

Sidebord – kvalitet og utbytte

Sideboards – quality and sawing yield

Resultater fra kvalitets- og utbyttmålinger ved tre sagbruk

Saksbehandler: Siv. ing. Sverre Tronstad, Norsk Treteknisk Institutt

Dato: 1999-11-15

Oppdragsgiver: Trelastindustriens Landsforening

Prosjektnummer: 113100/222

Sammendrag

Det er foretatt praktiske målinger av hvilket skurutbytte man kan oppnå ved et større uttak av sidebord, samt hvilken kvalitet man har i sidebordene.

Kvalitetsmålingene er foretatt etter kravene i Nordisk Tre ute på tre sagbruk med brukets egne sorterere, samt på prøvemateriale fra skurutbytteundersøkelsen. Målingene viser store variasjoner i trelastkvaliteten i bordene, med variasjoner fra en andel i beste klasse A fra 0 % til 58 %. Hovedårsaken til nedklassing for de beste resultatene er tørrkvist, mens det for de dårligste resultatene er et stort innslag av barkringkvist og tennar i tillegg til tørrkvist og friskkvist.

De praktiske skurutbyttmålingene, som ble utført på 12 tømmerklasser fra ca. 12 til 30 cm toppdiameter og med sideborduttak ned til 13 x 75 mm, viste utbytter fra 50 % til 66 % avhengig av toppdiameter. Ved uttak av kortere lengder enn 18 dm økte utbyttet med ytterligere 1,5 - 2 %. Ved en noenlunde normal toppdiameterfordeling tilsvarende det et midlere utbytte på 59 - 61 %. Dette ligger vesentlig over de skurutbytter som er normale i dag.

En ytterligere økning av bordutbyttet kan oppnås ved modulkapping av bordene før kanting. Avhengig av kappemodul økte skurutbyttet med 2,5 - 3 % sammenlignet med uttak i full lengde på 1,8 m.

Det økte sideuttaket medfører en vesentlig økning i antall bord per stokk til et gjennomsnitt på 7 - 9 stk. En modulkapping av bordene før kapping vil ytterligere øke stykketallet, og vil ligge på 20 til 50 bord per stokk ved 80 cm modul og 10 til 30 bord per stokk ved 120 cm modul, alt avhengig av toppdiameter.

Lønnsomheten ved et øket uttak vil helt avhenge av om kan det utvikles rasjonelle tekniske løsninger for skur og håndtering av det økte borduttaket.

Stikkord: Skurutbytte, sidebord, kvalitet

Keywords: Sawing yield, sideboards, timber quality

Summary

In this project practical tests have been carried out to find the potential in yield by sawing extra sideboards from the outer parts of the logs. The quality of the sideboards has also been tested at different sawmills.

The quality tests are carried out according to the regulations in Nordisk Tre (Nordic Timber) at three sawmills using their own sorters, and additionally on boards sawn at the institute's sawmill. The tests indicate a great spread in quality with variations from 58 % to 0 % in the best quality class A. The main reason for downgrading for the best quality test was dry knots, while bark ring knots and compression wood was predominant in addition to sound and dry knots in the worst quality tests.

In the practical tests of sawing yield which were carried out on logs with a top diameter ranging from 12 cm to 30 cm and with the smallest board dimension of 13 x 75 mm, the yields were in the range of 50 % to 66 % dependent on the top diameter. By sawing shorter lengths than the normal minimum of 18 dm, the yield increased by additional 1,5 - 2 %. With a normal top diameter distribution for Norwegian saw logs this represents a mean sawing yield of 59 - 61 %. This is substantially higher than the normal sawing yields today.

An additional increase in the yield from sideboards can be achieved by crosscutting the sideboards in saleable modules before canting. Dependent on the module length, the sawing yield can thereby be further increased by 2,5 - 3 % compared to canting of full lengths.

The increase in yield will lead to a substantial increase in the number of boards. Instead of 3 - 4 boards per log the number will increase to 7 - 9 boards per log as a mean. By crosscutting before canting the mean number will be approx. 20 per log by a module of 120 cm and 25 by a module of 80 cm.

The economy of a higher sawing yield from sideboards will be highly dependent on whether it is possible to find effective technical solutions for sawing and handling the increased number of thinner and shorter boards.

Forord

Denne rapporten er en videreføring av prosjektet "Sidebord - produksjon og anvendelse", og går primært inn på en studie av hvilke praktiske skurutbytter man vil oppnå ved uttak av tynne sidebord ved forskjellige skurmetoder, og hvilke kvaliteter man kan forvente i de ekstra bordtakene.

Prosjektet, som er et av delprosjektene under "Bransjeløft for bedre råstoffutnyttelse", er et brukerstyrt prosjekt med deltagelse av Begna Bruk AS, Kirknesvaag Sagbruk & Høvleri AS, Møre Tre AS og Trones Bruk AS. Bedriftene har dekket 50 % av kostnadene gjennom eget arbeid, mens de resterende kostnadene er dekket med 35 % av Norges forskningsråd og 15 % av Fondet for Treteknisk Forskning.

Prosjektleder har vært Sverre Tronstad, Norsk Treteknisk Institutt.

Oslo, november 1999

Innhold

| | |
|--|----|
| Sammendrag | 3 |
| Summary | 4 |
| Forord | 6 |
| Innhold | 8 |
| 1. Innledning | 9 |
| 2. Kvalitetsmåling sidebord | 9 |
| 2.1 Forsøksopplegg | 9 |
| 2.2 Resultater | 10 |
| 2.3 Diskusjon | 11 |
| 3. Skurutbyttmåling med kvalitetsvurdering | 12 |
| 3.1 Forsøksopplegg | 12 |
| 3.2 Resultater | 13 |
| 3.2.1 Skurutbytte ved fulle bordlengder | 13 |
| 3.2.2 Skurutbytte ved modulkapping av bordene | 14 |
| 3.2.3 Sammenligning av utbytter ved forskjellige skuropplegg ... | 16 |
| 3.2.4 Kvalitetsutfall av bordene ved skurforsøket | 17 |
| 3.3 Diskusjon og konklusjon | 19 |
| Litteratur | 20 |

1. Innledning

Det har tidligere blitt påpekt i flere rapporter og sammenhenger at det ligger store muligheter for økning av skurutbyttet gjennom større uttak av sidebord, bl.a. i tidligere NTI-rapporter (1, 2). En kjenner også godt til at det på enkelte trelastbruk i 50-årene ble drevet med en utstrakt skur av kassebord, hvor man gjennom uttak av både tynne og korte bord av bakhunen fikk en meget god utnyttelse av stokken. Man benyttet da også prinsippet med kapping av bakhunen før kanting for å få et maksimalt uttak av kassebord.

En kan i dag gjennom bruk av beregningsmodeller foreta simuleringer av tenkte uttak ned til bestemte dimensjoner og lengder. Disse simuleringer er imidlertid basert på at tømmeret er rett avkortede kjegler, og tar ikke hensyn til de ulike geometriske former av hver enkelt stokk. Modellene kan heller ikke beregne effekten av en korting før kanting, selv om det siste er mulig å løse beregningsmessig.

For å danne seg et bilde av hva man gjennom praktisk skur kan oppnå av skurutbytte gjennom et maksimalt uttak av sidebord ned til 13 x 75 mm, ble det derfor gjennomført skurutbytteforsøk på 60 stokker, hvor man samtidig registrerte kvaliteten på sidebordene. Forutgående for disse forsøkene ble det også tatt 6 stikkprøver av kvaliteten på sidebordene ved forskjellige trelastbruk.

2. Kvalitetsmåling sidebord

2.1 Forsøksopplegg

Det ble gjennomført 6 tester av kvaliteten på ekstra sideborduttak ved 3 bedrifter. Bordene ble sortert etter kvalitetskravene i Nordisk Tre med en oppdeling i 5 klasser, A1/A2, A3/A4, B, C og D. Dimensjon, treslag og antall biter som ble testet, fremgår av tabell 1.

Tabell 1. Data for de 6 testene av kvalitet i sidebord.

Data for the 6 quality tests of sideboards.

| Test nr. | Dim. | Treslag | Ant. |
|----------|----------|---------|------|
| 1 | 13 x 75 | Furu | 100 |
| 2 | 13 x 75 | Gran | 100 |
| 3 | 32 x 125 | Gran | 50 |
| 4 | 22 x 100 | Gran | 50 |
| 5 | 16 x 95 | Gran | 100 |
| 6 | 22 x 100 | Gran | 100 |

I tillegg ble alle nedklassingsårsaker registrert og delt prosentvis mellom kategoriene; Ingen feil, Friskkvist, Svartkvist, Tørrkvist, Barkringkvist, Kvisthull, Kvaelommer, Tennar, Råte og Andre feil. Alle målinger ble utført av bedriftens folk.

2.2 Resultater

Som det fremgår av fig. 1, viser målingene store forskjeller mellom de enkelte forsøk, med den klart beste kvaliteten ved forsøk 1 som ble utført på 13x75 mm furubord. For furubordene er hele 50 % av det undersøkte partiet i klasse A, derav over 40 % i klassene A1-A2.

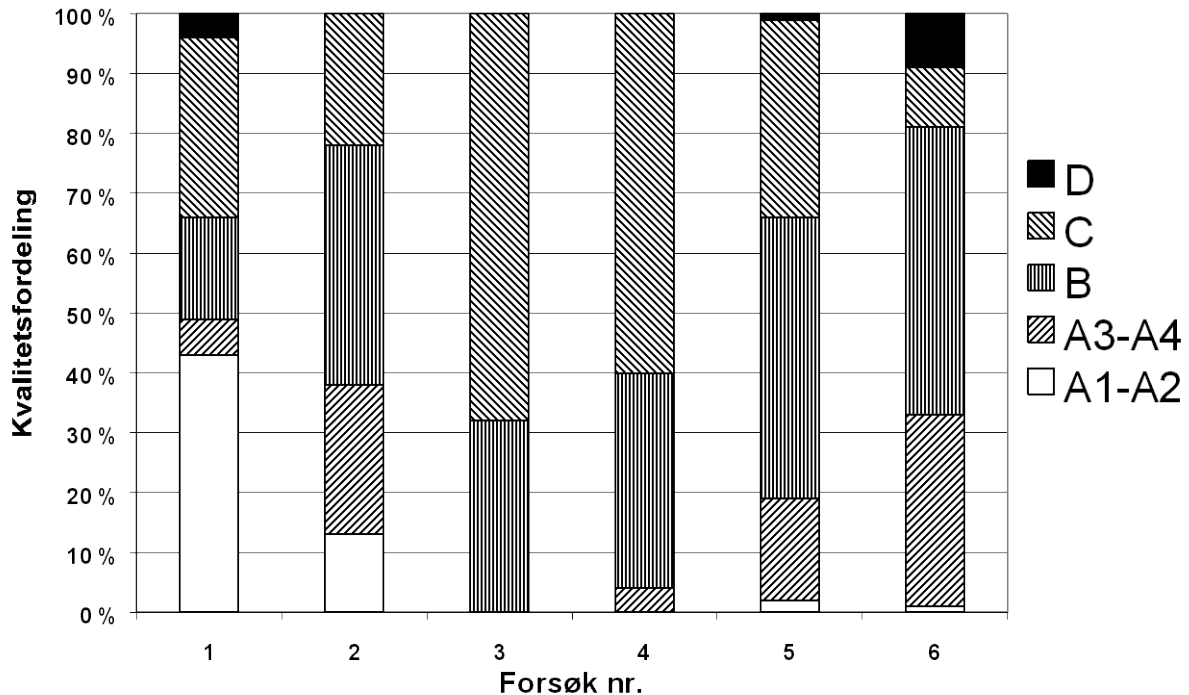


Fig. 1 Kvalitetsfordeling for sidebordene etter Nordisk Tre ved de 6 forsøkene.
Quality distribution of the sideboards according to Nordisk Tre (Nordic Timber).

For de resterende 5 forsøkene, som var utført på gran, var kvaliteten jevnt over dårligere, men med store variasjoner med ytterpunkter på 38 % i klasse A for forsøk 2 ned til 0 % i forsøk 3. I gjennomsnitt for granforsøkene var det 18 % i klassene A, 41 % i klasse B, 39 % i klasse C og 2 % i klasse D.

Nedklassingsårsakene fremgår av fig. 2. For forsøk 1, furu 13 x75 mm, var hovedårsaken til nedklassing tørrkvist, mens det for granforsøkene var friskkvisten som var viktigste årsak. Ellers ser en at tørrkvist var den nest viktigste nedklassingsårsak for granbordene, unntatt for forsøk 3 hvor barkringkvist var meget utbredt.

Av andre feil merker en seg at tennar faktisk var en av de viktigste i forsøk 4, mens det i forsøk 5 var en meget stor andel som hadde kvisthull.

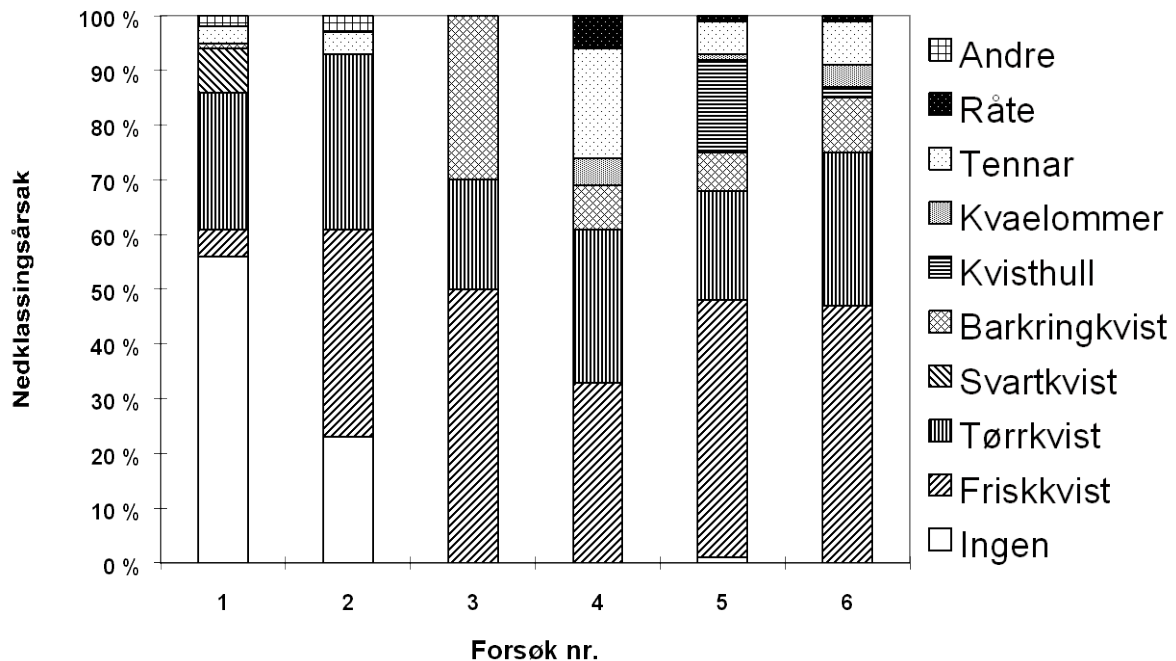


Fig. 2 Nedklassingsårsaker.
Causes for downgrading.

2.3 Diskusjon

Forsøksmaterialet er for lite og spredningen i resultatene for store til å kunne trekke noen generell konklusjon når det gjelder forventet kvalitet i sidebordene. Forsøkene gir allikevel en klar indikasjon på at det i enkelte tømmerpartier og tømmerdistrikter kan være meget høy kvalitet i sidebordene.

Fra tidligere betraktninger omkring kvalitet avhengig av plassering i stoktverrsnittet (2), ble det påpekt at kvaliteten på sidebordene, spesielt på furu, vil kunne være meget god særlig i rotstokken grunnet tidlig oppkvisting. Den ene målingen på furu føyer seg derfor godt inn i denne beskrivelsen. En kan også legge merke til at det i furuforsøket ble testet dimensjonen 13 x 75 mm, som er tatt ekstra langt ut mot yta i stokken, og som derved ut fra ovenstående betraktning burde ha lite kvist.

Gran har generelt mindre oppkvisting enn furu, og vil derfor ha mer kvist både i rotstokk og midtstokk. Grunnet kvistens form vil friskkvisten i sidebordene bli relativt stor og derved føre til en større nedklassing. Gran fra enkelte distrikter og beliggenheter kan imidlertid også ha en god oppkvisting og gi meget gode sidebordkvaliteter, som det fremgår i neste kapittel.

3. Skurutbyttmåling med kvalitetsvurdering

3.1 Forsøksopplegg

Skurutbyttforsøkene ble utført i en kombinasjon med skur av sentrumsuttaket ved stokkbåndsagen ved Begna Bruk og skur av sideuttaket i en båndkløvsag ved Norges Byggscole, begge med en snittykkelse på ca. 2,8 mm.

Tømmeret ble sortert i 12 tømmerklasser fra ca. 12 cm til 30 cm. Deretter ble alle stokker målt og merket før tømmeret ble skåret på stokkbåndsagen. Største og minste toppdiameter ble registrert, hvor midlere toppdiameter ble brukt i de senere beregninger. Sentrumspostningen ble beregnet ved hjelp av NTI's Skursimprogram, hvor man til en viss grad måtte ta hensyn til bedriftens ønsker om dimensjoner. Sentrumsuttaket ble registrert med hensyn til dimensjon, kantklasse og lengde på kanten, mens all bakhonen ble merket og buntet.

Bakhonen ble deretter transportert til Norges Byggscole hvor det ble skåret ut så mye bord som praktisk mulig. Minste borddimensjon var 13 x 75 mm og minste lengde var helt nede i 7 dm. De ukantede bordene ble så vurdert med hensyn til maksimalt uttak av bredde og lengde ved hjelp av en såkalt "harpe" (se fig 3). For å kunne beregne utbyttet ved en tenkt modul-kapping før kanting, ble avsmalningen av de ukantede bordene også registrert.

I tillegg ble det foretatt en kvalitetsvurdering etter Nordisk Tre. Over 500 ukantede bord ble registrert.



Fig. 3 Måleramme for registrering av sideborduttak.
Frame for measuring the sawing yield.

3.2 Resultater

Ved beregning av skurutbyttene er det tatt hensyn til sentrumsuttakets vankant ved at vankantvolumet er beregnet og trukket fra. Volumet av sentrumsuttaket blir da lik det reelle ”neddyppede” trelastvolum. For sammenligning med vanlig oppgitte skurutbytter bør en trekke fra ca. 2,5 % for kapp.

Sideuttakets volum er målt som det maksimale skarpkantede volum som kan tas ut av hvert ukantede bord i lengder ned til nærmeste hele dm. Det er registrert bordlengder helt ned til 4 dm.

Det er i tillegg beregnet hvilket uttak en kan få ved å kappe den ukantede bakhonen i lengdemoduler på 4 dm, 8 dm og 12 dm før kantiing. Bredden på de kantede bordene ble beregnet både som maksimalt utnyttbare bredder i mm og i standardbredder. Grunnen til at det også er utregnet hvilket utbytte man kan oppnå ved maksimale (ikke standardiserte) bredder, er å fastslå hvilken gevinst man derved ville få ved eventuell kantliming av bordene.

3.2.1 Skurutbytte ved fulle bordlengder

Fig. 4 viser resultatet av skurutbyttmålingene for fulle bordlengder som funksjon av toppdiameter. Det er dessuten vist hvilken innflytelse minste bordlengde har på skurutbyttet. Her er det delt opp i minste bordlengder på 18 dm, 12 dm, 8 dm og 4 dm.

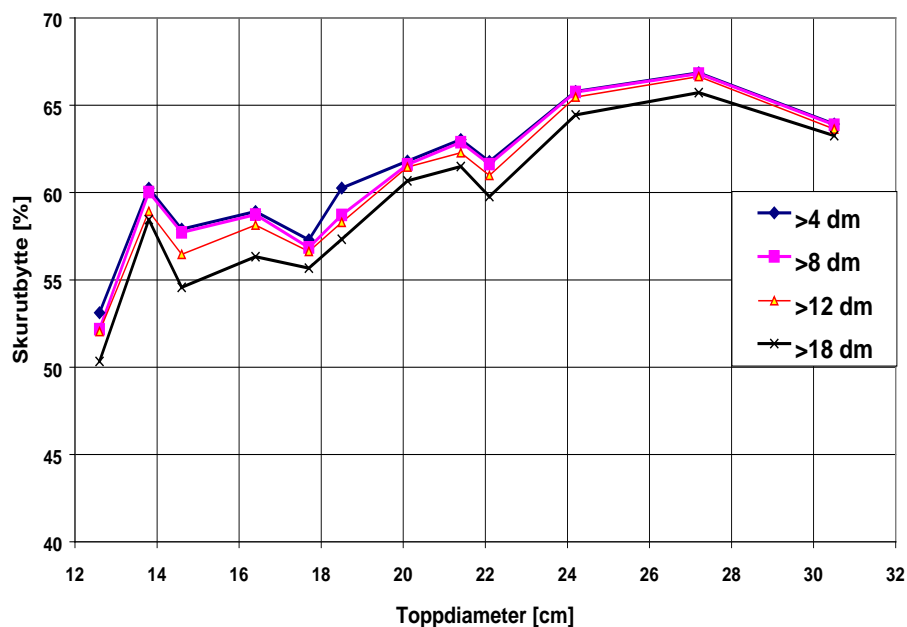


Fig. 4 Skurutbytte avhengig av toppdiameter og minstelengder på bordene.
Sawing yield dependent on top diameter and minimum length of the boards.

Sammenlignet med mer vanlig borduttak hvor det normalt ikke blir tatt ut dimensjoner under 19 mm, vil det som det fremgår av fig. 5 bli en vesentlig økning i bordantallet over hele toppdiameterespekteret.

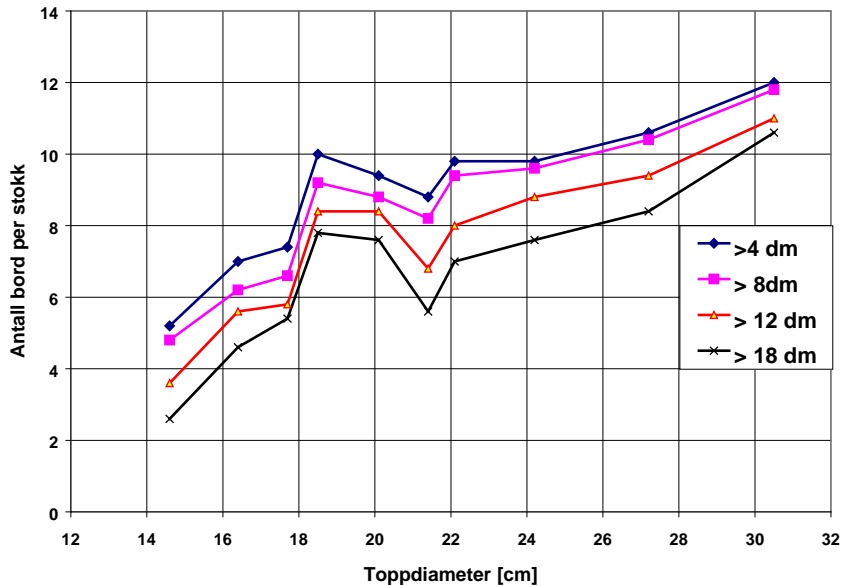


Fig. 5 Antall bord per stokk avhengig av toppdiameter og minstelengde.
Number of boards per log dependent on top diameter and minimum length.

3.2.2 Skurutbytte ved modulkapping av bordene

Ut fra målinger av bordenes avsmalning er det beregnet hvilke utbytter man vil oppnå hvis man modulkapper bordene før kantiing. Det er her forutsatt at man har en rettlinjert, jevn avsmalning av de ukantede bordenes skurflater fra rotenden mot toppenden. Dette er selvfølgelig en tilnærming, men pga. stokkens form og en god del bord med rette kanter fra delingssagen, vil en i gjennomsnitt få en liten undervurdering av utbyttet. Det er operert med 3 moduler, 12 dm, 8 dm og 4 dm.

I fig. 6 er skurutbyttet ved modulkapping beregnet ved standard_breddeuttak vist som funksjon av toppdiameter i avhengighet av kappemodul. Beregningen viser klart at jo kortere lengdemodulen er, jo høyere blir utbyttet

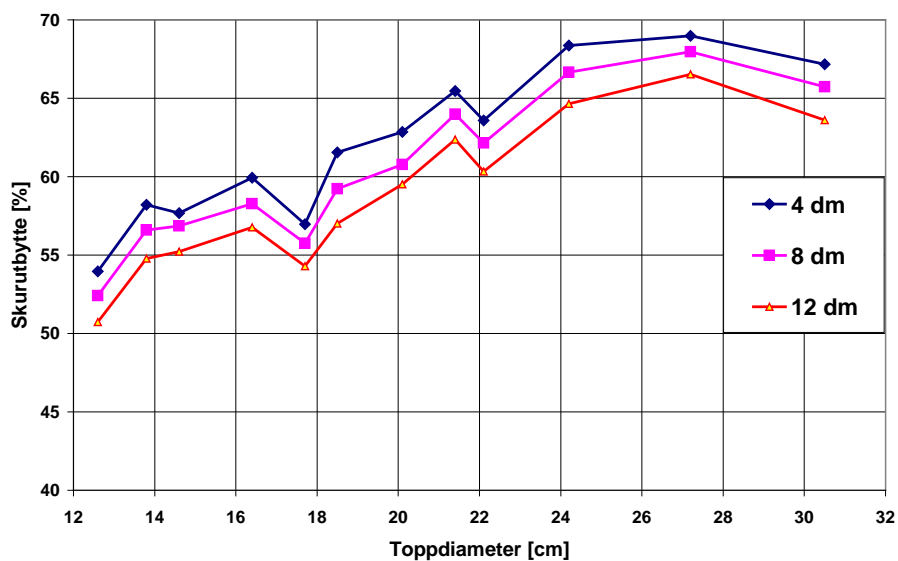


Fig. 6 Skurutbytte ved modulkapping av bordene før kanting (standard bredder).
Sawing yield by module cutting of the boards before canting (standard widths).

I fig. 6 er vist hvilket skurutbytte som oppnås hvis man kanter bordene i fri bredde til nærmeste mm, noe som kan være av interesse hvis man ønsker å kantlime de modulkappede bordene til et eller annet produkt.

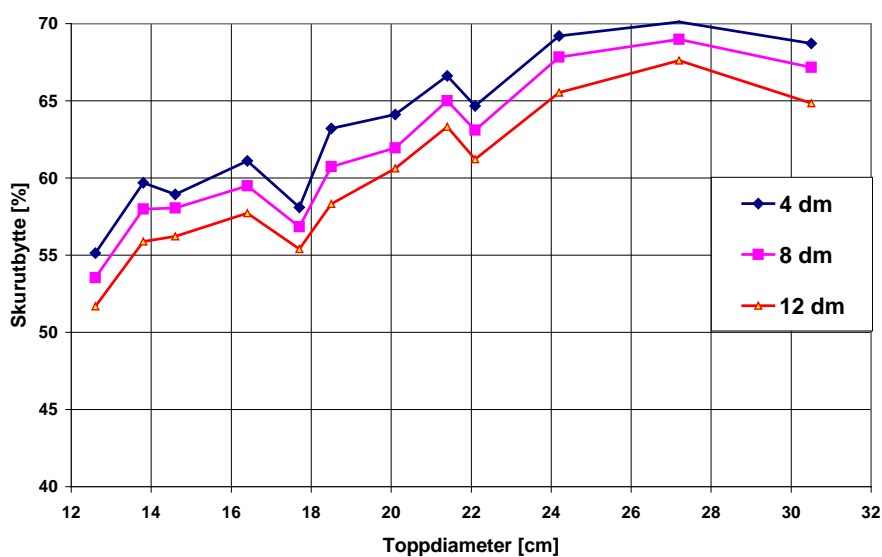


Fig. 7 Skurutbytte ved modulkapping av bordene før kanting (fri bredde).
Sawing yield by module cutting of the boards before canting (free widths).

Ved modulkapping av bordene før kanting, vil antall bord som skal håndteres selvfølgelig øke kraftig. Dette fremgår av fig. 8, hvor man f.eks. er oppe i 50 bord per stokk ved 30 cm toppdiameter og 8 dm kappemodul.

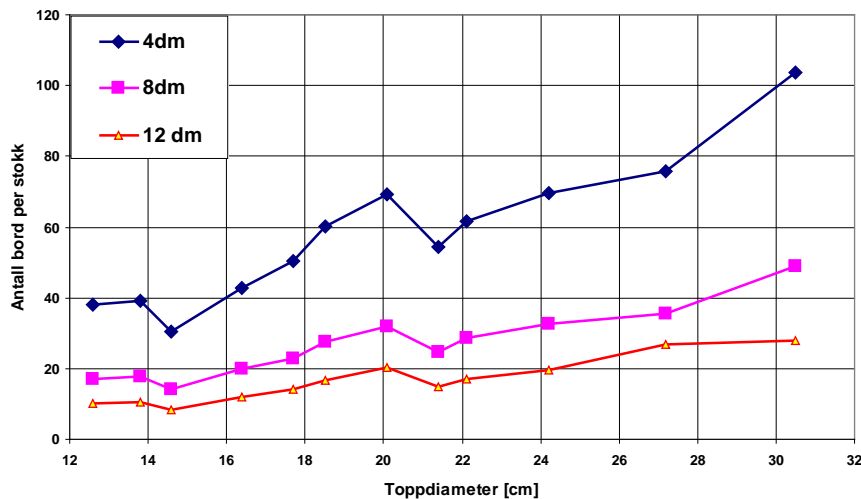


Fig. 8 Antall bord per stokk ved forskjellige toppdiametre og kappemoduler.
Number of boards per log by different top diameters and cutting modules.

3.2.3 Sammenligning av utbytter ved forskjellige skuropplegg

I fig. 9 er det satt opp en sammenligning av totalt utbytte mellom fire forskjellige metoder for uttak av sidebord:

- * Sideuttak ned til 13 x 75 mm i full lengde ned til 18 dm
- * Sideuttak ned til 13 x 75 mm, modul kappet til 8 dm og kantet i "frie bredder" ned til 75 mm
- * Sideuttak ned til 13 x 75 mm, modul kappet til 8 dm og kantet i standardbredder ned til 75 mm
- * Sideuttak eksklusiv 13 x 75 mm i full lengde ned til 18 dm

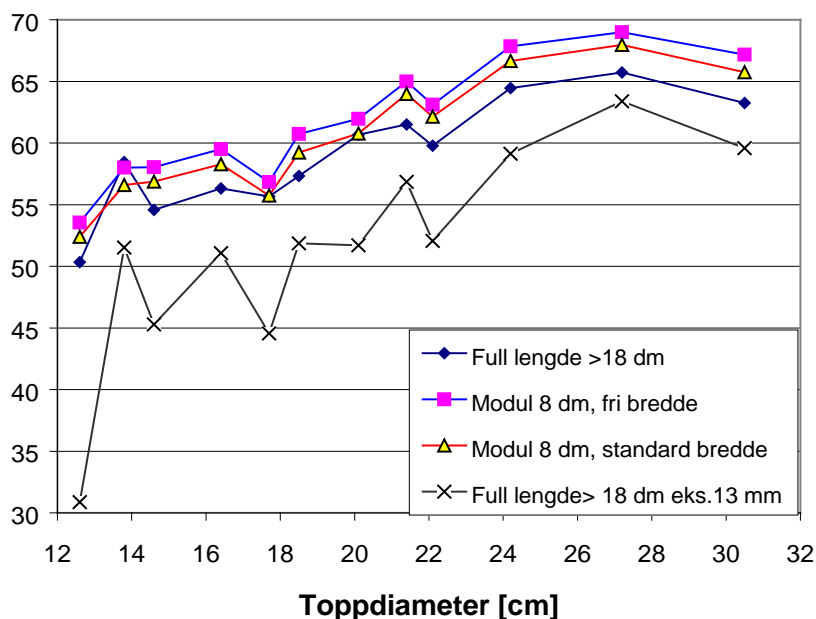


Fig. 9 Sammenligning av utbyttet ved forskjellige skurmetoder.
Comparison of yield from different sawing patterns.

Denne sammenligningen viser klart hvilke muligheter for utbytteøkning som ligger i skur av bord ned til 13 x 75 mm, og ved kapping av de ukantede bordene før kanting. Reduksjonen i utbytte ved å sløyfe 13 mm-bordene er markant, men reduksjonen er her sannsynligvis noe påvirket av at sagmesteren i noen tilfeller prioriterte 13 mm bord hvor det muligens kunnet vært tatt ut tykkere, men smalere bord.

For å få et bilde av den totale volumbalansen, er det i fig. 10 satt opp et totalutbytteskjema delt opp i prosentandeler for sentrumsuttak, sideuttak, bakhun, sagflis og svinn. Dette er basert på Skursims teoretiske beregning av sagflis og svinn.

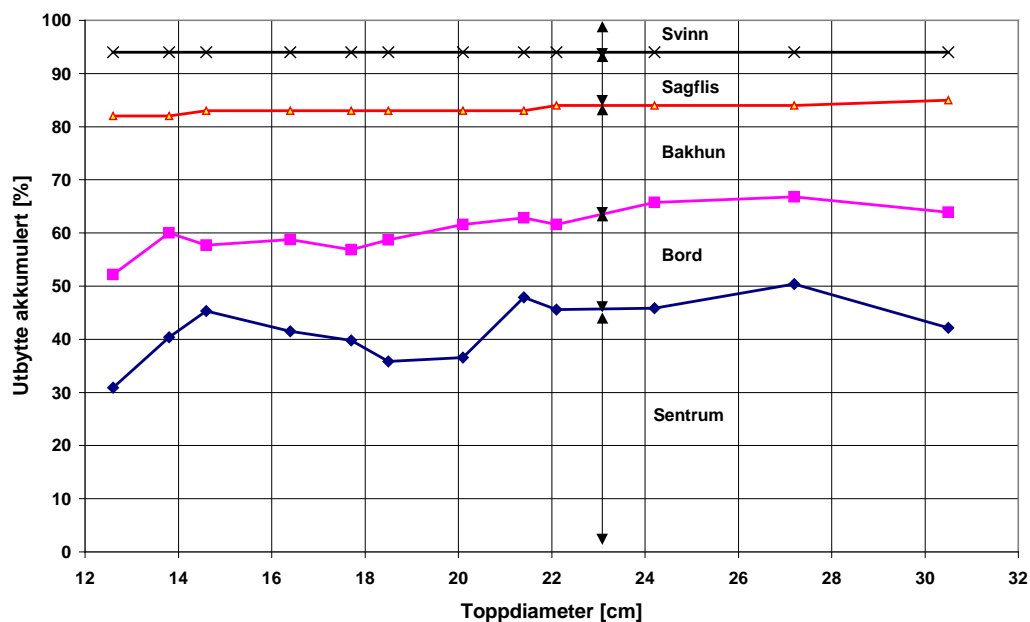


Fig. 10 Fordeling mellom sentrumsuttak, borduttak, bakhun, sagflis, samt svinn ved spesialskur av bord ned til 13 x 75 mm og min. lengde 8 dm.

Distribution between center yield, board yield, slabs, sawdust and shrinking by sawing of boards down to 13 x 75 mm and min. length of 8 dm from the slab part.

Vi ser her at bakhunandelen ut fra disse beregninger ligger på bare 21 - 22 % for de midlere stokkdiameter, med variasjon fra 17 % til 28 % fra de største til de minste tømmerklasser.

3.2.4 Kvalitetsutfall av bordene ved skurforsøket

Sammen med utbytteregistreringen ble det også foretatt en kvalitetsmåling av alle bordene etter kravene i Nordisk Tre.

For å få et inntrykk av hvilken kvalitet bordene fra et ekstra sideuttak vil få sammenlignet med et mer normalt borduttak, ble det skilt mellom 13 mm bordene og de andre bordene. 13 mm bordene vil således alltid ligge lengst ut mot stokkens overflate, da enten utenfor sentrumsuttaket for de minste

stokkdimensjonene eller utenfor de tykkere bordene for de største tømmerdimensjonene.

I fig. 11 er vist kvalitetsfordelingen for et mer normalt borduttak, altså eksklusiv 13 mm bord. Vi ser at andelen A1/A2 ligger på 16%, A3/A4 på 38% og kvalitet B på 46%. Det var ingen bord i kvalitet C og D.

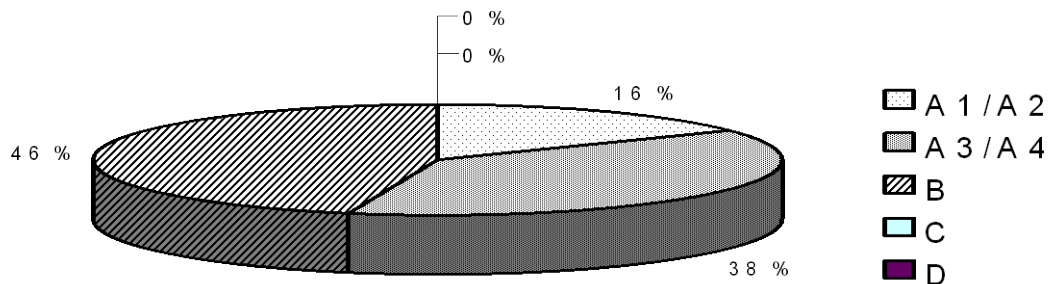


Fig. 11 Kvalitetsfordelingen for alle bordene eksklusiv 13 mm ved skurforsøket.
Wood quality distribution of the boards exclusive 13 mm from the test sawing.

I fig. 12 vises kvalitetsfordelingen for 13 mm bordene. Vi ser her at andelen A1/A2 ligger på hele 37 %, altså over det dobbelte sammenlignet med "normalt borduttak". Tar man summen av A-klassene er forskjellen mindre, men 13 mm bordene ligger ennå klart over. Til forskjell fra "normalt borduttak" hadde 13 mm bordene noen få bord i klasse C og D.

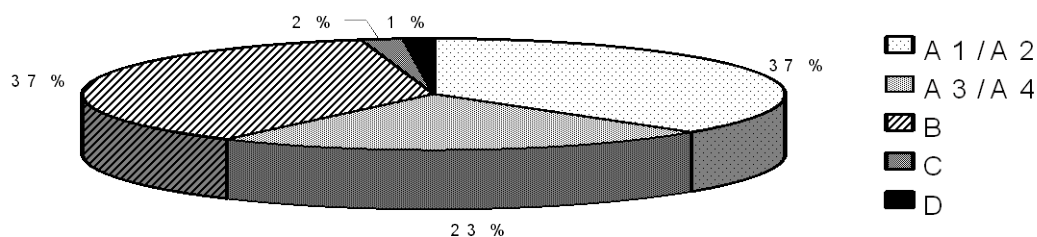


Fig. 12 Kvalitetsfordeling for 13 mm bordene ved skurforsøket.
Wood quality distribution of the 13 mm boards from the test sawing

Den observerte kvalitetsfordelingen er mer eller mindre å forvente ut fra treanatomiske forhold, hvor man kan forvente til dels meget høy kvalitet på ekstra sideuttak (13 mm) i rotstokker, mens kvaliteten i toppstokk er tilsvarende dårlig grunnet stor kvist. Dette er nærmere beskrevet i referanse (2).

Som en konklusjon kan man si at disse forsøkene har vist at kvaliteten i bord fra et ekstra sideuttak er bedre enn kvaliteten ved et normalt borduttak, men med større spredning i kvalitetsutfallet.

3.3 Diskusjon og konklusjon

Den store variasjonen i kvalitet på sidebordene fra meget høy kvalitet til dårlig kvalitet viser tydeligvis at det er store forskjeller i tømmerkvaliteten både distriktsmessig og innen selve stammen. Avhengig av treslag og vekstvilkår vil det være forskjellig grad av oppkvisting, noe som vil ha stor innvirkning på kvaliteten på sidebordene, og da spesielt på de ytterste uttakene. Sideuttak fra rotstokken vil ved normal oppkvisting således i gjennomsnitt ha bedre kvalitet enn sideuttak tatt lenger opp på stammen. Dessuten vil sannsynligheten for kvistfrie bord øke med avstanden fra margin ved rotstokkene.

Selv om forsøksmaterialet ikke er stort nok til å trekke generelle slutninger om bordkvaliteten, indikerer forsøkene at det både av gran og furu kan oppnås meget høye kvaliteter i bord som kommer fra et ekstra sideuttak. Dette burde i tillegg til den markante utbytteøkningen også gi interessante muligheter for utsortering av kvistfrie bord. Disse bordene kan oppnå meget interessante priser, da spesielt for furu. Mindre undersøkelser av markedet for tynne bord på 13 mm har vist at det ikke var noe problem med avsetningen av de beste kvaliteter, men dette kan selvfølgelig svinge over tid. At bordene var så tynne som 13 mm, hadde ikke noen negativ innvirkning på prisen, snarere tvert i mot. Bordene av lavere kvalitet svinger mer i pris, spesielt på pallemarkedet. En oppgradering av lavkvalitetsbord gjennom lamineringsteknikk er en mulig vei å gå, og er beskrevet i rapport 32 fra NTI (2).

De skurutbytter som er oppnådd ved å skjære borddimensjoner ned til 13 x 75 mm og med til dels kortere lengder enn normalt, viser klart at det er mye å hente fra de deler av stokken som ellers hugges til celluloseflis. Utbytteløftet vil selvfølgelig avhenge av hvor man ligger fra før, og om man har tatt ut det maksimale av sentrumsuttak, men for flere bruk kan det være tale om 5 - 7 % ved uttak av normale bordlengder og ytterligere 1 - 1,5 % ved uttak av kortlengder ned til 8 dm. Foretar man modulkapping før kanting, kan man øke utbyttet ytterligere med ca. 2 %, i følge disse undersøkelser.

Et øket skurutbytte gjennom øket uttak av tynnere borddimensjoner er imidlertid ingen garanti for øket lønnsomhet. En skal her være oppmerksom de utfordringer som ligger på den tekniske siden i håndteringen av det økede antall bord med til dels lav verdi. I stedet for et bordantall på bare 3 - 4 per stokk som er mer vanlig, har en her fått et borduttak som tilsvarer fra 7 - 9 per stokk i gjennomsnitt. Ved modulkapping ned til for eksempel 8 dm vil man i gjennomsnitt få hele 30 bord

per stokk. Uten en sikker og rasjonell håndtering av disse store bordmengder både på skursiden og i de videre prosesser, vil ”vinningen lett gå opp i spinningen”.

På den annen side vil et løft i skurutbyttet på for eksempel 5 % kunne gi en merinntekt på 3 - 4 millioner kroner for en bedrift som skjærer 100.000 m³ tømmer, noe som burde kunne forsvare en relativt høy investering i skur og håndtering av det ekstra borduttaket.

Både rent generelt, og spesielt for sagbruk med begrensede tømmerressurser, burde en høyere utnyttelse av tømmervolumet til trelast være viktig. Både de teoretiske og de praktiske målingene har vist at dette er mulig gjennom et høyere borduttak.

Litteratur

1. Svein Olav Munthe, Sverre Tronstad. *Bakhon - et billig råstoff med mange muligheter*. Arbeidsrapport fra NTI, 1987.
2. Sverre Tronstad. *Øket sideborduttak - kvalitet, utbyttepotensial, produksjonsmetoder og videreforedling*. Rapport nr. 32 fra NTI (1996).