

Metoder för hur ovanstående tester ska genomföras och referensvärden finns i rapporten *Förbättrade metoder vid användning av 3D - mätramar* (Grundberg et al 2001).

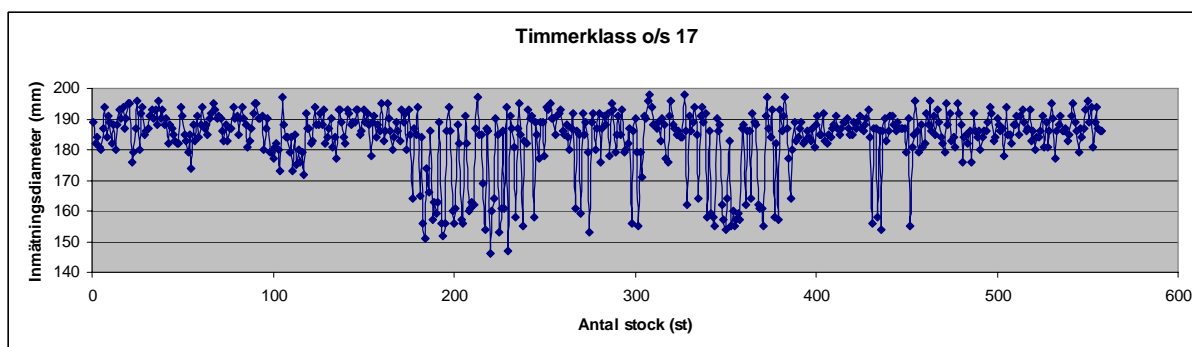
### 3.4 Timmerhantering

Vid undersökning av stockarna på individnivå kan avvikelser gällande inmätningens diameter lätt ses. I figur 10 nedan visas ett urval ur ett stickprov från timmerklass o/s 15 tagits vid mätramen i såghuset. Gränserna för timmerklass o/s 15 är 153 – 160 mm.



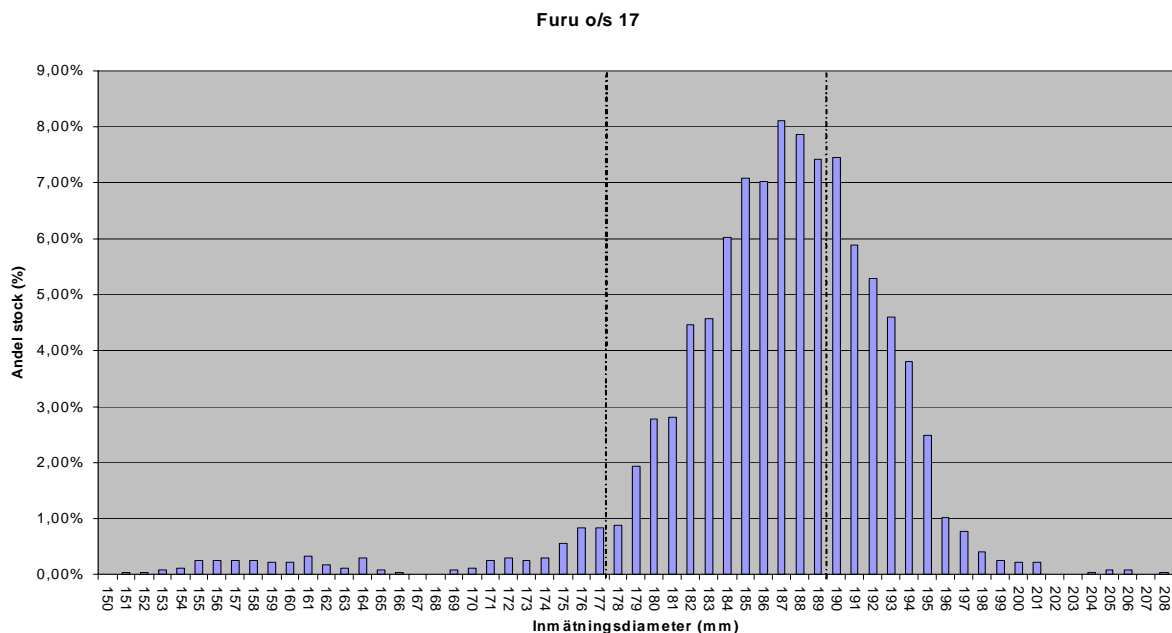
**Figur 15.** Exempel på felaktig timmerhantering. Då denna timmerklass sågades anlände grupper med tydligt avvikande inmätningens diameter. Troligen är felet orsakat av timmer tagits från fel timmeröälta.

I figuren syns tydligt grupper med inmätningens diameter mellan 180 -190 mm, d.v.s. någonstans runt timmerklass 17. Då sågen är postad för att såga timmerklass 15 och timret kommer från klass 17 inses lätt att utbytet drastiskt försämras. I fallen, som i figuren ovan, då det kommer stockar från en grövre timmerklass kan det troligtvis ändå produceras virke som går att sälja även om utbytet blir lägre. Då är det värre när det sågas timmer från en klenare klass då virket troligtvis kommer att ha mycket vankant. I figur 11 nedan ges ett sådant exempel.



**Figur 16.** Exempel på felaktig timmerhantering. Då denna timmerklass sågades anlände grupper med tydligt avvikande inmätningens diameter. Troligen är felet orsakat av timmer tagits från fel timmeröälta.

Detta exempel är ett urval ur ett stickprov från timmerklass o/s 17 som ska innehålla stockar med inmättningsdiametrar mellan 178 - 189 mm. Felstockarna i detta fall verkar komma från klass 15. De felaktiga stockarna syns även om man tittar på diameterfördelningen, se figur nedan.



Figur 17. Inmättningsdiameterernas fördelning för timmerklass o/s 17. De streckade linjerna motsvarar klassgränserna. Till vänster i bilden syns timret med avvikande inmättningsdiameter.

Genom att beräkna antalet stockar med inmättningsdiametern under 168 mm kan det uppskattas hur många stockar som hamnat fel. I det här fallet hade 79 stockar en inmättningsdiameter som var lägre än 168 mm. Medelvärdet för den fysikaliska volymen för dessa stockar var 106,2 dm<sup>3</sup>. Detta innebär  $0,1062 \cdot 475 \cdot 79 = 3985$  kr i materialkostnad. Kostnaderna kommer troligen att öka ytterligare p.g.a. förlorad produktionstid (timret sågas ändå) samt att för klen timmer kan fastna i maskiner och orsaka produktionsstopp. En viss inkomst för flis erhålls dock för timret.

Orsakerna till dessa fall är svåra att fastslå eftersom det bara är mätvärden hämtade från en mätram. Men det är sannolikt att dessa fel är orsakade av att timmer tagits från fel vält då det transporterats till såghuset för sågning eftersom det är relativt sammanhängande grupper med felstockar. Om det hade varit något fel på mätutrustningen vid sorteringen borde dessa stockar ha varit mer uppblandade med de korrekt sorterade stockarna. Vid en undersökning av timmerplanen kan det ses att timmervältorna för dessa två timmerklasser (o/s 15 och o/s 17) är placerade intill varandra, se bilaga V. Om truckföraren för ett ögonblick tappar koncentrationen när han hämtar timmer är det förmodligen lätt hänt att fel uppstår.

Det bör dock nämnas att fall som beskrivits ovan inte förekommer ofta. Data från mätramen i såghuset samlades in vid 14 olika tillfällen och mer än 32 000 stockar från olika timmerklasser och träslag är sparade. Alla dessa stockar är undersökta och dessa två redovisade fall är de enda fallen med så tydligt avvikande grupper. För att få förståelse för hur ofta det förekommer att stockar tas från fel välta är det nödvändigt att kontinuerligt samla in stockdata under en längre tid. I denna undersökning konstateras endast att problemet faktiskt förekommer och att det ger upphov till en kvalitetsbristkostnad.

Om stockarna tas från facket och därifrån placeras i felaktig välta kommer de felplacerade stockarna att blandas upp med de övriga stockarna. Detta gör att inga tydligt avvikande grupper kan ses i liknande diagram som ovan. Vid undersökning av stockarnas diameter ses dock en och annan stock som avviker från de övriga men om det beror på felaktigt barkavdrag, att dessa stockar placerats i fel välta eller om det beror på ofullkomligheter vid inmätningen av stocken är svårt att fastställa. Att söka efter felsorterade stockar vid vältorna är svårt eftersom vältorna är väldigt stora samt att stockarna där ligger med toppen åt olika håll. En manuell kontrollmätning av stockarna blir därmed svår att genomföra.

Idag försöker man försvåra för truckförarna att göra fel genom att använda tydliga skyltar med facknummer och nummer på vältan. Men det är inte tillräckligt eftersom felet ändå uppstår. Troligtvis uppstår felet p.g.a. okoncentration eller att truckföraren helt enkelt glömmer bort från vilket fack han tagit timret då det ska placeras i vältorna. Då dessutom storleksskillnaden på timret mellan intilliggande vältor i vissa fall är väldigt liten kan det vara svårt att med blotta ögat se i vilken välta timret ska placeras.

Om vältornas positioner ändrades så att grovt och klint timmer blandades upp i större omfattning så att storleksskillnad mellan de olika vältorna blev större, borde det synas tydligare om man begår ett misstag. Vid en ändring av vältornas positioner bör även virkets transportsträckor beaktas. D.v.s. att de timmerklasser som sågas mest bör placeras så att de får den kortaste transportvägen. Imai (1997) skriver att en viktig del i Kaizen - filosofin är att eliminera alla sorters aktiviteter som inte tillför något värde till produkten. Alla typer av transporter är just sådana aktiviteter som inte tillför något värde och därför bör dessa enligt Imai försöka elimineras.

På ett sågverk är det givetvis omöjligt att helt eliminera transporter men däremot är det nog fullt möjligt att väsentligt förkorta transportererna. I bilaga V kan ses hur layouten på timmerplanen ser ut och hur timmerklasserna ligger i förhållande till varandra. De mest frekventa timmerklasserna (högst antal stockar) är furu 14 och gran 15. Om man utgår från dessa timmerklasser skulle en ny layout kunna se ut enligt följande.

**Tabell 25.** Förslag på ny timmerplanslayout.

Gran			Tall		
Sorteringsklass	Kommentar	Fack nr	Fack nr	Kommentar	Sorteringsklass
15	142-151	30	29	148-157	14
17	166-184	28	27	168-177	16
14	128-141	26	25	138-147	13
16L	152-165	24	23	158-167	15
18	185-194	22	21	178-189	17
16K	152-165	20	19	128-137	12
19	195-209	18	17	190-204	18
21	230-239	16	15	230-244	21
23	240-254	14	13	215-229	20
20	210-229	12	11	205-214	19
25	255-285	10	9	245-254	23
18 O/S	190-204	8	7	270-289	27
27	286-306	6	5	255-269	25
15 O/S	153-160	4	3	290-309	29
20 O/S	215-229	2	1	330-359, 11F	31, 11
17 O/S	178-189	40	39	360-400	33+, 13G
21 O/S, 33G	230-244	38	37	310-329	30
29	307-321	36	35	Massa	
	Spik Och Kontroll	34	33	Röttimmer, ÖG	
	Långt	32	31	Dstock, krok	

**Förklaring:**

Granklassen 16 är uppdelad i två separata klasser, 16L (lång) och 16K (kort). 16L omfattar stockar med längden 301 - 390 cm.

**O/S** - stockar är raka fina rotstockar av furu.

**Dstock** står för dubbelstock och innebär att vid två stockar ligger omlott vid mätningen varmed mätramen uppfattar stocken som för lång (> 575 cm). Dessa stockar sorteras om.

**Krokstockar** tas till en kap och kroken kapas bort. Samma sak gäller för stockar innehållande metall (spik).

**ÖG** betyder övergrovt och timmer klassas som övergrovt antingen då toppdiametern är större än 40 cm eller då rotändsdiametern är större än 60 cm.

I detta förslag på en ny timmerplanlayout har det tagits hänsyn till timmerklasserna med högst antal stock. Dessa är placerade närmast såghuset för att minska transportsträckorna. Vidare har hänsyn tagits till att ha ett visst dimensionsglapp mellan de intilliggande vältorna för att en storleksskillnad på timret ska kunna ses (till exempel bör ej timmerklasserna 13 och 14 ligga intill varandra). Även om timmerplanens layout förändras kan givetvis olika fel i hanteringen inträffa men dessa blir i sådana fall lättare att följa upp genom att misstagen tydligare kommer att märkas.

### **3.5 Fortsatt arbete vid timmersorteringen**

Som redovisats ovan har barkavdragen varit för stora vilket fått följden att en stor andel av stockarna sorterats till fel klass. Trots en genomförd förändring av barkavdragen finns fortfarande potential att höja andelen rättsorterade stockar eftersom diameterfördelningarna inte är centrerade inom timmerklasserna. Det kan diskuteras om förändringen av barkavdragen var nödvändig att genomföra eftersom de gamla timmerklasserna, trots felaktiga barkavdrag, kan ha överensstämt bra gentemot postningarna. Personligen anser jag ändå att barkavdragen bör överensstämma med timrets barktjocklek i så hög grad som möjligt eftersom statistik från mätstationen annars blir felaktig. Det är även sannolikt att spridningen för diameterfördelningarna blir högre med felaktiga barkavdrag.

Det har även visats i rapporten att spridningen för diameterfördelningen har en väldigt stor betydelse för hur mycket pengar som går att spara genom en lägre materialförbrukning. Spridningen har även en direkt påverkan för hur många procent av timret som är möjlig att sortera till rätt timmerklass. Detsamma gäller för granklasserna som har högre standardavvikelse för diameterfördelningarna än vad furuklasserna.

En förändring av barkkonstanterna och därmed även en förändring av den genomsnittliga timmervolymen inom klassen, kan få konsekvenser på virket som ska säljas. Att bara minska timmervolymen utan att minska spridningen kommer med stor sannolikhet medföra att avkapen och kvalitetsnedklassning p.g.a. vankant kommer att öka. Därför måste konsekvenserna av en ändring av barkavdragen även mätas vid slutprodukten, d.v.s. vid det slutjusterade viket. Även om bortkapen och nedklassning av virket ökar kan ändå den slutliga totalekonomin och utbytet bli bättre genom att mindre råvara används i processen. Nedan ges ett antal förslag på fortsatt arbete.

- Gör om timmerplanslayouten enligt förslag i rapporten. Även vid en perfekt inmätning och sortering av timret kan resultatet försämrats vid en felaktig timmerhantering. All felhantering av timmer kommer således att öka kostnaderna.
- Fortsätt insamlandet av stockdata och beräkna medelvärde och standardavvikelse för timmerklasserna. Detta ger en bild över hur dessa värden förändras över ett år. Resultatet från en sådan undersökning kan bli att timmerklassgränserna ändras för olika årstider. Som exempel kan man titta på vad som hände då barkavdragen förändrades. För timmerklass 15 sänktes medelvärdet för inmätningdiameteren från 165,2 - 160,9 mm, d.v.s. 4,3 mm. Detta innebär att klassgränserna måste höjas med fyra mm för att man ska hamna på ungefär samma nivå som tidigare. D.v.s. nya klassgränser för timmerklass 15 bör då vara 162-171.

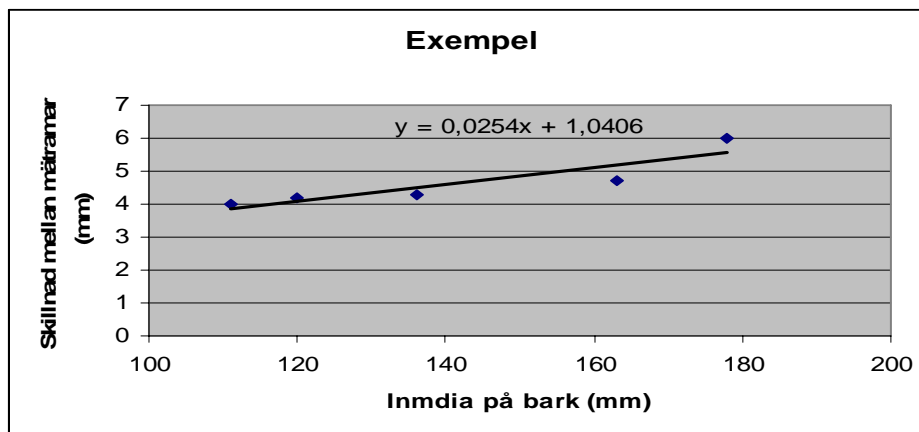


- Undersök hur timmerklasserna ser ut då sortering skett med skuggmätramen (2D). Enligt Grundberg et al (2001) har dessa mätramar en betydligt större spridning än vad 3D-mätramarna har. Eftersom 2D - mätramen ibland används vid sortering krävs kunskap om hur timmerklasserna då fördelar sig. En stor spridning leder till att timmerklassgränserna måste flyttas uppåt för att inte andelen för klen timmer ska öka, se figur 13.
- Var även noggrann med uppföljning då timmer köps från olika geografiska områden eftersom barktjockleken kan variera.
- Inför ytterligare en barktyp för gran för att kunna bedöma andelen avskavd bark även för gran, se 1.5.4. Barkavdrag. Var noga med att följa VMF:s instruktioner gällande barkavskav. Barkavskaven har stor påverkan på inmätningen, Grundberg et al (2001).
- De redovisade diameterfördelningarna, se bilaga I, ger en tydlig bild av hur timmerklasserna ser ut och kan användas för att simulera sågning för optimering av timmerklassgränser. Vidare kan även dessa fördelningar användas som referensvärden för utvärdering av eventuella framtida förändringar.
- Genomför noggranna tester och utvärderingar av hur bra mätramarna faktiskt mäter. Utför testerna regelbundet för att säkerställa att de alltid mäter korrekt.
- Se över möjligheterna att bygga ut timmerintaget med ett utpetningsfack där för klen timmer kan tas ur produktionen för omsortering.

Nedan ges ett förslag på hur sorteringen kan förbättras med utgångspunkt från att inga nyinvesteringar ska behöva göras. Det övergripande målet med förslaget är att centrera klasserna samt att hålla en så låg spridning på fördelningarna som möjligt. Förbättringsarbetet och optimering av barkavdragen kan därför genomföras följande sätt:

1. **Sätt upp mätbara mål på dit man vill komma och upprätta en plan på hur det ska uppnås.** Exempel: Förbättra andelen rättsorterade stockar med i genomsnitt 5 %. Detta ska uppnås genom mer optimala barkavdrag vilket leder till en centrerad diameterfördelning motsvarande timmerklassens mitt och en lägre spridning. Vidare ska även spridningen minskas genom en bättre timmerhantering som ska åstadkommas genom att ändra timmerplanslayouten enligt tabell 20. Barkavdragen skulle kunna beräknas enligt följande:

- Tillsammans med samtliga berörda operatörer väljs förslagsvis 30 stockar med en barktyp (exempel tunn) och numrera dessa 1 t.o.m. 30. Välj stockar med så lite barkavskav som möjligt. Välj stockar med varierande diameter så att de representerar olika klasser. Eftersom operatörerna deltar får de en möjlighet att likrikta sig vid sorteringen.
- Kör stockarna i nummerordning genom mätramen vid mätstationen och mät dessa på bark 5 gånger. Spara stockdatan.
- Barka stockarna och kör igenom dessa i nummerordning genom mätramen i såghuset 5 gånger. Spara stockdatan.
- Beräkna standardavvikelse och medelvärden enligt 3.3.3 kontroll av mätram
- Beräkna skillnaden för inmättingsdiametern före och efter barkning för varje enskild stock och varje körning. För varje enskild stock ritas denna skillnad därefter in i ett diagram, förslagsvis i Microsoft Excel, tillsammans med stockens värde på inmättingsdiametern på bark. D.v.s. skillnaden som y - axel och inmättingsdiametern som x - axel. Över dessa punkter anpassas en rät trendlinje tillsammans med ekvationen för linjen. Konstanterna i ekvationen motsvarar barkkonstanterna, se figur nedan.



Figur 18. Illustration över beräkning av barkkonstanter.

I detta exempel skulle alltså barkkonstanterna ha värdena  $a = 0,0254$  och  $b = 1,0406$ . Observera att detta är ett exempel med påhittade värden och för illustration.

2. **Genomför planering.** Beräkna nya värden för barkkonstanterna för samtliga barktyper samt förändra timmerplanslayouten.

3. **Övervaka sorteringsprocessen genom att ta ut stickprov och undersök om ändringen leder mot det uppsatta målet eller om den får motsatt effekt.** Det kan innebära att då en viss timmerklass sågas tas stockar från denna klass direkt efter sortering och körs direkt till sågen där de mäts och utvärderas.
4. **Då en mängd stockar sorterats med de nya konstanterna genomförs en ordentlig utvärdering om vilka konsekvenser ändringen fått.** Är målet uppnått? Hur många stockar sorteras i rätt klass? Hur mycket ökar avkapen i justerverket? Gör vankantsstudier. Hur påverkas utbytet? Måste timmerklasserna förändras? Går avdragen att förbättra ytterligare? I så fall börja om vid punkt 1.

### 3.6 Uppföljning

Hur väl timmersorteringen utfallit följs på jämtlamell upp genom att lagra stockinformation vid mätramen i såghuset. Då en viss timmerklass sågas lagras information om hur många procent av dessa stockar som var rättsorterade till rätt klass men även hur många stockar som var felsorterade och därigenom hamnade i fel klass. Exempel: Timmerklass 15 sågas. Från mätramen i såghuset tas uppföljningsrapport ut med följande resultat:

Timmerklass 14	Timmerklass 15	Timmerklass 16
12 %	62 %	26%

I detta fall har 62 % sorterats korrekt medan resterande 38 % sorterats fel. Som konstaterats i rapporten är diameterfördelningen normalfördelad vilket innebär att då sorteringen sker med korrekta barkavdrag borde de procentuella andelarna över respektive under rätt timmerklass vara lika stora. I rapporten har nämnts att snöförhållanden och barkavskav kan påverka timmersorteringen. Hur mycket det påverkar är inte kartlagt i undersökningen och därför kan det vara idé att följa upp sorteringen över tiden. Detta görs enkelt genom att följa klasserna var för sig och rita diagram med hur sorteringsutfallet varierar över tiden. På så sätt skulle det lätt ses om den procentuella andelen rättsorterade stockar förändras vid exempelvis snöfall. Även vid bevattning av stockar kan mätningen försvåras och därigenom ge en sämre sortering, vilket också kan vara en anledning att noggrant följa upp sorteringen.

Detta uppföljningssystem är dock relativt grovt. En mer noggrann uppföljning görs genom att samla in stockdata och beräkna medelvärden och standardavvikelse för stickprovet. Medelvärdet bör motsvara timmerklassens mitt och standardavvikelsen bör vara så låg som möjligt. Om förändringar genomförs kan dessa mått ge indikationer på om förändringen är bra eller inte.

På samma sätt som beskrevs ovan kan även en timmerklass medelvärde och standardavvikelse för fördelningen följas upp över tiden. Helt klart är det mer tidskrävande och samla in stockdata men det ger tydligare indikationer på när något går fel, t.ex. om timmer tagits från fel vält. Stockdata som lagras vid mätramen innehåller även volymmått för timret. Detta innebär att datan kan användas till utbytesberäkningar. Då en timmerklass sågas kan stockdatan för hela klassen lagras. Om denna information sedan jämförs med information från justerverket om hur mycket virke man faktiskt kunde producera av den ingående timmervolymen får man ett bra mått på utbytet.

Om det förhåller sig så att olika väderförhållande har en stor inverkan på timmersorteringens utfall och därigenom ändrar utseendet på timmerklassen (ökad eller minskad timmervolym inom klassen) kan det vara intressant att se hur utbytet förändras. Om t.ex. timmerklass 15 har följts upp enligt ovan och kunskap finns om den timmerklassens utbyte kan den informationen jämföras med nya utbytesberäkningar vid t.ex. vinterförhållanden. Då kan det ses hur utbytet påverkas och om medelvärdet för diameterfördelningen förändras.

- Samla in stockdata från tre timmerklasser varje vecka, en klen, en medel grov och en grov. Samla in data från 1500 stockar per timmerklass.
- Beräkna medelvärdet för inmättingsdiametern samt beräkna standardavvikelsen. Rita diagram med hur medelvärdet för inmättingsdiametern förändras med tiden. Om medelvärdet förändras mycket kanske timmerklassgränserna behöver justeras vid olika årstider.
- Kontrollera standardavvikelsen och jämför med värden från denna rapport. Om den av någon anledning drar iväg (årstidsförändring, sortering med 2D etc.) kan timmerklassgränserna behöva ändras. Om spridningen av någon anledning blir högre under exempelvis vinter kommer timmervolymen inom klassen att behöva ökas för att inte andelen för klen timmer (och därmed vankant) att öka.
- Gå igenom stockdatan för att undersöka om "fel" uppstått vid sorteringen. Detta görs enkelt genom att rita diagram med alla stockar, se figur 16.

- Genomför vankantsstudier regelbundet. En vankantsstudie kan enligt Grundberg et al (2001) genomföras på så sätt att 300 stockar/timmerklass från tre olika timmerklasser (klen, mellan och grov) samlas in. Efter delningssågen förs statistik över förekomsten av vankant där varje stock räknas för sig. Materialet kan delas upp enligt följande:

Lite van - upp till 2 dm

Mellan van - upp till 6 dm

Mycket van - över 6 dm eller vid förekomsten av mittvan

Eventuella framtida förändringar i timmerklasserna kan sedan enkelt utvärderas genom jämförelser av vankantsstatistik. Dessutom kan flera postningsalternativ för samma timmerklass samt nya dimensioner jämföras och utvärderas.

## Referenser

### Böcker

- Bergman, B. Klefsjö, B.** (1995). Kvalitet från behov till användning. Studentlitteratur, Lund.
- Grönlund, A.** (1992). Sågverksteknik del 1: Råvaran. Sveriges Skogsindustriförbund, Markaryd.
- Grönlund, A.** (1992). Sågverksteknik del 2: Processen. Sveriges Skogsindustriförbund, Markaryd.
- Imai, M.** (1997). Gemba Kaizen: a commonsense, low - cost approach to management. McGraw - Hill, New York.
- Persson, G.** (1997). Kvalitet en praktisk handbok. Björn Lundén information AB, Uddevalla.
- Vännman, K.** (1990). Matematisk statistik. Studentlitteratur, Lund.

### Internet

- Björklund, L. Eriksson, U.** (2004). Barkskadestudie på sågtimmer.  
Url:[www.virkesmatning.se/vmr/pdf/ Barkskadestudie%20på%20sågtimmer.pdf](http://www.virkesmatning.se/vmr/pdf/Barkskadestudie%20på%20sågtimmer.pdf)  
[2004-12-14]

### Rapporter

- Grundberg, S. Fredriksson, J. Oja, J. Andersson, C.** (2001). Förbättrade metoder vid användning av 3D - mätrammar. Träteknik, Rapport P 0112048. ISSN 1102 - 1071. Stockholm.
- Klippmark, S.** (2004). Utvärdering av automatisk barkmätning. Examensarbete 2004:095 CIV. ISSN 1402 - 1617. Luleå.

## Bilagor

- Bilaga I: Sammanställning av nyckeltal och diagram för timmerklasserna från såghuset
- Bilaga II: Sammanställning av nyckeltal och diagram för timmerklasserna från mätstationen
- Bilaga III: Sammanställning av nyckeltal och diagram för timmerklasserna från såghuset efter genomförd ändring av barkavdragen.
- Bilaga IV: Grafisk jämförelse mellan de olika barkavdragen
- Bilaga V: Timmerplanslayout

## Bilaga I: Sammanställning av nyckeltal och diagram för timmerklasserna från såghuset

### Innehållsförteckning

FURU 13 .....	2
FURU 14 .....	3
FURU 15 .....	4
FURU 16 .....	5
FURU 17 .....	6
FURU 18 .....	7
FURU 19 .....	8
FURU O/S 15 .....	9
FURU O/S 17 .....	10
GRAN 14.....	11
GRAN 15.....	12
GRAN 16L .....	13
GRAN 20.....	14

#### *Tabellförklaring:*

Antal stock :	Stickprovets storlek (st)
Min Inmdia :	Stickprovets minsta inmättningsdiameter (mm)
Max Inmdia :	Stickprovets största inmättningsdiameter (mm)
Medel Inmdia :	Inmättningsdiameterns medelvärde (mm)
Stdav. Inmdia :	Inmättningsdiameterns standardavvikelse (mm)
Medel mindia :	Medelvärde för stockarnas minsta diameter (mm)
Medel mittdia :	Medelvärde för stockarnas mittdiameter (mm)
Medel maxdia :	Medelvärde för stockarnas största diameter (mm)
Medel tavsm :	Stockarnas medelavsmalning från topp till mitt (mm/m)
Medel ravsm :	Stockarnas medelavsmalning i roten (mm/m)
Medel pilhöjd :	Krok, medelvärde för största avståndet mellan stockarnas beräknade centrumlinje och en rät linje mellan stockens ändtytor (mm)
Medel toval :	Ovalitet i toppen, skillnad mellan minsta diametern och diametern vinkelrätt mot denna (mm)
Medel moval :	Ovalitet på stockens mitt (mm)
medel fys. Volym :	Medelvärde för stockarnas fysikaliska volym (dm <sup>3</sup> )
Medel toppvol :	Medelvärde för stockarnas toppcylindervolym (dm <sup>3</sup> )
Medellängd :	Medelvärde för stockarnas längd (cm)

## Furu

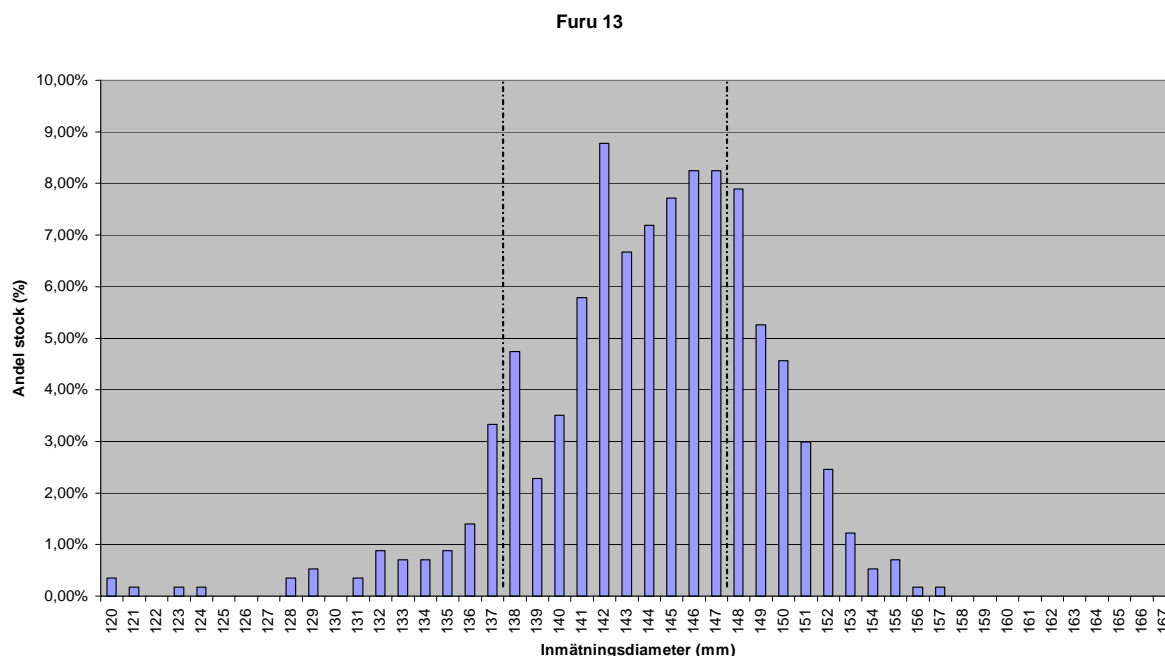
### Furu 13

**Tabell 1.** Nyckeltal för timmerklass furu 13. Sammanställningen är gjord från mätvärden insamlade vid mätramen i såghuset innan barkavdragen förändrades.

Antal stock	Min Inmdia	Max Inmdia	Medel Inmdia	Stdav. Inmdia	Medel mindia	Medel mittdia	Medel maxdia
570	101	213	144,1	6,7	141,8	159,2	189,4

Medel tavsm	Medel ravsm	Medel pilhöjd	Medel toval	medel moval	medel fys. Volym	medel toppvol	Medellängd
7,7	4,2	9,6	6,6	72,4	87,9	69,8	424,4

Diameter	<138	138-147	>147	Totalt
Antal (st)	59	360	151	570
Andel (%)	10,35%	63,16%	26,49%	100,00%



**Diagram 1.** Illustration över hur diameterfördelningen såg ut för timmerklassen innan barkavdragen förändrades. De streckade linjerna motsvarar klassgränserna.



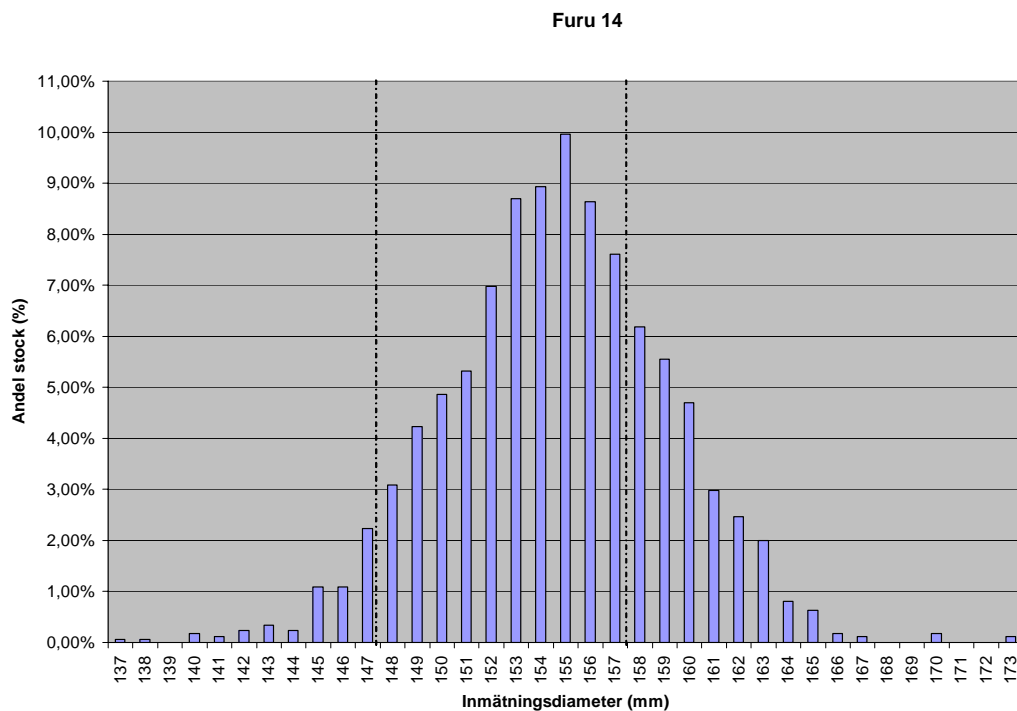
## Furu 14

**Tabell 2.** Nyckeltal för timmerklass furu 14. Sammanställningen är gjord från mätvärden insamlade vid mättramen i såghuset innan barkavdragen förändrades.

Antal stock	Min Inmdia	Max Inmdia	Medel Inmdia	Stdav. Inmdia	Medel mindia	Medel mittdia	Medel maxdia
1747	130	205	154,7	4,8	152,1	171,0	201,8

Medel tavsm	Medel ravsm	Medel pilhöjd	Medel toval	medel moval	medel fys. Volym	Medel toppvol	Medellängd
8,8	3,8	9,1	7,4	75,9	103,3	81,2	434,6

Diameter	<148	148-157	>157	Totalt
Antal (st)	100	1194	453	1747
Andel (%)	5,72%	68,35%	25,93%	100,00%



**Diagram 2.** Illustration över hur diameterfördelningen såg ut för timmerklassen innan barkavdragen förändrades. De streckade linjerna motsvarar klassgränserna.

## Furu 15

**Tabell 3.** Nyckeltal för timmerklass furu 15. Sammanställningen är gjord från mätvärden insamlade vid mätramen i såghuset innan barkavdragen förändrades..

Antal stock	Min Inmdia	Max Inmdia	Medel Inmdia	Stdav. Inmdia	Medel mindia	Medel mittdia	Medel maxdia
3137	130	182	165,2	4,5	161,3	179,7	214,6

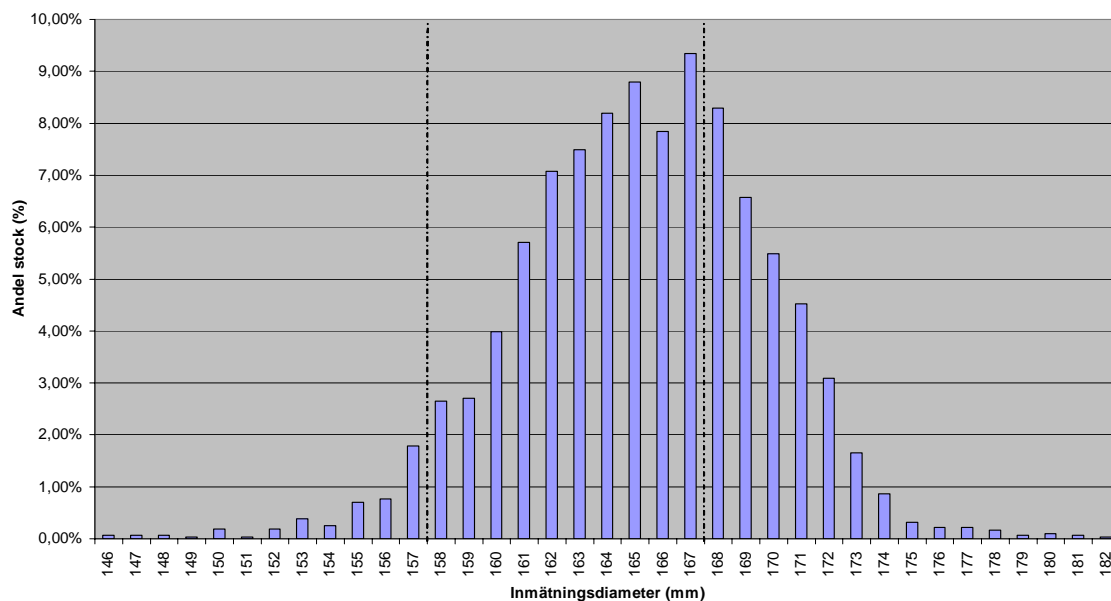
  

Medel tavsm	Medel ravsm	Medel pilhöjd	Medel toval	medel moval	medel fys. Volym	Medel toppvol	Medellängd
8,3	4,3	9,7	9,5	75,5	118,9	93,4	446,4

Diameter	<158	158-167	>167	Totalt
Antal (st)	143	2001	993	3137
Andel (%)	4,56%	63,79%	31,65%	100,00%

Furu 15



**Diagram 3.** Illustration över hur diameterfördelningen såg ut för timmerklassen innan barkavdragen förändrades. De streckade linjerna motsvarar klassgränserna.

## Furu 16

**Tabell 4.** Nyckeltal för timmerklass furu 16. Sammanställningen är gjord från mätvärden insamlade vid mätramen i såghuset innan barkavdragen förändrades.

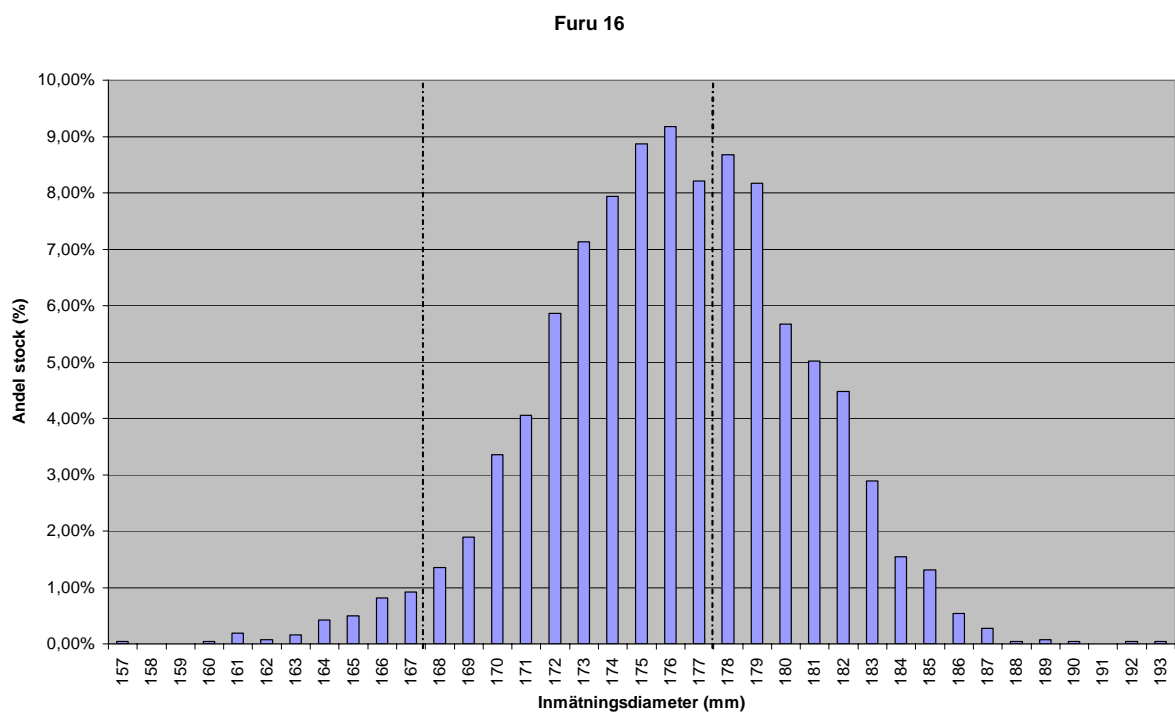
Antal stock	Min Inmdia	Max Inmdia	Medel Inmdia	Stdav. Inmdia	Medel mindia	Medel mittdia	Medel maxdia
2594	122	199	176,1	4,8	171,7	188,6	227,2

Medel tavsm	Medel ravsm	Medel pilhöjd	Medel toval	medel moval	medel fys. Volym	medel toppvol	Medellängd
7,4	5,6	10,8	9,8	77,5	134,1	107,7	454,8

Diameter	<168	168-177	>177	Totalt
Antal (st)	86	1500	1008	2594
Andel (%)	3,32%	57,83%	38,86%	100,00%



**Diagram 4.** Illustration över hur diameterfördelningen såg ut för timmerklassen innan barkavdragen förändrades. De streckade linjerna motsvarar klassgränserna.

## Furu 17

**Tabell 5.** Nyckeltal för timmerklass furu 17. Sammanställningen är gjord från mätvärden insamlade vid mätramen i såghuset innan barkavdragen förändrades.

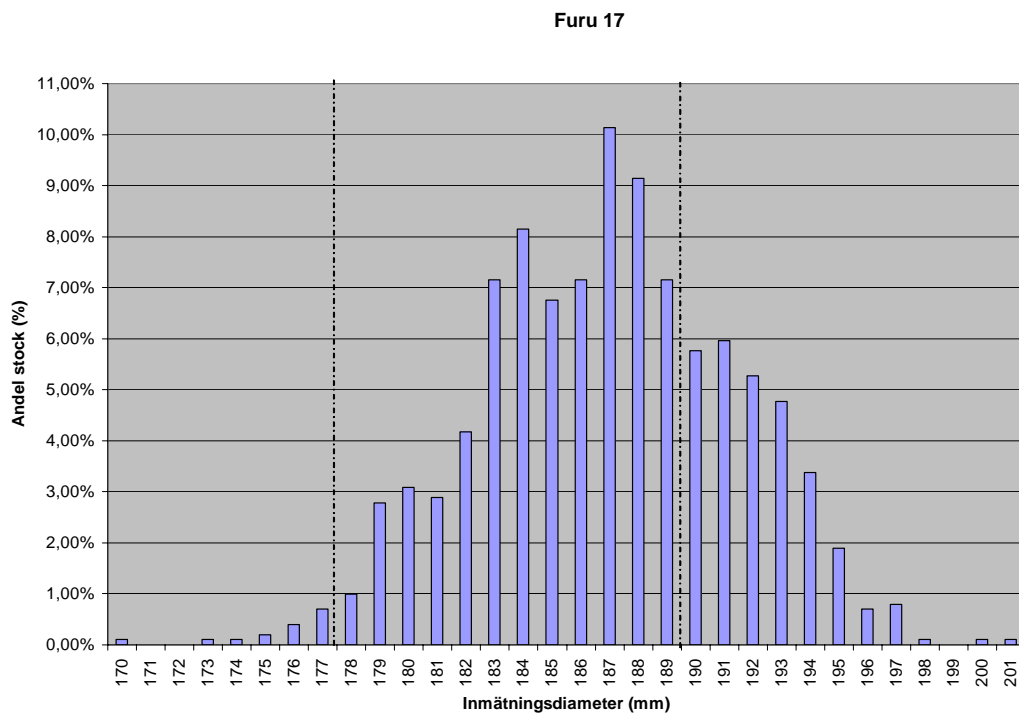
Antal stock	Min Inmdia	Max Inmdia	Medel Inmdia	Stdav. Inmdia	Medel mindia	Medel mittdia	Medel maxdia
1006	170	201	186,9	4,5	182,0	201,0	233,6

Medel tavsm	Medel ravsm	Medel pilhöjd	Medel toval	medel moval	medel fys. Volym	Medel toppvol	Medellängd
8,4	3,4	9,5	10,8	76,6	150,9	120,6	453,6

Diameter	<178	178-189	>189	Totalt
Antal (st)	16	700	290	1006
Andel (%)	1,59%	69,58%	28,83%	100,00%



**Diagram 5.** Illustration över hur diameterfördelningen såg ut för timmerklassen innan barkavdragen förändrades. De streckade linjerna motsvarar klassgränserna.

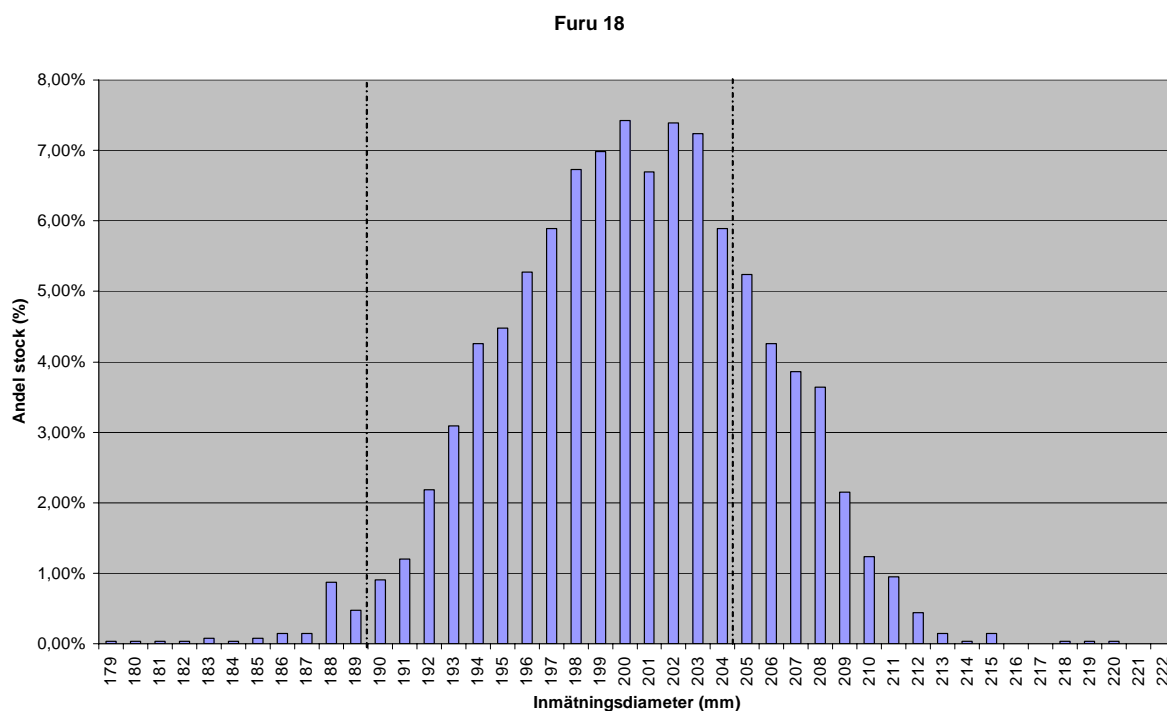
## Furu 18

**Tabell 6.** Nyckeltal för timmerklass furu 18. Sammanställningen är gjord från mätvärden insamlade vid mätramen i såghuset innan barkavdragen förändrades.

Antal stock	Min Inmdia	Max Inmdia	Medel Inmdia	Stdav. Inmdia	Medel mindia	Medel mittdia	Medel maxdia
2748	165	229	200,3	5,4	195,2	215,1	248,1

Medel tavs	Medel ravsm	Medel pilhöjd	Medel toval	medel moval	medel fys. Volym	Medel toppvol	Medellängd
8,6	3,2	9,8	11,7	79,8	174,9	140,8	459,5

Diameter	<190	190-204	>204	Totalt
Antal (st)	58	2079	611	2748
Andel (%)	2,11%	75,66%	22,23%	100,00%

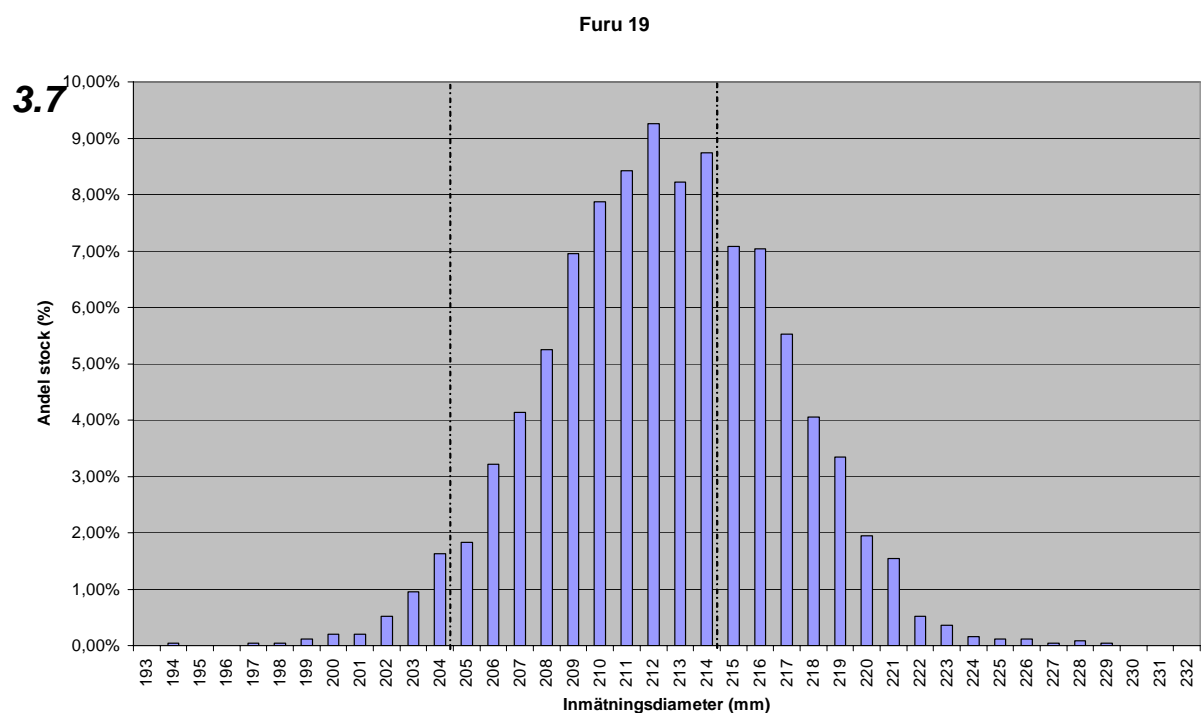


**Diagram 6.** Illustration över hur diameterfördelningen såg ut för timmerklassen innan barkavdragen förändrades. De streckade linjerna motsvarar klassgränserna.

## Furu 19

**Tabell 7.** Nyckeltal för timmerklass furu 19. Sammanställningen är gjord från mätvärden insamlade vid mätramen i såghuset innan barkavdragen förändrades.

Antal stock	Min Inmdia	Max Inmdia	Medel Inmdia	Stdav. Inmdia	Medel mindia	Medel mittdia	Medel maxdia
2516	158	247	212,4	4,9	206,5	223,2	266,6
Medel tavsm	Medel ravsm	Medel pilhöjd	Medel toval	medel moval	medel fys. Volym	medel toppvol	Medellängd
6,9	6,0	12,5	13,1	79,9	198,1	162,6	476,1
Diameter	<205	205-214	>214	Totalt			
Antal (st)	100	1608	808	2516			
Andel (%)	3,97%	63,91%	32,11%	100,00%			

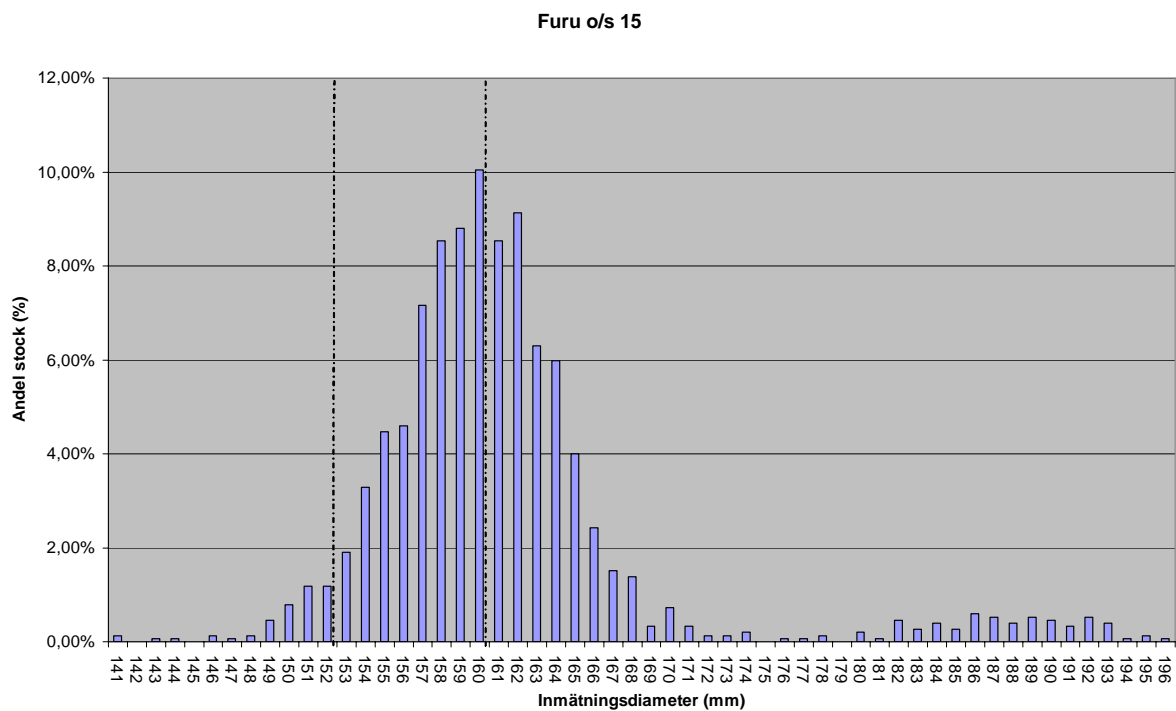


**Diagram 7.** Illustration över hur diameterfördelningen såg ut för timmerklassen innan barkavdragen förändrades. De streckade linjerna motsvarar klassgränserna.

## Furu o/s 15

**Tabell 8.** Nyckeltal för timmerklass furu o/s 15. Sammanställningen är gjord från mätvärden insamlade vid mätramen i såghuset innan barkavdragen förändrades.

Antal stock	Min Inmdia	Max Inmdia	Medel Inmdia	Stdav. Inmdia	Medel mindia	Medel mittdia	Medel maxdia
1523	141	196	161,4	7,7	158,1	169,8	218,0
Medel tavsm	Medel ravsm	Medel pilhöjd	Medel toval	medel moval	medel fys. Volym	Medel toppvol	Medellängd
4,9	9,2	13,2	8,4	78,9	109,4	91,1	452,9
Diameter	<153	153-160	>160	Totalt			
Antal (st)	64	743	716	1523			
Andel (%)	4,20%	48,79%	47,01%	100,00%			

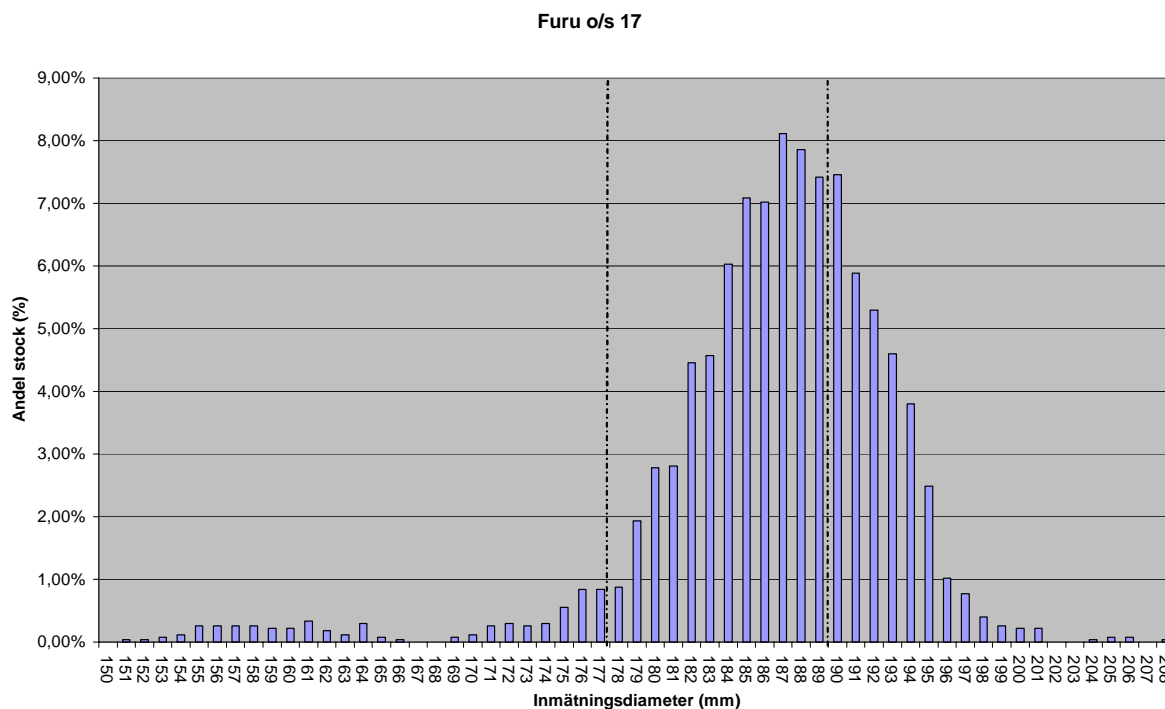


**Diagram 8.** Illustration över hur diameterfördelningen såg ut för timmerklassen innan barkavdragen förändrades. De streckade linjerna motsvarar klassgränserna.

## Furu o/s 17

**Tabell 9.** Nyckeltal för timmerklass furu o/s 17. Sammanställningen är gjord från mätvärden insamlade vid mätramen i såghuset innan barkavdragen förändrades.

Antal stock	Min Inmdia	Max Inmdia	Medel Inmdia	Stdav. Inmdia	Medel mindia	Medel mittdia	Medel maxdia
2737	124	241	186,4	7,1	182,1	194,5	247,7
Medel tavsm	Medel ravsm	Medel pilhöjd	Medel toval	medel moval	medel fys. Volym	Medel toppvol	Medellängd
5,1	10,6	14,6	9,8	76,3	147,0	123,3	463,7
Diameter	<178	178-189	>189	Totalt			
Antal (st)	175	1668	894	2737			
Andel (%)	6,39%	60,94%	32,66%	100,00%			



**Diagram 9.** Illustration över hur diameterfördelningen såg ut för timmerklassen innan barkavdragen förändrades. De streckade linjerna motsvarar klassgränserna.



## Gran

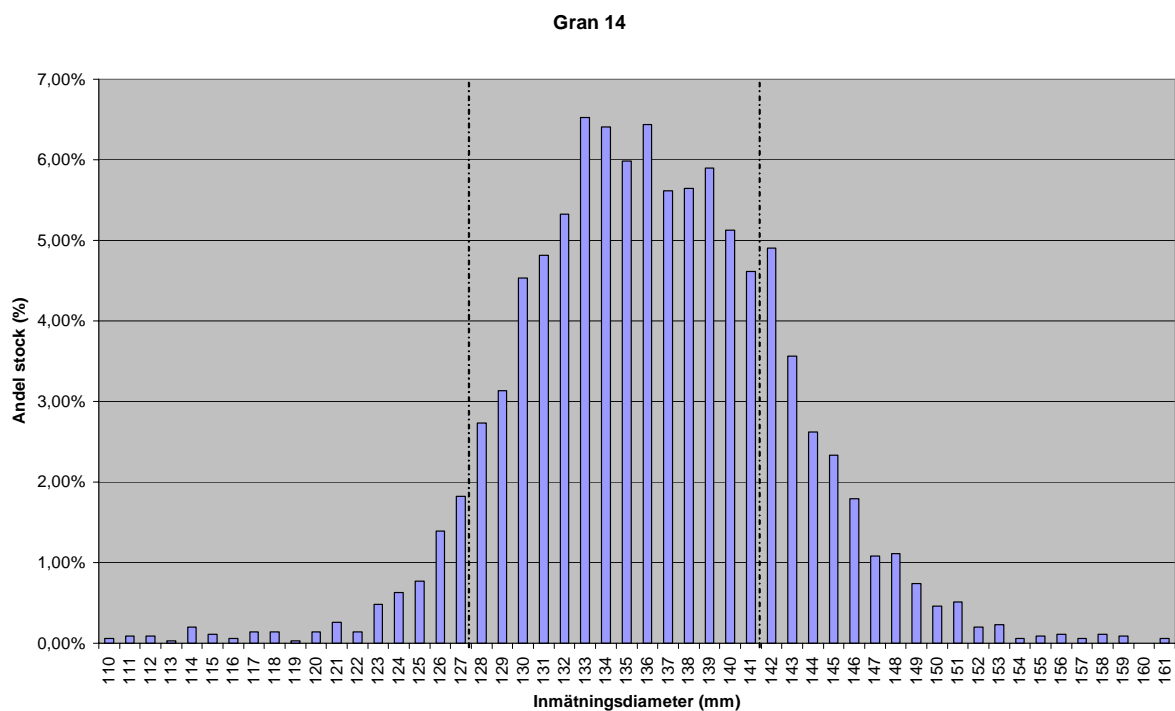
### Gran 14

**Tabell 10.** Nyckeltal för timmerklass gran 14. Sammanställningen är gjord från mätvärden insamlade vid mätramen i såghuset.

Antal stock	Min Inmdia	Max Inmdia	Medel Inmdia	Stdav. Inmdia	Medel mindia	Medel mittdia	Medel maxdia
3510	91	164	136,1	6,8	134,3	153,4	190,9

Medel tavsm	Medel ravsm	Medel pilhöjd	Medel toval	medel moval	medel fys. Volym	Toppvolym	Medellängd
8,3	6,8	8,2	6,1	70,0	87,0	66,44	452,6

Diameter	<128	128-141	>141	Totalt
Antal (st)	248	2555	707	3510
Andel (%)	7,07%	72,79%	20,14%	100,00%

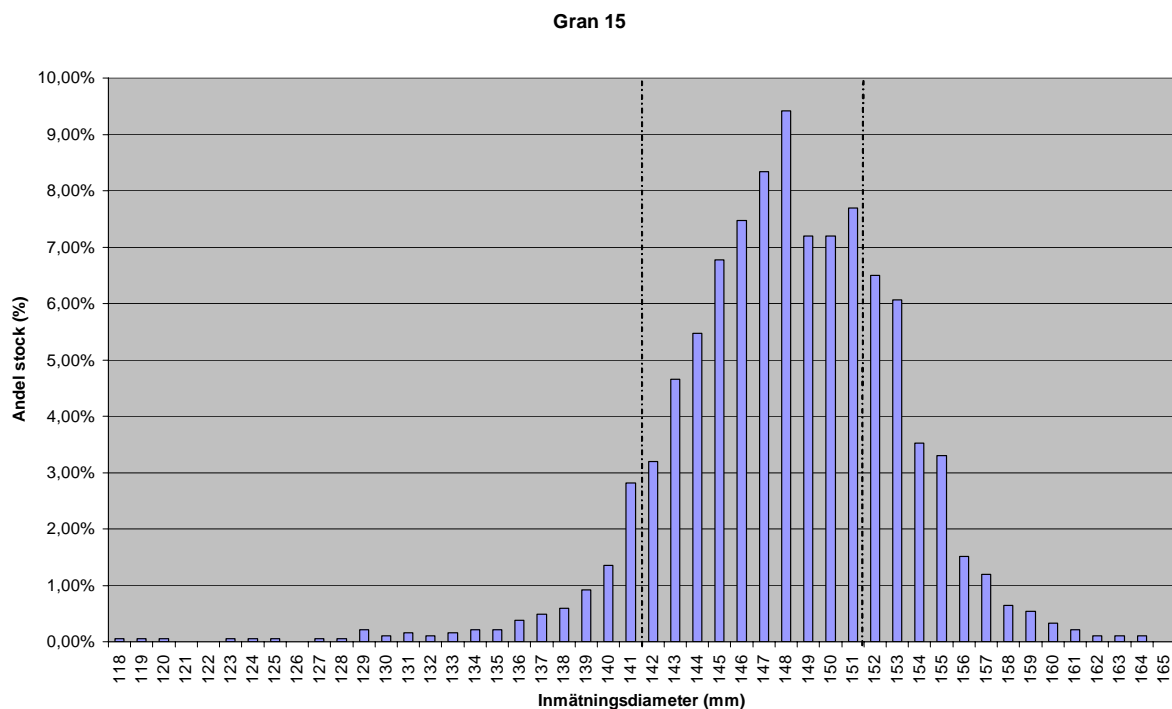


**Diagram 10.** Illustration över hur diameterfördelningen såg ut för timmerklassen innan barkavdragen förändrades. De streckade linjerna motsvarar klassgränserna.

## Gran 15

**Tabell 11.** Nyckeltal för timmerklass gran 15. Sammanställningen är gjord från mätvärden insamlade vid mätramen i såghuset.

Antal stock	Min Inmdia	Max Inmdia	Medel Inmdia	Stdav. Inmdia	Medel mindia	Medel mittdia	Medel maxdia
1847	111	175	148,0	5,3	145,8	165,0	206,1
Medel tavsm	Medel ravsm	Medel pilhöjd	Medel toval	medel moval	medel fys. Volym	Medel toppvol	Medellängd
8,5	7,3	8,8	6,9	71,9	101,8	78,2	455,9
Diameter	<142	142-151	>151	Totalt			
Antal (st)	152	1245	450	1847			
Andel (%)	8,23%	67,41%	24,36%	100,00%			

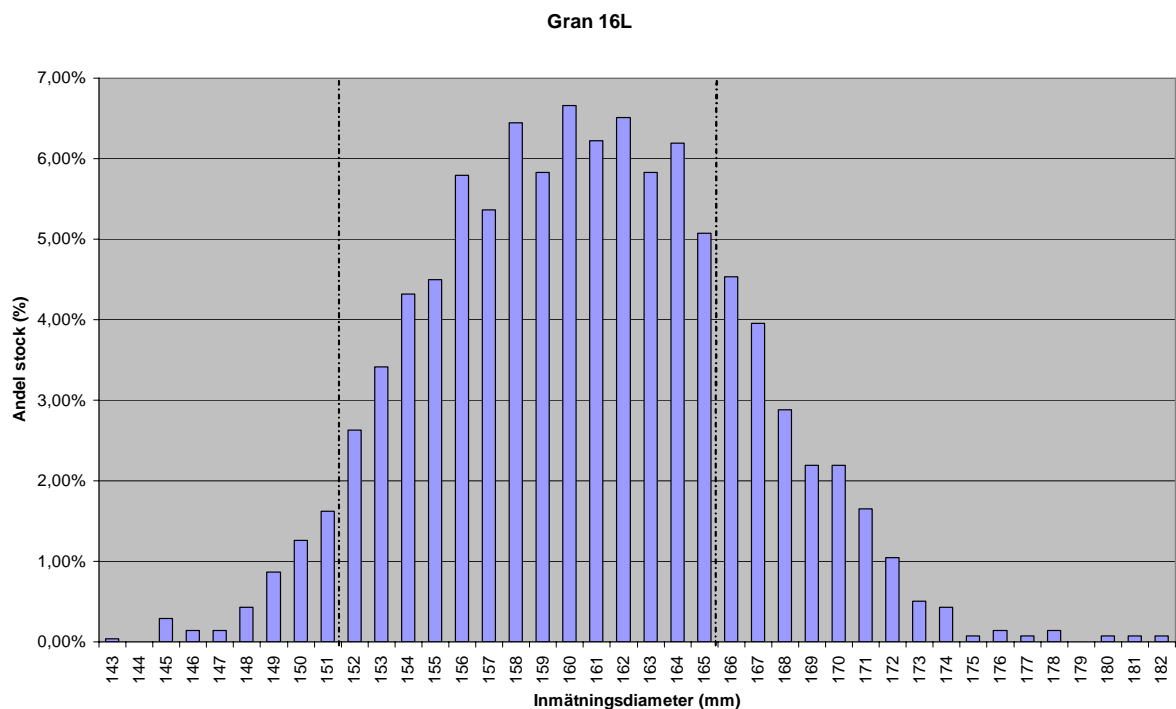


**Diagram 11.** Illustration över hur diameterfördelningen såg ut för timmerklassen innan barkavdragen förändrades. De streckade linjerna motsvarar klassgränserna.

## Gran 16L

**Tabell 12.** Nyckeltal för timmerklass gran 16. Sammanställningen är gjord från mätvärden insamlade vid mätramen i såghuset.

Antal stock	Min Inmdia	Max Inmdia	Medel Inmdia	Stdav. Inmdia	Medel mindia	Medel mittdia	Medel maxdia
2779	126	196	160,6	6,0	157,9	177,2	225,5
Medel tavsm	Medel ravsm	Medel pilhöjd	Medel toval	medel moval	medel fys. Volym	Medel toppvol	Medellängd
8,0	9,3	9,9	7,7	75,9	125,6	97,2	485,3
Diameter	<152	152-165	>165	Totalt			
Antal (st)	141	2078	560	2779			
Andel (%)	5,07%	74,78%	20,15%	100,00%			

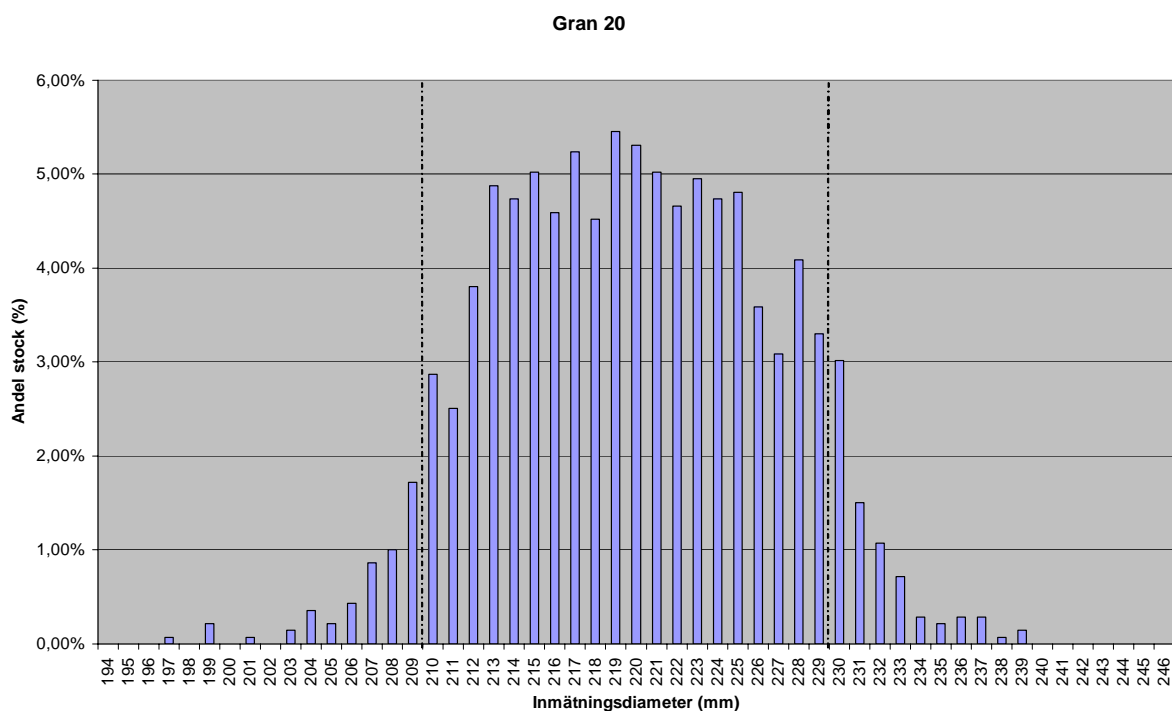


**Diagram 12.** Illustration över hur diameterfördelningen såg ut för timmerklassen innan barkavdragen förändrades. De streckade linjerna motsvarar klassgränserna.

## Gran 20

**Tabell 13.** Nyckeltal för timmerklass gran 20. Sammanställningen är gjord från mätvärden insamlade vid mätramen i såghuset.

Antal stock	Min Inmdia	Max Inmdia	Medel Inmdia	Stdav. Inmdia	Medel mindia	Medel mittdia	Medel maxdia
1394	148,0	260,0	219,8	7,1	215,2	236,2	277,7
Medel tavsm	Medel ravsm	Medel pilhöjd	Medel toval	medel moval	medel fys. Volym	Medel toppvol	Medellängd
8,6	5,4	10,1	13,0	78,5	227,2	182,0	491,2
Diameter	<210	210-229	>229	Totalt			
Antal (st)	72	1215	107	1394			
Andel (%)	5,16%	87,16%	7,68%	100,00%			



**Diagram 13.** Illustration över hur diameterfördelningen såg ut för timmerklassen innan barkavdragen förändrades. De streckade linjerna motsvarar klassgränserna.

## Bilaga II: Sammanställning av nyckeltal och diagram för timmerklasserna från timmersorteringen

### Innehållsförteckning

FURU 13 .....	2
FURU 14 .....	3
FURU 15 .....	4
FURU 16 .....	5
FURU 17 .....	6
FURU 18 .....	7
FURU 19 .....	8

#### **Tabellförklaring:**

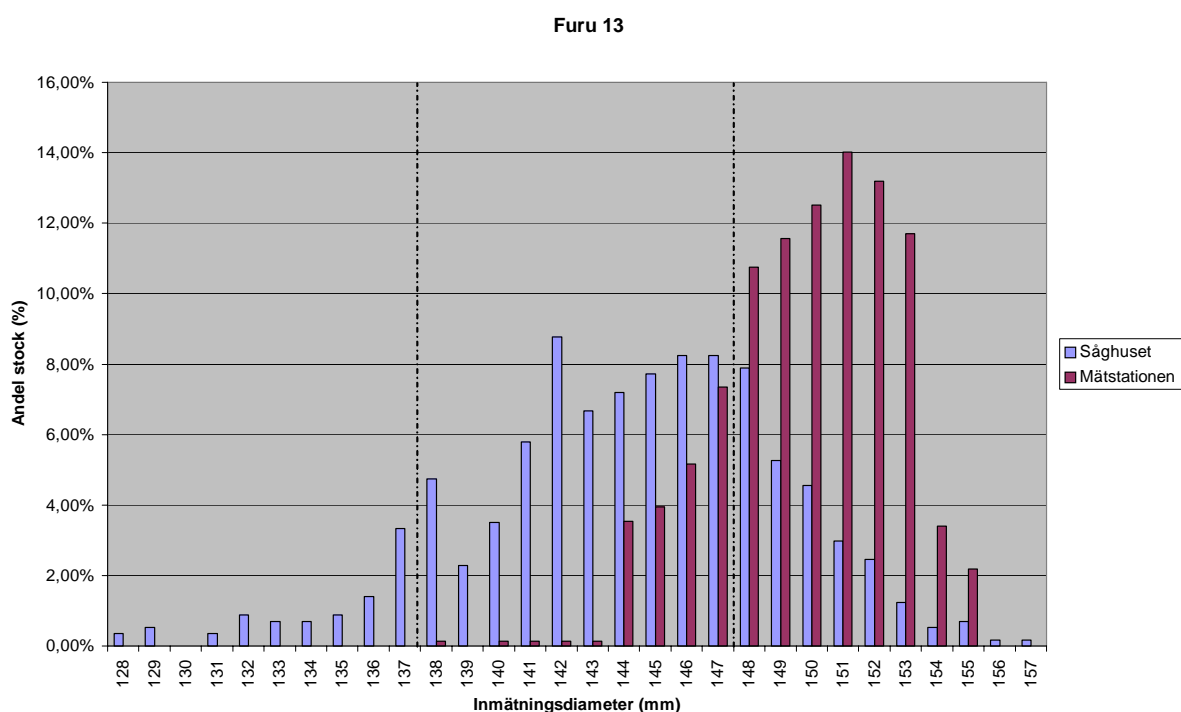
Antal stock :	Stickprovets storlek (st)
Medel Inmdia på bark:	Inmätningens diameters medelvärde på bark (mm)
Stdav. Inmdia : (mm)	Inmätningens diameters standardavvikelse på bark
Medel inmdia efter barkavdrag :	Medelvärdet för timmerklassens inmätningens diameter efter barkavdrag (mm)
Medel mindia :	Medelvärde för stockarnas minsta diameter (mm)
Medel mittdia :	Medelvärde för stockarnas mittdiameter (mm)
Medel maxdia :	Medelvärde för stockarnas största diameter (mm)
Medel tavsm :	Stockarnas medelavsmalning från topp till mitt (mm/m)
Medel ravsm :	Stockarnas medelavsmalning i roten (mm/m)
Medel pilhöjd :	Krok, medelvärde för största avståndet mellan stockarnas beräknade centrumlinje och en rät linje mellan stockens ändtytor (mm)
Medel toval :	Ovalitet i toppen, skillnad mellan minsta diametern och diameternvinkelrätt mot denna (mm)
Medel moval :	Ovalitet på stockens mitt (mm)
medel fys. Volym :	Medelvärde för stockarnas fysikaliska volym (dm <sup>3</sup> )
Medel toppvol :	Medelvärde för stockarnas toppcylindervolym (dm <sup>3</sup> )
Medellängd :	Medelvärde för stockarnas längd (cm)

## Furu

### Furu 13

**Tabell 1.** Nyckeltal för timmerklass furu 13. Sammanställningen är gjord från mätvärden insamlade från mätramen vid mätstationen

Antal stock	Medel inmdia på bark	Stdav. Inmdia	Medel inmdia efter barkavdrag	Barkavdrag	Medel mindia	Medel mittdia	Medel maxdia
735	149,8	2,8	143,4	6,3	147,1	164,1	201,4
Medel tavsm	Medel ravsm	Medel pilhöjd	Medel toval	medel moval	medel fys. Volym	Medel toppvol	Medellängd
8,1	6,0	10,1	6,9	7,3	97,3	75,3	433,8

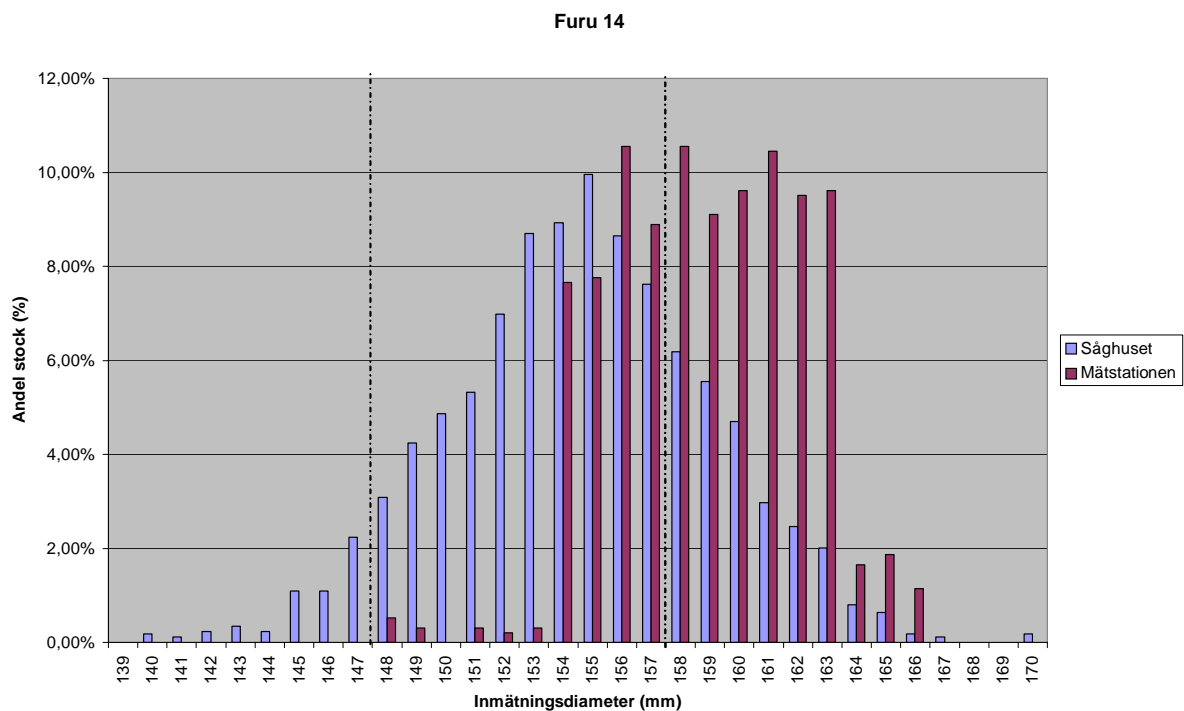


**Diagram 1.** Illustration över hur diameterfördelningarna såg ut för timmerklassen vid både mätstationen och såghuset innan barkavdragen förändrades. De streckade linjerna motsvarar klassgränserna.

## Furu 14

**Tabell 2.** Nyckeltal för timmerklass furu 14. Sammanställningen är gjord från mätvärden insamlade från mätramen vid mätstationen

Antal stock	Medel inmdia på bark	Stdav. Inmdia	Medel inmdia efter barkavdrag	Barkavdrag	Medel mindia	Medel mittdia	Medel maxdia
967	158,8	3,2	152,4	6,4	155,9	173,7	214,3
Medel tavsm	Medel ravsm	Medel pilhöjd	Medel toval	medel moval	medel fys. Volym	Medel toppvol	Medellängd
8,1	6,4	11,4	7,3	8,2	113,8	88,0	451,9

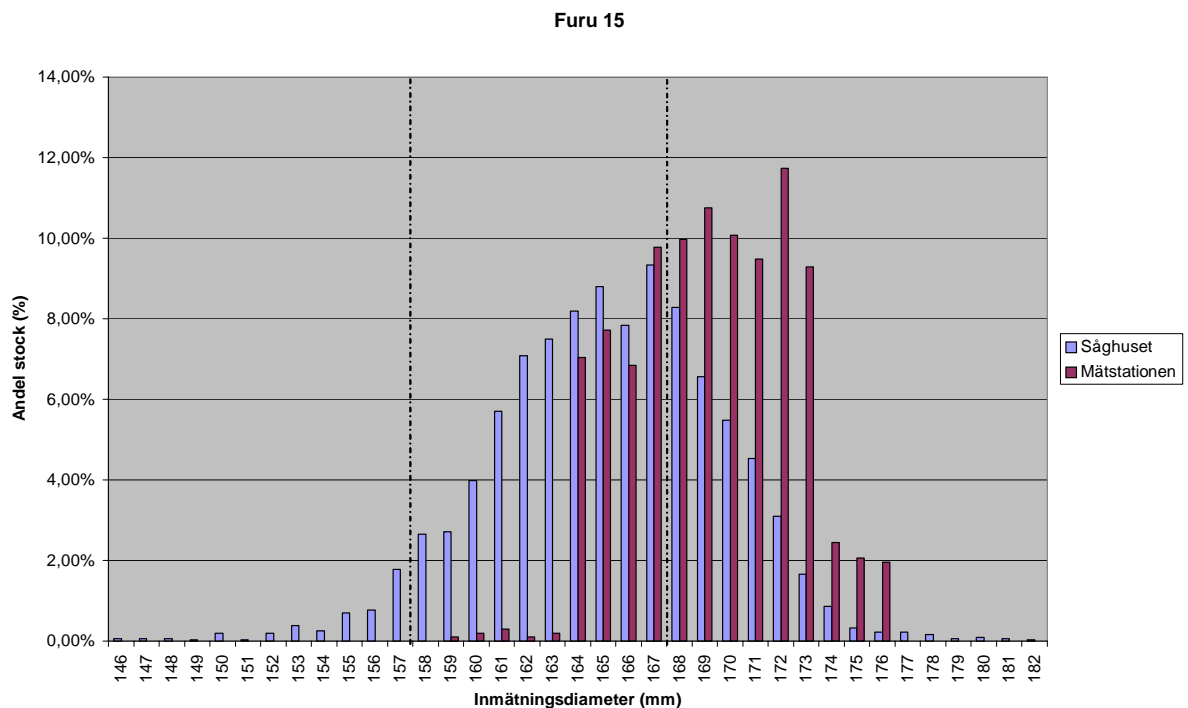


**Diagram 2.** Illustration över hur diameterfördelningarna såg ut för timmerklassen vid både mätstationen och såghuset innan barkavdragen förändrades. De streckade linjerna motsvarar klassgränserna.

## Furu 15

**Tabell 3.** Nyckeltal för timmerklass furu 15. Sammanställningen är gjord från mätoärden insamlade från mätramen vid mätstationen

Antal stock	Medel inmdia på bark	Stdav. Inmdia	Medel inmdia efter barkavdrag	Barkavdrag	Medel mindia	Medel mittdia	Medel maxdia
1023	169,2	3,2	162,6	6,6	165,7	183,8	225,9
Medel tavsm	Medel ravsm	Medel pilhöjd	Medel toval	medel moval	medel fys. Volym	Medel toppvol	Medellängd
8,1	6,5	11,3	8,0	8,9	129,4	100,8	458,5



**Diagram 3.** Illustration över hur diameterfördelningarna såg ut för timmerklassen vid både mätstationen och såghuset innan barkavdragen förändrades. De streckade linjerna motsvarar klassgränserna.



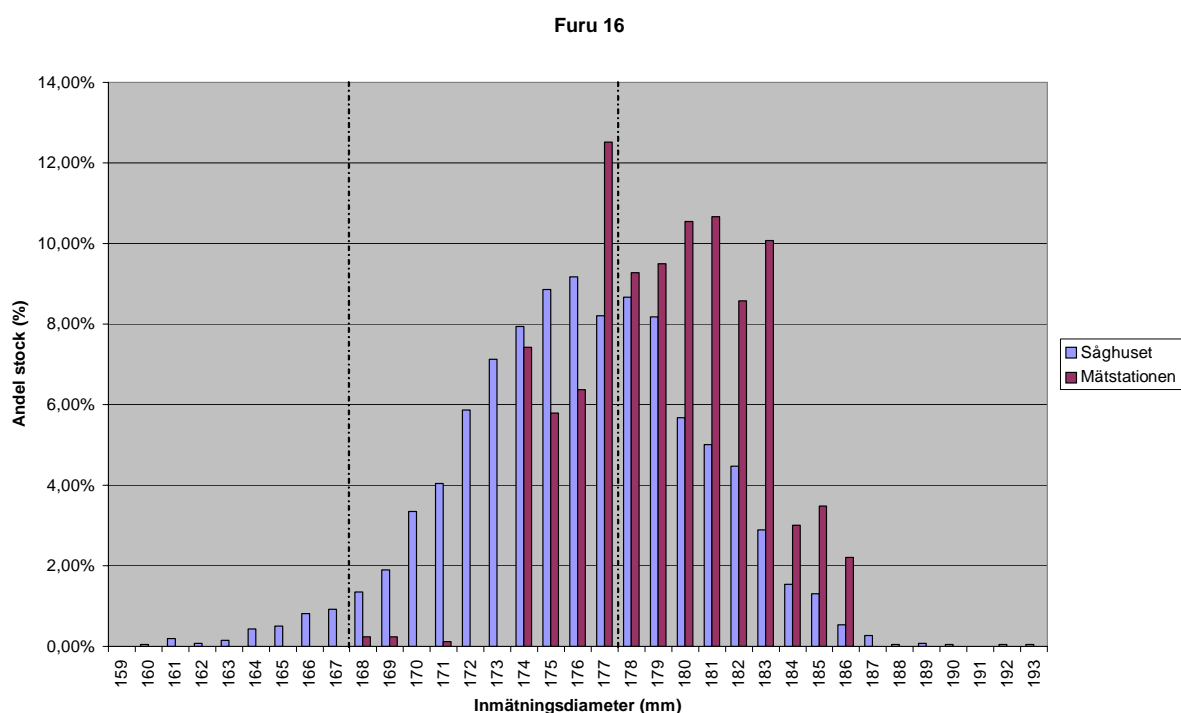
## Furu 16

**Tabell 4.** Nyckeltal för timmerklass furu 16. Sammanställningen är gjord från mätvärden insamlade från mätramen vid mätstationen

Antal stock	Medel inmdia på bark	Stdav. Inmdia	Medel inmdia efter barkavdrag	Barkavdrag	Medel mindia	Medel mittdia	Medel maxdia
863	179,3	3,2	172,5	6,8	175,4	193,4	237,8

Medel tavsm	Medel ravsm	Medel pilhöjd	Medel toval	medel moval	medel fys. Volym	Medel toppvol	Medellängd
7,9	7,1	12,0	8,7	9,8	144,7	113,7	461,3

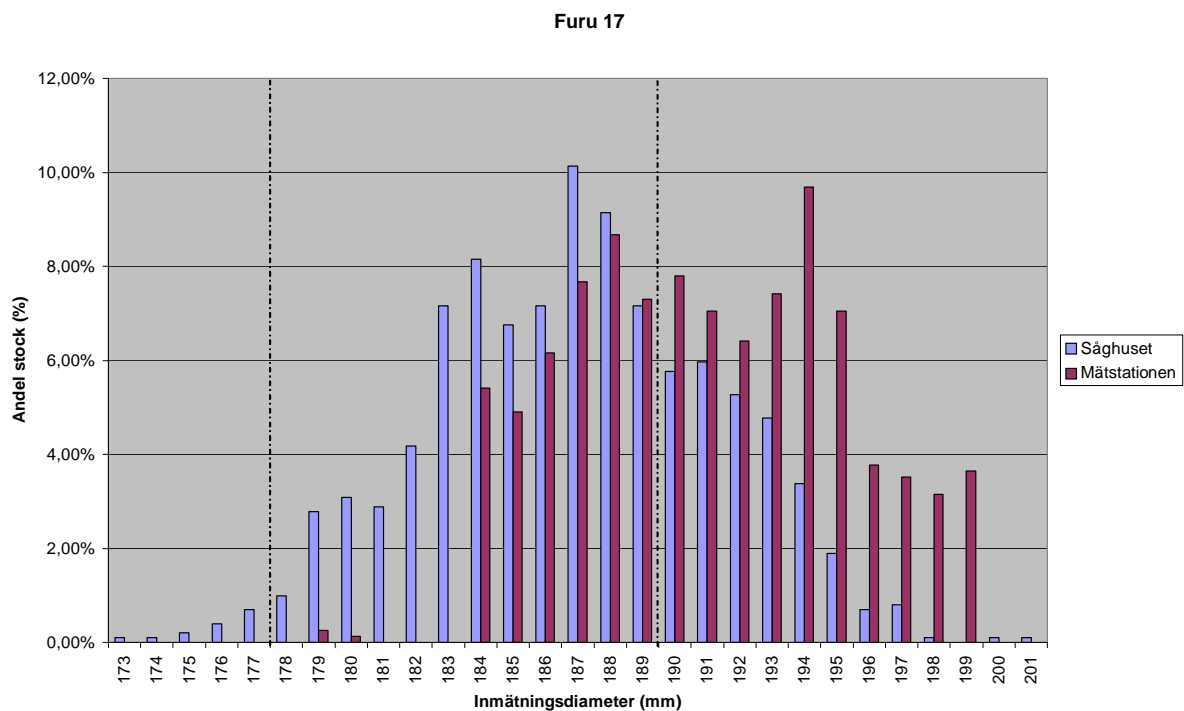


**Diagram 4.** Illustration över hur diameterfördelningarna såg ut för timmerklassen vid både mätstationen och såguset innan barkavdragen förändrades. De streckade linjerna motsvarar klassgränserna.

## Furu 17

**Tabell 5.** Nyckeltal för timmerklass furu 17. Sammanställningen är gjord från mätvärden insamlade från mätramen vid mätstationen

Antal stock	Medel inmdia på bark	Stdav. Inmdia	Medel inmdia efter barkavdrag	Barkavdrag	Medel mindia	Medel mittdia	Medel maxdia
795	190,9	4,2	183,6	7,2	186,6	204,3	254,7
Medel tavsm	Medel ravsm	Medel pilhöjd	Medel toval	medel moval	medel fys. Volym	Medel toppvol	Medellängd
7,7	8,7	12,9	9,7	11,1	163,8	129,6	465,2

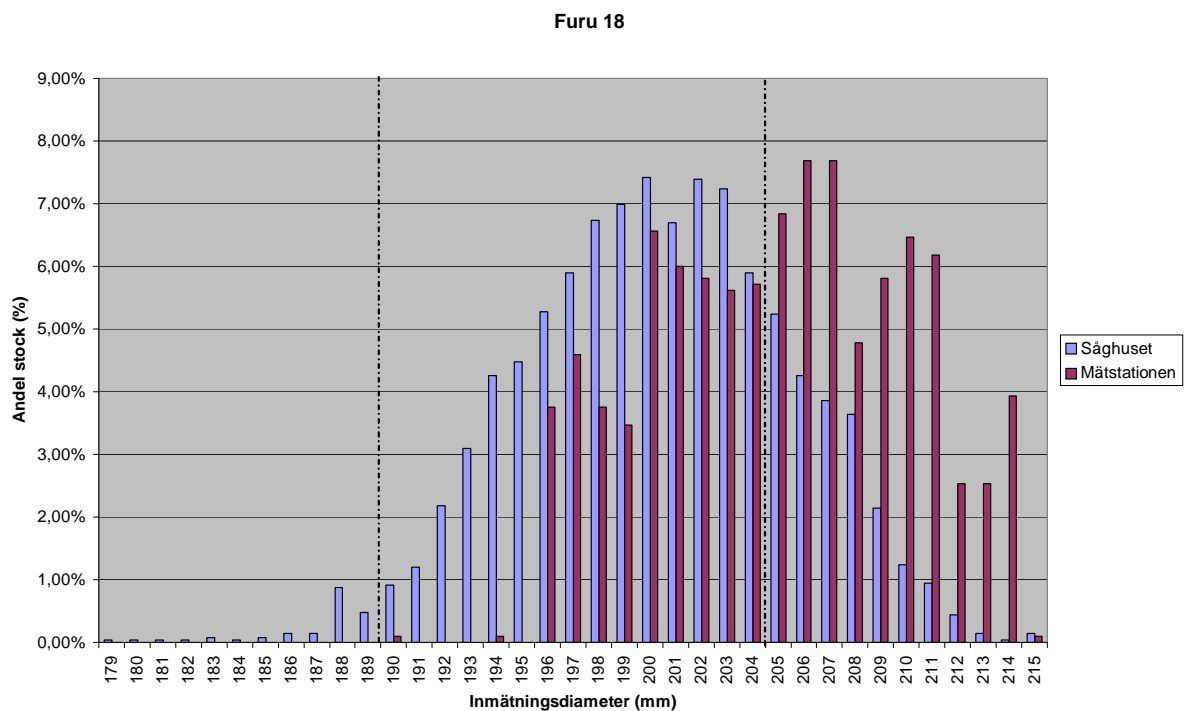


**Diagram 5.** Illustration över hur diameterfördelningarna såg ut för timmerklassen vid både mätstationen och såghuset innan barkavdragen förändrades. De streckade linjerna motsvarar klassgränserna.

## Furu 18

**Tabell 6.** Nyckeltal för timmerklass furu 18. Sammanställningen är gjord från mätoärden insamlade från mätramen vid mätstationen

Antal stock	Medel inmdia på bark	Stdav. Inmdia	Medel inmdia efter barkavdrag	Barkavdrag	Medel mindia	Medel mittdia	Medel maxdia
1067	204,9	5,0	197,2	7,8	200,3	217,9	271,0
Medel tavsm	Medel ravsm	Medel pilhöjd	Medel toval	medel moval	medel fys. Volym	Medel toppvol	Medellängd
7,5	9,2	12,6	10,6	11,9	188,7	150,7	469,8

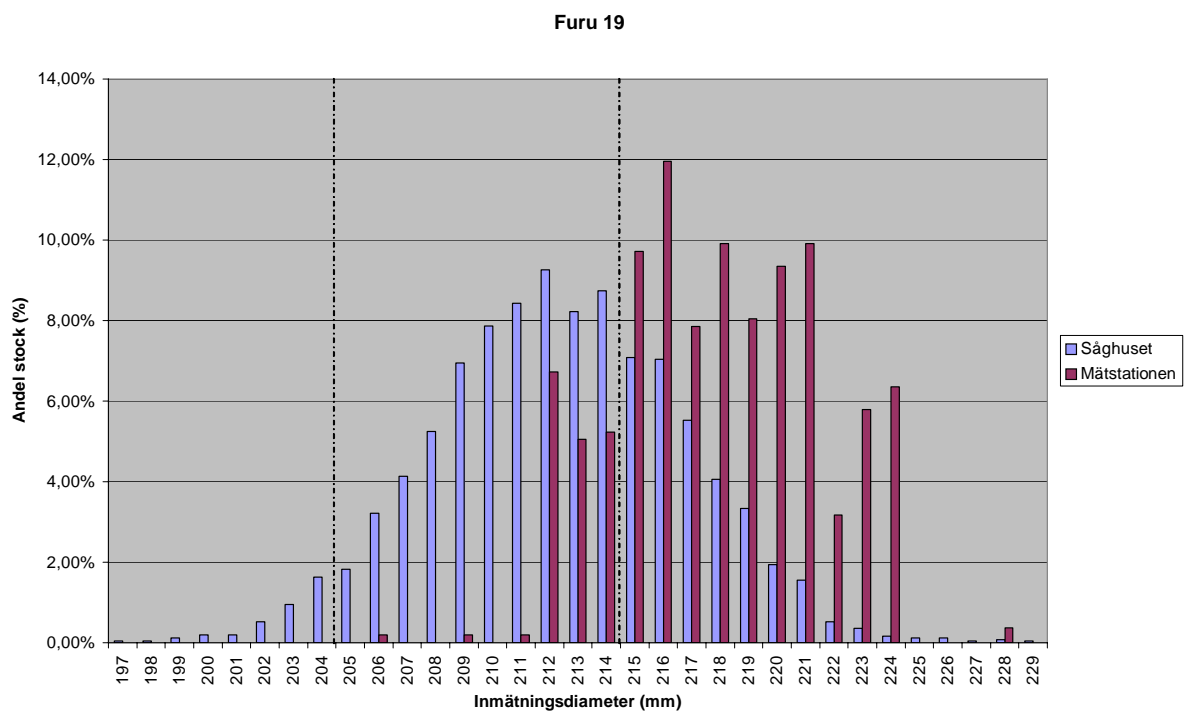


**Diagram 6.** Illustration över hur diameterfördelningarna såg ut för timmerklassen vid både mätstationen och såghuset innan barkavdragen förändrades. De streckade linjerna motsvarar klassgränserna.

## Furu 19

**Tabell 7.** Nyckeltal för timmerklass furu 19. Sammanställningen är gjord från mätvärden insamlade från mätramen vid mätstationen

Antal stock	Medel inmdia på bark	Stdav. Inmdia	Medel inmdia efter barkavdrag	Barkavdrag	Medel mindia	Medel mittdia	Medel maxdia
535	217,9	3,5	209,4	8,5	212,8	230,6	290,7
Medel tavsm	Medel ravsm	Medel pilhöjd	Medel toval	medel moval	medel fys. Volym	Medel toppvol	Medellängd
7,6	11,1	13,9	11,4	12,8	214,4	171,4	475,2



**Diagram 7.** Illustration över hur diameterfördelningarna såg ut för timmerklassen vid både mätstationen och såghuset innan barkavdragen förändrades. De streckade linjerna motsvarar klassgränserna.

## Bilaga III: Sammanställning av nyckeltal och diagram för timmerklasserna från såghuset efter genomförd ändring av barkavdragen

### Innehållsförteckning

FURU 15 .....	2
FURU 16 .....	3
FURU 18 .....	4
FURU 20 .....	5

#### *Tabellförklaring:*

Antal stock :	Stickprovets storlek (st)
Min Inmdia :	Stickprovets minsta inmättningsdiameter (mm)
Max Inmdia :	Stickprovets största inmättningsdiameter (mm)
Medel Inmdia :	Inmättningsdiameterns medelvärde (mm)
Stdav. Inmdia :	Inmättningsdiameterns standardavvikelse (mm)
Medel mindia :	Medelvärde för stockarnas minsta diameter (mm)
Medel mittdia :	Medelvärde för stockarnas mittdiameter (mm)
Medel maxdia :	Medelvärde för stockarnas största diameter (mm)
Medel tavsm :	Stockarnas medelavsmalning från topp till mitt (mm/m)
Medel ravsm :	Stockarnas medelavsmalning i roten (mm/m)
Medel pilhöjd :	Krok, medelvärde för största avståndet mellan stockarnas beräknade centrumlinje och en rät linje mellan stockens ändtytor (mm)
Medel toval :	Ovalitet i toppen, skillnad mellan minsta diametern och diametern vinkelrätt mot denna (mm)
Medel moval :	Ovalitet på stockens mitt (mm)
medel fys. Volym :	Medelvärde för stockarnas fysikaliska volym (dm <sup>3</sup> )
Medel toppvol :	Medelvärde för stockarnas toppcylindervolym (dm <sup>3</sup> )
Medellängd :	Medelvärde för stockarnas längd (cm)

## Furu

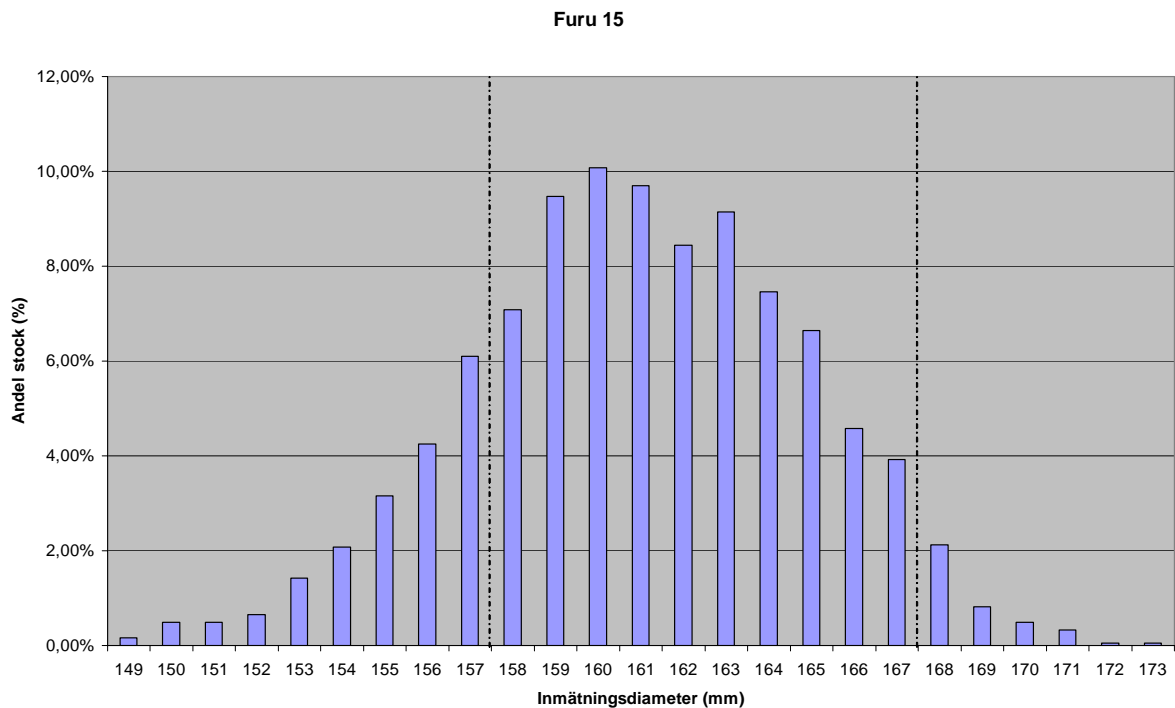
### Furu 15

**Tabell 1.** Nyckeltal för timmerklass furu 15 från mätstationen. Sammanställningen är gjord från mätvärden insamlade vid mätramen i såghuset efter att barkavdragen förändrats.

Antal stock	Min Inmdia	Max Inmdia	Medel Inmdia	Stdav. Inmdia	Medel mindia	Medel mittdia	Medel maxdia
1836	138	190	160,9	4,2	156,9	175,9	211,1

Medel tavsm	Medel ravsm	Medel pilhöjd	Medel toval	medel moval	medel fys. Volym	Medel toppvol	Medellängd
8,5	4,4	6,4	10,1	76,1	115,9	89,5	451,5

Diameter	<158	158-167	>167	Totalt
Antal (st)	355	1405	76	1836
Andel (%)	19,34%	76,53%	4,14%	100,00%

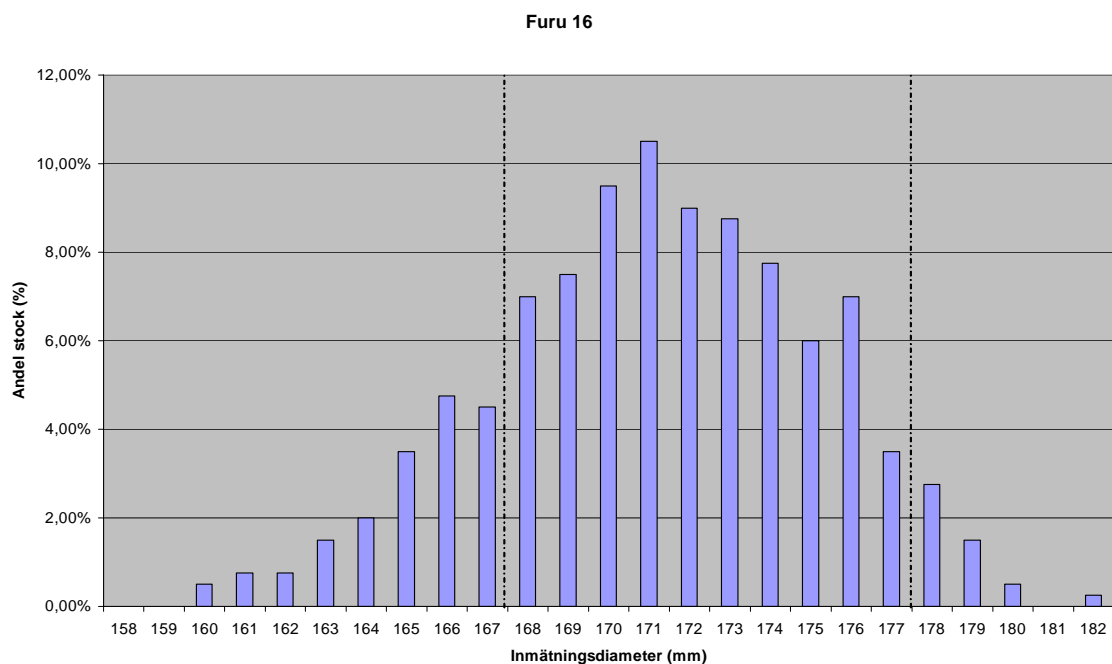


**Diagram 1.** Illustration över hur diameterfördelningen såg ut för timmerklassen efter barkavdragen förändrats. De streckade linjerna motsvarar klassgränserna.

## Furu 16

**Tabell 2.** Nyckeltal för timmerklass furu 16 från mätstationen. Sammanställningen är gjord från mätvärden insamlade vid mätramen i såghuset efter att barkavdragen förändrats.

Antal stock	Min Inmdia	Max Inmdia	Medel Inmdia	Stdav. Inmdia	Medel mindia	Medel mittdia	Medel maxdia
400	141	182	171,1	4,3	166,8	183,4	220,7
Medel tavsm	Medel ravsm	Medel pilhöjd	Medel toval	medel moval	medel fys. Volym	Medel toppvol	Medellängd
7,1	5,7	6,9	10,2	77,3	127,5	102,3	456,7
Diameter	<168	168-177	>177	Totalt			
Antal (st)	74	306	20	400			
Andel (%)	18,50%	76,50%	5,00%	100,00%			

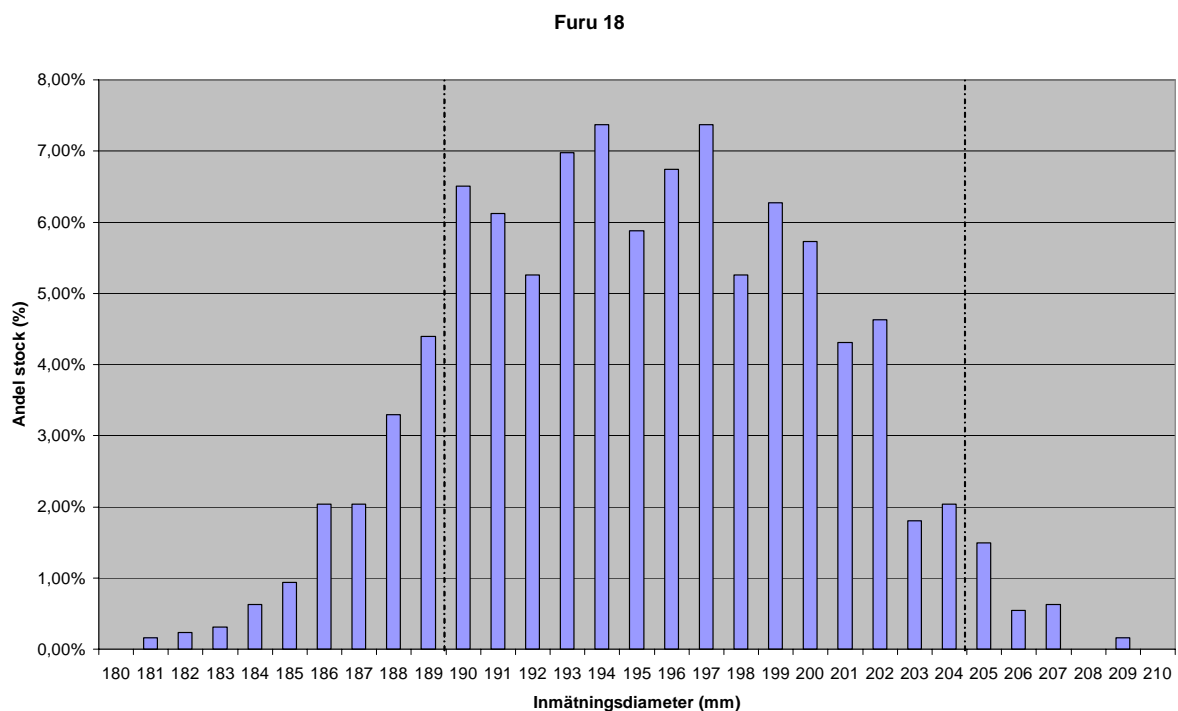


**Diagram 2.** Illustration över hur diameterfördelningen såg ut för timmerklassen efter barkavdragen förändrats. De streckade linjerna motsvarar klassgränserna.

## Furu 18

**Tabell 3.** Nyckeltal för timmerklass furu 18 från mätstationen. Sammanställningen är gjord från mätvärden insamlade vid mätramen i såghuset efter att barkavdragen förändrats.

Antal stock	Min Inmdia	Max Inmdia	Medel Inmdia	Stdav. Inmdia	Medel mindia	Medel mittdia	Medel maxdia
1275	144	235	194,9	5,7	189,7	207,3	244,8
Medel tavsm	Medel ravsm	Medel pilhöjd	Medel toval	medel moval	medel fys. Volym	Medel toppvol	Medellängd
7,9	4,2	6,3	13,1	79,1	159,6	128,2	444,1
Diameter	<190	190-204	>204	Totalt			
Antal (st)	189	1049	37	1275			
Andel (%)	14,82%	82,27%	2,90%	100,00%			



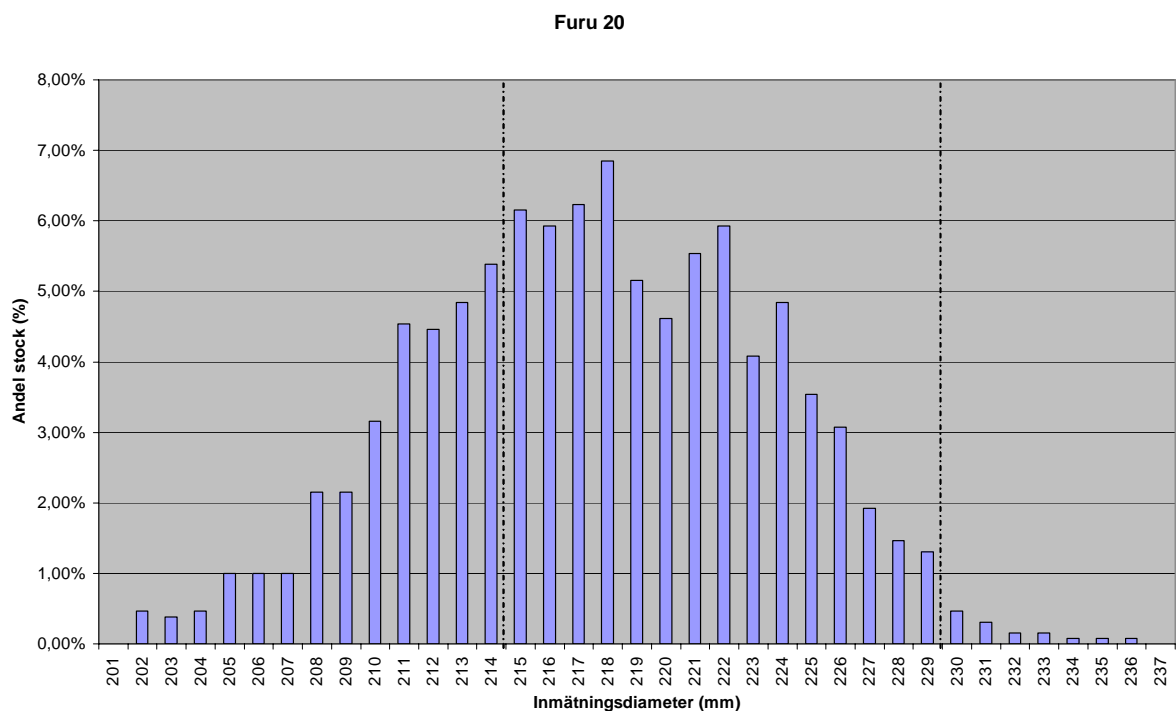
**Diagram 3.** Illustration över hur diameterfördelningen såg ut för timmerklassen efter barkavdragen förändrats. De streckade linjerna motsvarar klassgränserna.



## Furu 20

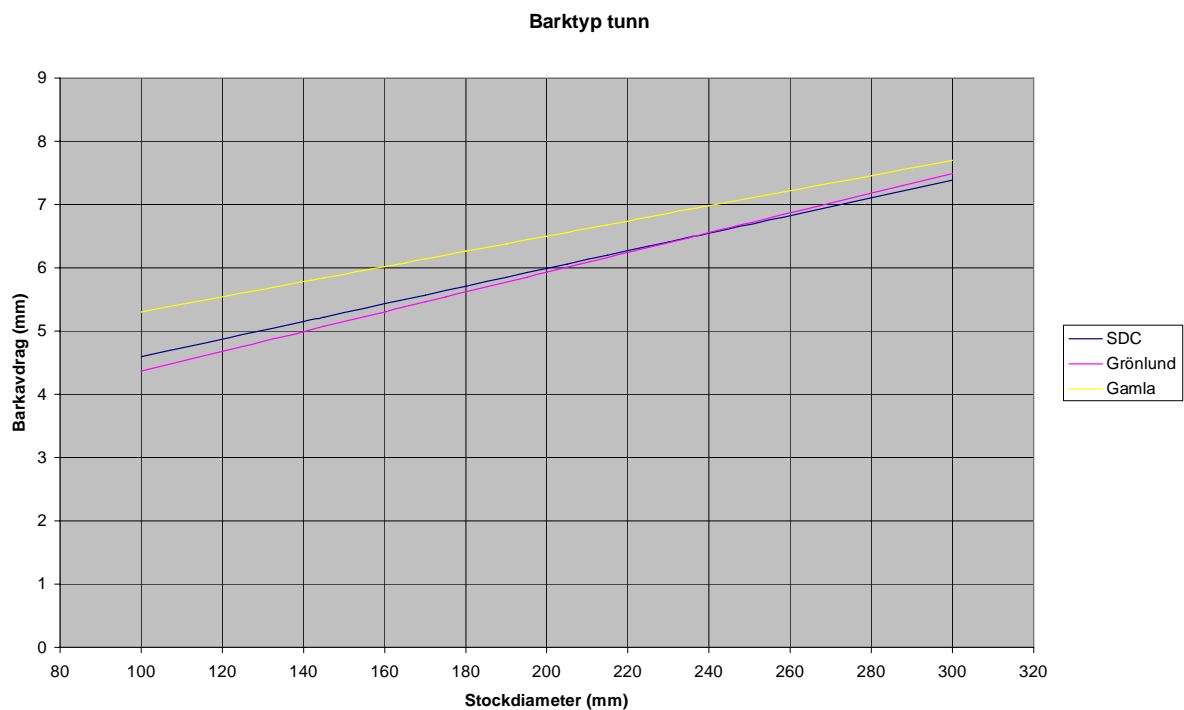
**Tabell 4.** Nyckeltal för timmerklass furu 20 från mätstationen. Sammanställningen är gjord från mätvärden insamlade vid mätramen i såghuset efter att barkavdragen förändrats.

Antal stock	Min Inmdia	Max Inmdia	Medel Inmdia	Stdav. Inmdia	Medel mindia	Medel mittdia	Medel maxdia
1300	154	243	217,2	7,0	211,9	230,0	267,0
Medel tavsm	Medel ravsm	Medel pilhöjd	Medel toval	medel moval	medel fys. Volym	Medel toppvol	Medellängd
7,8	3,6	7,0	14,2	77,3	200,2	163,9	454,8
Diameter	<215	215-229	>229	Totalt			
Antal (st)	416	866	18	1300			
Andel (%)	32,00%	66,62%	1,38%	100,00%			

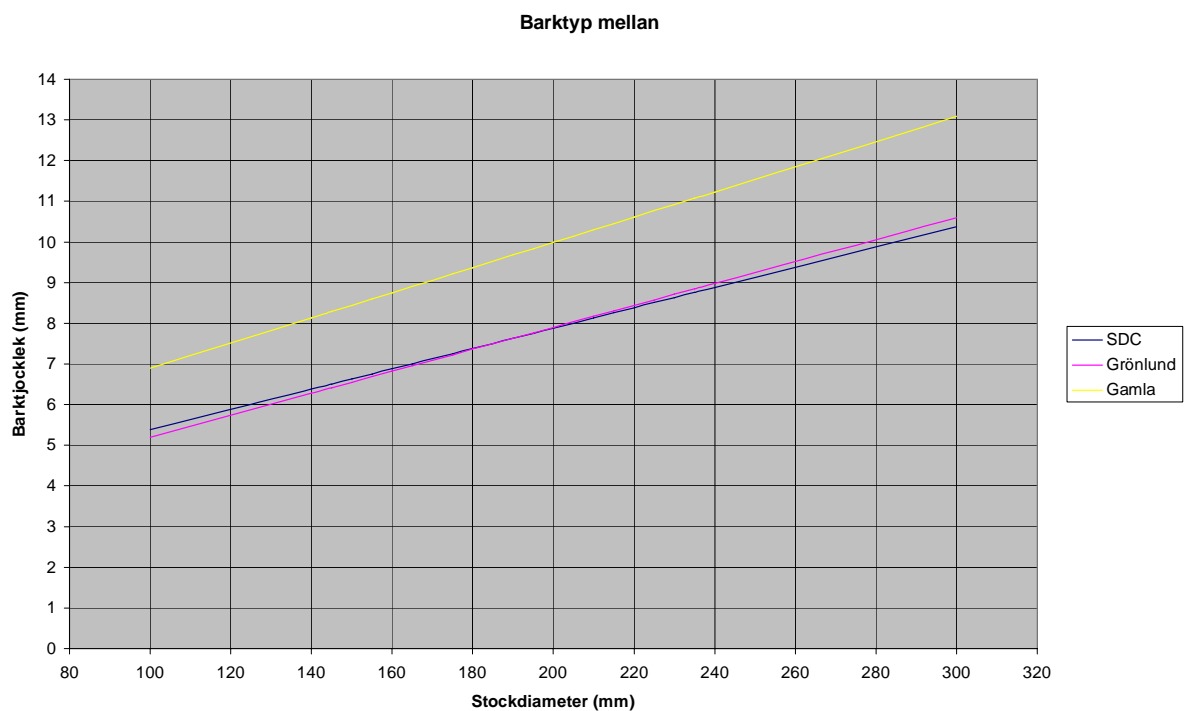


**Diagram 4.** Illustration över hur diameterfördelningen såg ut för timmerklassen efter barkavdragen förändrats. De streckade linjerna motsvarar klassgränserna.

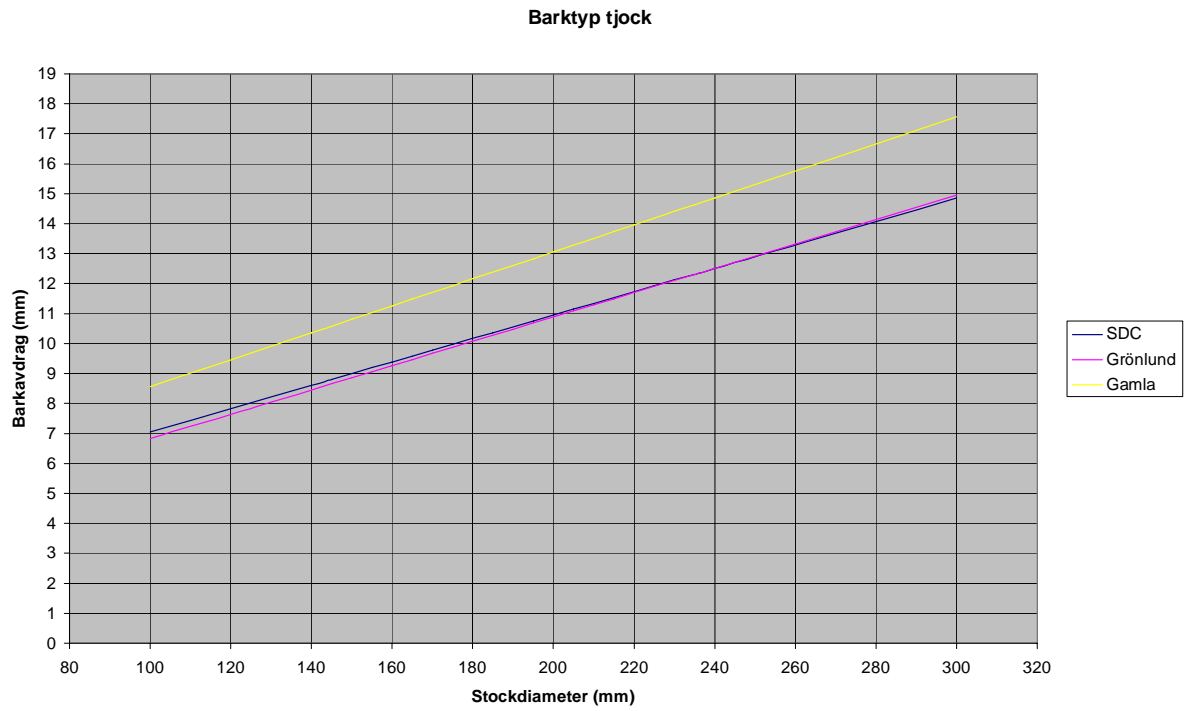
## Bilaga IV: Grafisk jämförelse mellan de olika barkavdragen



**Figur 1.** Grafisk jämförelse av barkavdraget tunn beräknat med de olika värdena på konstanterna.



**Figur 2.** Grafisk jämförelse av barkavdraget mellan beräknat med de olika värdena på konstanterna.



**Figur 3.** Grafisk jämförelse av barkavdraget tjock beräknat med de olika värdena på konstanterna.

## Bilaga V: Timmerplanslayout

Gran			Tall		
Sorteringsklass	Kommentar	Fack nr	Fack nr	Kommentar	Sorteringsklass
	Långt	30	29	Dstock, krok	
15 O/S	153-160	28	27	138-147	13
17 O/S	178-189	26	25	128-137	12
18 O/S	190-204	24	23	148-157	14
23	240-254	22	21	158-167	15
21	270-239	20	19	168-177	16
20	210-229	18	17	178-189	17
19	195-209	16	15	190-204	18
18	185-194	14	13	205-214	19
17	166-184	12	11	215-229	20
16L	152-165	10	9	230-244	21
15	142-151	8	7	245-254	23
14	128-141	6	5	255-269	25
27	286-306	4	3	270-289	27
20 O/S	215-229	2	1	290-309	29
25	255-285	40	39	Röttimmer, ÖG	
21 O/S, 33G	230-244	38	37	310-329	30
16K	152-165	36	35	330-359, 11F	31, 11
29	307-321	34	33	360-400	33+, 13G
	Spik Och Kontroll	32	31	Massa	

-----  
Mätstation



Matningsriktning

### Kommentarer:

Granklassen 16 är uppdelad i två separata klasser, en lång 16L och en kort 16K. 16L omfattar stockar med längden 301 - 390 cm.

O/S - stockar är raka fina rotstockar av furu.

Dstock innebär att vid sortering ligger två stockar omlott varmed mätramen uppfattar stocken som för lång (> 575 cm). Dessa stockar sorteras om. Krokstockar tas till en kap och kroken kapas bort. Samma sak gäller för stockar innehållande metall (spik).

ÖG betyder övergrovt och timmer klassas som övergrovt antingen då toppdiametern är större än 40 cm eller då rotänddiametern är större än 60 cm.

Röttimret sågades tidigare och virket gick då till WOW. Den fabriken producerar för tillfället ingenting och röttimret läggs på hög.