

Aptering i faste lengder

– *effekt på trelastkvalitet, trelastutbytte og lønnsomhet*

Terje Birkeland (Skogforsk) (terje.birkeland@skogforsk.no) og

Audun Øvrum . (Treteknisk) (audun.ovrum@treteknisk.no)

Forord

God råstoffutnyttelse er avgjørende for økonomien i skogbruk og skogindustri. Apteringsutførelsen er svært viktig i den sammenheng, da den har stor innvirkning på mulighetene videre i produksjonskjeden. Denne rapporten tar for seg arbeid innen markedsretta aptering i delprosjekt *Skog* i SSFF¹- prosjektet ”Norsk trevirke som råstoff – Verdiskapingspotensial og industrielle muligheter.”

En stor takk rettes til Ole Martin Harstad ved Mathiesen Eidsvold Værk ANS for anskaffelse av tømmer. Arne Drømtorp, Hans Grønlien, Ivar Fæste og Leif Kjøstelsen på Skogforsk var til stor hjelp under hogst, transport og skur. Skur foregikk ved Høyås Sag & Høvleri. Mange takk til mannskapet der for velvilje og godt utført arbeid. Erlend Nybakk, Skogforsk, var til god hjelp i deler av databehandlinga.

SSFF- prosjektet er finansiert av Norges Forskningsråd, Skogtiltaksfondet, norsk treforedlingsindustri og Fondet for treteknisk forskning ved NTI. Videre bidrar mange aktører innenfor skogbruk og skogbasert næring med en betydelig egeninnsats.

Ås, april 2005

Terje Birkeland

Audun Øvrum

1 SSFF: Skogbrukets og Skogindustrienes Forskningsforening

Sammendrag

Birkeland, T. & Øvrum, A. 2005: Aptering i faste lengder – effekt på trelastkvalitet, trelastutbytte og lønnsomhet. Rapport fra skogforskningen 3/05: 1-24.

Aptering etter tradisjonelt prima- og sekundasystem har ikke fungert tilstrekkelig med hensyn til utnyttelse av råstoffet, verken når det gjelder treff på etterspurte kvaliteter eller lengder. Tømmerpriser og prisspenn mellom prima og sekunda sortiment har i liten grad gjenspeila foredlingsverdien. Nye måter å aptere på har derfor vært i fokus de siste åra, og mye nytt er tatt i bruk. Lengde er en viktig kvalitet i seg sjøl, og bakgrunnen for å tenke lengdeaptering er nettopp fordelene av å produsere *riktige* og markedsretta trelastlengder allerede i skogen.

Formålet med forsøket var å gjennomføre ei økonomisk vurdering av ei streng lengdeaptering, med fire meter lange rotstokker og fem meter lange øvrige stokker, mot tradisjonell prima- og sekundaaptering. Dette for å vurdere om produkttilpassa lengdeaptering, med de fordeler det innebærer, men uten bestemte krav til kvalitet, er konkurransedyktig. Vi sammenligna utfall på trelastkvalitet, trelastutbytte og sagtømmerutnyttelse, og hvordan disse faktorene påvirka økonomien. Forsøksmaterialet bestod av 40 grove grantre fra to bestand på bonitet G 17 i Hurdal. Bestand 2 hadde høgere tømmerkvalitet enn bestand 1 med hensyn til stammeform, kvistsetting og virkesfeil. Faste lengder (FL) ga høgest skurutbytte og sentrumsutbytte, og utnyttet potensielt sagtømmervolum til 13 cm toppmål bedre enn prima og sekunda (PS). FL kom i tillegg overraskende godt ut på trelastkvalitet. PS ga riktignok høgest kvalitet ved handelsortering (Nordisk Tre, NT). I rotstokkene ga imidlertid FL best resultat ved NT-sortering. Ved styrkesortering etter NS-INSTA 142 ga FL klart høgest kvalitet, og svært høg kvalitet i rotstokkene.

Ved hjelp av volum sentrumsplanker i Nordisk Tre- kvalitetene A, B, C og D, og volum sidebord og celluloseflis beregna vi lønnsomheten til metodene, som produktverdi dividert på sagtømmervolum. Vi brukte gjeldende markedspriser. Apteringsmetodene ga tilnærma lik lønnsomhet. Dette til tross for at PS kvalitetsmessig kom best ut ved sortering etter Nordisk Tre (NT). Utnyttelsesgraden av *potensielt sagtømmervolum*¹ var 96 % i FL og 95 % i PS, og inngikk også i lønnsomhetsberegningene.

Den totale verdien ved trelastproduksjon per kubikkmeter potensielt sagtømmer blei da 743 kr i FL og 732 kr i PS, en forskjell i lønnsomhet i favør av FL på 1,6 %. Differansen blei redusert til 1,2 % ved å trekke inn massevirke, som PS så vidt ga mest av. Særlig sentrumsutbyttet var avgjørende til fordel for FL, og overskygget at PS ga høgest kvalitet ved NT- sortering. Større utbytte av sidebord og celluloseflis i PS reduserte forskjellene i total produktverdi, men verdien av disse produktene er låg, og fikk liten effekt sammenligna med sentrumsplankene. Stokk- og plankelengdene i FL var i gjennomsnitt 3 dm kortere enn i PS, og påvirka toppmål, trelastutbytte og kvalitet. De 12 dm kortere rotstokkene i FL hadde ekstra stor effekt på kvaliteten.

Å utnytte rotstokkens dimensjon og høge styrkeegenskaper er av stor verdi. Forsøket bekrefta at lengdeaptering er hensiktsmessig å kombinere med utsortering av rotstokker

1 Potensielt sagtømmervolum; trevolum fram til 13 cm toppdiameter uavhengig av kvalitet.

i etterspurte konstruksjonslengder. Faste lengder hadde liten eller ingen negativ innvirkning på kvalitet, og industriens nytte av produkttilpassa tømmerlengder bør være stor av hensyn til råstoffutnyttelse (riktige lengder til riktige dimensjoner). Tilsvarende undersøkelser som i dette arbeidet vil utføres i 2005 og 2006, på råstoff av lågere kvalitet og mindre dimensjoner.

Nøkkelord: Gran, *Picea abies* (L.) Karst., aptering, faste lengder, lønnsomhet, trelastkvalitet

Summary

This study is a part of the project “Norwegian timber as raw material – added value and industrial possibilities”, owned and managed by SSFF (Norwegian Forestry and Forest Industry Association). A great part of the project work is focused on the development and evaluation of cross-cutting patterns for production of saw logs for the Norwegian sawmilling industry.

In the last decade there has been a growing interest in improved utilisation of saw logs, specifically to enable production of the desired lumber qualities and dimensions while maintaining a high yield. The outcome of lumber manufacturing is to a large degree determined by the applied cross-cutting pattern. Hence, development and evaluation of cross-cutting patterns are of high importance. The aim of this work was to compare a method using fixed log lengths suited for standard construction dimensions (FL) with the traditional cross-cutting pattern (PS), also considering quality requirements. In FL all butt logs were 4 m long, i.e. suitable lengths for tire of beams, and the remaining logs 5 m long for framework and panelling/boarding. We examined the sawing yield and main yield resulting from application of the two methods. The sawn timber quality (graded in two different ways) and utilisation of stem volume were also considered. These parameters are considered important for profitability in lumber manufacturing. The material consisted of 40 large sized Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) trees originating from two stands in Hurdal, eastern Norway. There were found to be significant differences in the log quality distribution between the methods. However, these differences were small and the basic tree quality in the two methods is regarded as being equal. The results showed that FL had the highest sawn wood quality when sorting by strength (NS-INSTA 142, for structural timber). When sorting visually according to quality properties (Nordisk Tre, NT), PS gave a higher yield in the high quality classes. However, when considering the butt logs only, FL performed better with respect to visual quality properties too.

Based on the volume of planks in different NT grades, the volume of boards and chips, and the current prices for each product, the value of each method was calculated. This value was divided by actual cross-cut and potential cross-cut stem volume from the trees in each method. The difference in profitability was small, but FL gave the highest total value, 743 NOK per cubic meter *saw logs possible*⁴¹, compared to 732 NOK with PS. This is a difference of 1.6 %. Volume of saw logs possible was more objective and more interesting to use than the actual cross cut volume, because we now also considered stem utilisation as a factor influencing the total value. FL utilised 96 % of possible saw log volume, PS 95 %. By also taking pulpwood, with a value of 250 NOK/m³, into account, the difference was slightly reduced, to 1.2 %. In 3 values over 100 % mean that FL is better than PS. PS was favoured for quality, but the main yield was significantly larger for FL, making FL able to catch up and pass PS in value. PS had the highest yield of boards and chips, which was in its favour. However, these products have a low value, and had little impact on the accumulated value. The utilization of stem volume was in favour of FL and gave the method a stronger advantage when the total effect of

1 Saw logs possible; total stem volume, the only limitation is that the top diameter has to exceed 13 cm

cross-cutting method is considered. The higher yield of timber, especially main yield, was the most important advantage for FL. The slightly better quality yield with PS was not an important enough factor to compensate for this.

The short butt logs (4 m) with FL had a great effect on the results, and were largely responsible for those concerning technical yield and quality. Shorter logs mean greater top diameter, resulting in higher sawing yield, and the statistical probability for wood properties and defects causing a lower grade (sawn wood) is smaller in short logs.

We concluded that FL resulted in an improved utilisation of the tree regarding mechanical properties of the lumber, and did not perform particularly worse with respect to visual quality standards. This was interesting since this cross-cutting pattern, with no quality considerations affecting the results, also, and already in the forest, produced the lengths required for production of products with standardised lengths. This means higher raw material utilisation and several logistic, manufacturing and practical advantages, which were not included in the analysis. Although variable, the wood quality of the trees from the two stands was generally high, thus favouring FL. The results also showed that butt logs are valuable with respect to volume and quality properties. Hence, cross cutting in fixed lengths is easy to combine with consequent sorting of butt logs in lengths suitable for structural use. We are about to continue working with these questions also on stands of other qualities and dimensions than the present material.

Key words: Norway Spruce, *Picea abies* (L.) Karst., cross cutting, fixed lengths, profitability, sawn wood quality

Innhold

Sammendrag	3
Summary	5
Innledning	8
Problemstilling	9
Materiale og metode	9
Tømmer	9
Aptering	10
Skur	12
Sortering av sentrumsplanker	12
Beregning av lønnsomhet	12
Statistiske analyser	13
Resultater og diskusjon	13
Forsøksmaterialet – dimensjon og kvalitet	13
Plankelengde	16
Trelastutbytte	16
Trelastkvalitet	16
Tømmersortiment og trelastkvalitet	19
Lønnsomhet	20
Konklusjon	23
Litteratur	23
Personlige meddelelser:	24

Innledning

De siste tiåra er nærmest alt tømmer til alle sagbruk aptert og kappa etter samme standard prisforholdstabell og tømmerreglement. På sagbruk av en viss størrelse har det i praksis dreid seg om volumproduksjon ut fra et gitt råstoff, *prima og sekunda sagstokker*. Det er tatt lite hensyn til variasjoner i råstofftyper og markedskrav med tanke på tømmerfangstens fordeling på kvaliteter og dimensjoner. Det har derfor vært behov for omstillinger og nytenking innen aptering for å bedre utnyttelsen av tømmerstoffet. Vi ser i dag mer bruk av bedriftsspesifikke prislister og apteringsinstruksjoner. Noen går heilt bort fra å kvalitetssortere tømmer, og fokuserer på dimensjon (toppmål, lengde). Et annet alternativ er nye og mer produktrettede måter å kvalitetssortere tømmer på (Øyen *et al.*, 2000). I visse skogtyper kan det fortsatt være hensiktsmessig å benytte gamle toleransekrav og operere med prima og sekunda. Dette for å unngå at kvalitet på tømmer og trelast med hensyn til krok, tennar, gankvist og kviststørrelse påvirkes sterkt. Det er imidlertid ikke noe i veien for å overføre og tilpasse disse krava til ”nye” og mer bedriftstilpassa prislister.

Prima og sekunda sagtømmer er i mange tilfeller lite forutsigbart med tanke på trelastkvalitet (Müller 1984, Dalen & Høibø 1985, Haugen 1996). Særlig gjelder dette kvisttype (tørr eller frisk), som er avgjørende for hovedanvendelsesområdene konstruksjon og interiør. Det samme gjelder treff på etterspurte lengder, og sammenhengen mellom verdi på trelast og det sagbruket betaler for tømmeret.

Trelasttilpassa tømmerlengder blir stadig mer etterspurte hos sagbruk, og potensialet er stort hvis riktige kombinasjoner av lengde og toppdiameter utnyttes optimalt gjennom sortering og produksjon på saga. For produksjon av paneler, bjelkelag og stendere er bestemte lengder avgjort mer aktuelle enn andre, og lengde blir dermed en viktig kvalitet i seg sjøl. Årsaken er ikke minst en klar tendens til standardisering av etasjehøgde og husbredde i boligbyggingen. Toleransekrav og prisspenn mellom prima og sekunda har gitt overskudd av langt grovt tømmer og underskudd på langt tømmer i mindre dimensjoner. Rundt 40 % av plankedimensjonene 50x200 mm og 50x225 mm skjæres av tømmer på 4,80–5,40 m (pers. medd. Moelven 2002). Ved bjelkelagsproduksjon, som krever stokklengder på maksimum 4 m, er dette svært uøkonomisk. Til framstilling av paneler, kledning og stendere, som i hovedsak har bredder på 100–150 mm, ønskes økte stokklengder. Da er 5 m eller mer anvendelig. Lengdetilpassing i skogen betyr mindre svinn i form av kapp på sagbruk og byggeplass. Håndtering og montering av lengdetilpassa trelast vil gå raskere enn ved fallende lengder. Videre betyr rein lengdekapping enkel apteringsinstruks og effektiv avvirkning. Sjøl om det fortsatt synes vanskelig å måle lengdeverdien, vil lengdetilpassa trelast være lettere å omsette og forhåpentligvis skape økt betalingsvilje per kubikkmeter tømmer og trelast. Lengdeprinsippet krever god kjennskap til marked og trelastproduksjon, og hva det skal bli av den enkelte stokk. God logistikk og virkesstyring er avgjørende. Råstoffkvaliteten vil ha betydning for tømmerutnyttelse og trelastkvalitet ved lengdeaptering, da det alltid vil være visse minstekrav til kvalitet for produksjon av interiør- og konstruksjonsvirke.

Sagtømmer bør i økt grad prises etter foredlingsverdien (Vestøl 1999), også ved lengdeaptering. Dette gir en mer riktig prissetting i heile kjeden, bedre differensiering av virket og større sikkerhet for å få det man ønsker. Trelast bør videre kunne prises mer

direkte etter lengde. Dette er i tråd med utviklinga i markedet og etterspørsel etter precut og ferdig tilpassa bygningsvirke. Lengde har stor innvirkning på kjøpers opplevelse av tømmer og trelast, og på råstoffets og produktets verdi. Stokklengde påvirker toppmål og teknisk utbytte, samt kvalitet på sluttprodukt og utnyttelse av stammens sagtømmervolum. Sannsynligheten for nedklassingsfeil er statistisk større i en lang planke enn i en kortere. Lengdekapping er ikke ukjent i andre deler av verden. I Østerrike kappes for eksempel 90 % av tømmeret på 4,06 meter (Birkeland 2003). Særlig i rettvokst skog med lite feil og skader bør lengdekapping være interessant.

I forsøket sammenligna vi følgende to apteringsmetoder:

- Faste lengder (FL). Rotstokker 4 m, øvrige stokker 5 m. Kun krav til dimensjon.
- Tradisjonell prima- og sekundaaptering (PS). Standard prisforholdstabell med krone- og prosent tillegg, og gjeldende toleransekrav. Kvalitetskrav og dimensjonskrav.

Problemstilling

Hvilken effekt har faste lengder på trelastkvalitet, trelastutbytte og utnyttelse av sagtømmervolum, sammenligna med tradisjonell prima- og sekundaaptering?

Hvilken apteringsmetode gir på bakgrunn av de nevnte forhold best lønnsomhet?

Materiale og metode

Tømmer

Forsøksmaterialet bestod av grov gran fra to bestand i Hurdal, begge i hogstklasse 5A og bonitet G17. Bestanda lå på ca. 330 og 400 m.o.h., og terrenget helte svakt begge steder. I hvert bestand hogde vi 20 forsøksstre, det vil si 40 totalt. På bakgrunn av diameter i brysthøgde (DBH) tok vi i begge bestand ut to og to søskentre for aptering etter hver sin metode. Søskentre hadde mest mulig lik stammeform og oppkvistingsgrad, og alle forsøksstre var frie for alvorlige synlige virkesfeil som råte, kraftig krok og dobbel topp. Kravet til minste DBH var 35 cm på bark, for minimum 200 mm blokkhøgde i rotstokk. Dette for å produsere bjelkelagsdimensjoner fra rotstokkene ved fastlengdeaptering (FL).

Bestand 1 var av blanda kvalitet, med mye grov kvist, gankvist, krok og en del skader. Bestand 2 hadde gjennomgående høg tømmerkvalitet, i form av fin kvistsetting og stammeform, lite krok og jevn årringstruktur. Tretettheten var 30 % høgere i bestand 1 enn i bestand 2, mens bestanda hadde tilnærma lik kubikkmasse (ca. 34 m³/da) og grunnflatesum (ca. 35 m²/ha). Dette skyldtes gjennomgående mindre dimensjoner i bestand 1. De bestandsvise forskjellene i kvalitet og dimensjon kom også til uttrykk i forsøksmaterialet.

Før aptering og kapping blei alle stammer kvalitetsvurdert etter tradisjonelt prima- og sekunda tømmerreglement av profesjonell tømmermåler fra Øst-Norges Tømmermåling (ØNT). Dette var nødvendig for aptering av tre i PS. Ved også å kvalitetsvurdere stammene i FL fikk vi et uttrykk for grunnkvaliteten i tømmeret i begge apteringsmeto-

der. Det blei derfor gjort ei kubering av kvalitetene prima, sekunda og massevirke i alle stammer fram til 13 cm i diameter, uten tanke på stokklengder, for å finne ei prosentvis kvalitetsfordeling. Vi kunne da avdekke eventuelle forskjeller i tømmer- eller grunnkvalitet mellom apteringsmetodene på den skurbare delen av forsøksstømmeret. Alt volum under 13 cm i diameter var massevirke, og kommer i tillegg til utregna prosenter massevirke.

Aptering

Programmet OptApt 2002 (Skogforsk 2004) blei brukt til beregning av optimal aptering, som lå til grunn for utført kapping. Programmet er basert på algoritmene i Gobakken (2000) og videreutvikla ved Skogforsk av Knut Finstad og Erlend Nybakk. Viktige input er avsmaling, trehøgde og kvalitetsskiller. På bakgrunn av dette og sortimentsbeskrivelser ga programmet en apteringsinstruks for det enkelte tre. Til modellering av stammeprofil brukte vi målte diametre for hver meter, og en avsmalingsfunksjon, som interpolerte mellom målepunktene. Kun i PS var datasimulering til hjelp for bestemmelse av optimalt kappepunkt, da FL innebar kapping i faste, angitte lengder. Likevel blei alle tre lagt inn i programmet for oversiktelig rapportering av volum og dimensjon på stokker og stammer, og for å kunne simulere annen aptering på det aktuelle tømmerråstoffet. Bruk av OptApt gjorde at prima- og sekundaapteringa (PS) representerte dagens apteringspraksis i hogstmaskin bedre enn manuell aptering ville gjort. Kun sagtømmer blei skåret og inngikk i kvalitets- og skurutbytteberegningene i forsøket. Stokker som på grunn av dimensjon og kvalitet ikke holdt definerte krav til sagtømmer, blei massevirke. Volum massevirke var kun en faktor ved sammenligning av tømmerutnytelse. Anvendte priser, pristillegg og dimensjonskrav (tømmer) var reelle og representative for Østlandet i perioden da hogst og aptering blei utført (høsten 2002). Under følger beskrivelse av apteringsmetodene med tømmer Sortiment.

Faste lengder (FL)

Stokkene blei kappa strengt i standard bygglengder tilpassa standard sentrumsdimensjoner. Rotstokk blei kappa på 4 m, som råstoff til bjelkelag på 3,70 m – 4,00 m i dimensjonene 50x200 mm og 50x225 mm. Øvrige stokker blei kappa på 5 m for produksjon av stendere, kledning og panel på 2,40 m. Avhengig av trehøgde og avsmaling fikk vi ut tre eller fire stk. 5 m lange øvrige stokker i tillegg til rotstokken. 1 beskriver dimensjonskrav og prisberegning i FL. Det var kun krav til lengde og diameter ved aptering, og ingen krav til kvalitet utover minstekrav til forsøksstre ved hogst.

Tabell 1. Sortimenter ved Faste lengder (FL)

	Rotstokk 4 m, sagtømmer	Øvrige stokker 5m, sagtømmer
MinDia (mm under bark):	130	130
MaxDia (mm under bark):	550	550
MinLengde (cm):	400	500
MaxLengde (cm):	400	500
Fast pris (kr/m³):	350	350
Volumtype:	Avkorta til dm	Avkorta til dm
Pristype:	m ³ ft (toppmålt) ⁵	m ³ ft (toppmålt)
Apteringsvilkår:	Kun rotstokk	Ikke rotstokk

5 m³ft (toppmålt) = kubikkmasse toppmålt tømmer etter norsk volumtabell.

Tradisjonell Prima og sekunda- aptering (PS)

PS innebar standard prisforholdstabell med krone- og prosenttillegg, og toleransekrav (toleransetabell Øst og Nord). Anvendte sortimenter var prima og sekunda sagtømmer, og massevirke. Dimensjonskrav og prisberegning vises i Tabell 2. I tillegg til dimensjon og priser, var toleransekrav til krok, kvist og virkesskader avgjørende for apteringsinstruksen. Prima har strengere krav til kvalitet enn sekunda, og begge har strengere krav enn massevirke. Alt anvendt tømmer i PS holdt *kvalitetsmessig* minst massevirkekvalitet. Likevel ga beregningene vrak (utlegg) i to tilfeller, som gjorde at vi kappet ut 144 liter totalt. Vrak blei brukt siden det ga høyere økonomisk utnyttelse av sagtømmervolum i forbindelse med tvangskappfeil. Alternativet ville vært massevirke på minst 3 m.

Tabell 2. Sortimenter ved Prima og sekunda (PS)

	Prima sagtømmer	Sekunda sagtømmer	Massevirke
MinDia (mm under bark):	130	130	40
MaxDia (mm under bark):	550	550	550
MinLengde (cm):	370	370	300
MaxLengde (cm):	580	580	600
Apteringsvilkår:	Alltid	Alltid	Alltid
Volumtype:	Avkorta til dm	Avkorta til dm	Lengde i cm
Pristype:	m ³ ft (toppmålt)	m ³ ft (toppmålt)	m ³ fmi (midtmålt) ⁶
Prisberegning:	Prisforholdstabell	Prisforholdstabell	Fast pris (kr/m ³) 260
	kr- tillegg/m ³ 108	kr- tillegg/m ³ 236	
	%- tillegg 232	%- tillegg 0	

6 m³fmi (midtmålt) = kubikkmasse midtmålt tømmer.

Skur

Skuren foregikk på sirkelsag på Høyås Sag & Høvleri, Ås. Vi skar etter nordisk skurpraksis for optimalt skurutbytte. I sentrumsblokka skar vi med margsnitt (2, 4, 6 eller 8-plankskur). Minstekravet til sentrumsplankene var 38 mm tjukkelse og 100 mm bredde. Vi prioriterte 50 mm tjukkelse, og skar bredder opp til 225 mm, avhengig av tømmerdimensjon. Sidebord skar vi kun i 25 mm tjukkelse, med minste bredde 75 mm. I noen tilfeller tok vi også ut planketjukkelse på 38 mm og 50 mm i sideutbyttet. Disse plankene inngikk kun i beregning av skurutbytte.

Små ubetydelige vankanter i ender blei akseptert, mens vankanter av betydning blei teoretisk kapp bort før volumberegning. Minste godtatte lengde etter kapp var 25 dm. Alle planker og bord som holdt nevnte dimensjonskrav inngikk i skurutbytte- og lønnsomhetsberegningene. Kun sentrumsplankene inngikk i kvalitetsanalysene. Volum tømmer er lik simulert volum i OptApt på bakgrunn av dimensjons- og kvalitetskrav, reell trehøgde og avsmaling, og avsmalingsfunksjoner.

Sortering av sentrumsplanker

Alle sentrumsplanker blei kvalitetssortert manuelt etter to prinsipper: 1) Handelssortering og 2) Styrkesortering. I handelssorteringa lå sorteringsreglene i Nordisk Tre (Nordisk Tre 1994) til grunn. Dette er et fleksibelt samnordisk system til sortering av høvelråstoff, som skal splittes eller kløyves. Utseendet (visuelle egenskaper) er det viktigste, for eksempel om kvisten er frisk eller tørr. Nordisk Tre (NT) sorterer i sortene A, B, C og D med A som høyeste kvalitet. Plankekvaliteten settes ut fra dårligste meter, på yte-side og kantsider. Det er klare prisspenn mellom kvalitetene i Nordisk Tre.

Styrkesorteringa blei utført etter standarden NS- INSTA 142, *Nordiske regler for visuell styrkesortering av trelast* (Norges standardiseringsforbund 1997). Her er kun styrkeegenskaper av betydning. Størrelse og plassering av kvist og andre fiberforstyrrelser er derfor avgjørende. Det skilles ikke på tørr og frisk kvist. Standarden opererer med absolutte krav, og klassifiserer i kvalitetsklassene T3, T2, T1 og T0. Disse svarer til fasthetsklassene C30, C24, C18 og C14 i NS- EN 338, *Konstruksjonsvirke. Styrkeklasser* (Norges standardiseringsforbund 2003). T3 er høyeste kvalitet, og kvist og fiberforstyrrelser skiller T3- T1, mens biologiske feil som råte og tennar gir T0 (utlegg). Prisforskjellene mellom kvalitetene er i praksis små, med unntak av T0, som har betydelig lågere kvalitet og pris.

Beregning av lønnsomhet

For å vurdere apteringsmetodene mot hverandre med hensyn til økonomi, var tømmerutnyttelse et viktig forhold, i tillegg til trelast- og kvalitetsutbytte. Ved simuleringer i OptApt blei tre i FL aptert etter PS og omvendt, for å vurdere eventuell effekt av ulikt råstoff i de to apteringsmetodene, på tømmerutnyttelsen. Vi fant da hva vi tapte eller

vant ved å kappe alle forsøksstre på den ene eller andre måten. Vi simulerte også en tredje apteringsmetode for å finne totalt dimensjonsmessig sagtømmervolum i stammene, og for å vurdere utnyttelsesgraden av reell aptering mot potensielt volum. Vi satte da ingen kvalitetskrav, kun krav til toppmål lik 13 cm.

Med utgangspunkt i volum sagtømmer og volum og priser fordelt på de ulike produktene ved trelastproduksjon, beregna vi total produktverdi eller lønnsomhet per aptert og potensielt sagtømmervolum. Vi brukte gjeldende markedspriser (2004). Sentrumsplankene fikk pris etter oppnådd Nordisk Tre- kvalitet: 1600 kr/m³ for A, 1400 kr/m³ for B, 1000 kr/m³ for C, 700 kr/m³ for D. Alle sidebord hadde pris lik 1000 kr/m³, og celluloseflis 200 kr/m³. Volum celluloseflis var lik sagtømmervolum minus totalt trelastvolum og sagflis/krymping. Volum sagflis og krymping satte vi til 13 % av reelt tømmervolum. Salgbare produkter utgjorde dermed 87 % av sagtømmervolumet. Vi hadde fokus på verdi per *potensielt sagtømmervolum* (til 13 cm toppmål) i beregningene. Slik blei også tømmerutnyttelsen automatisk tatt hensyn til. Vi fant hvordan faktorene kvalitet (NT), sentrumsutbytte, sideutbytte, celluloseflis og sagtømmerutnyttelse enkeltvis og samla påvirka total produktverdi og forholdet mellom apteringsmetodene. Massevirke, med fast pris lik 250 kr/m³, blei også tatt med i vurderinga av lønnsomhet ved de to apteringsmetodene.

Statistiske analyser

De statistiske analysene blei utført i programmet JMP versjon 5.0.1 (SAS Institute INC. 2002). Det er brukt enveis variansanalyse og kji- kvadrattest. Vi brukte signifikansnivå 0,05 i de statistiske testene.

Resultater og diskusjon

Forsøksmaterialet – dimensjon og kvalitet

Apteringsmetodene ga tilnærma lik gjennomsnittlig DBH og alder (Tabell 3). Trehøgde var i gjennomsnitt 0,9 m høyere i FL, men forskjellen var ikke signifikant (DF=1–38, P=0,1465). Likevel gjorde noenlunde lik DBH og forskjellig trehøgde at stammene i FL hadde mindre avsmaling og var slankere enn i PS. Oppkvistingsgraden var derimot størst i FL. Mindre avsmaling, og høyere oppkvisting kan ha påvirka resultatene både med hensyn til teknisk utbytte og kvalitet. Høyere oppkvisting betyr redusert friskkvistlengde og kvisttjukkelse. Dette kan ha slått negativt ut for FL på NT- kvalitet (mer tørrkvist), og positivt ut på INSTA- kvalitet (mindre kvistdiameter).

Tabell 3. Tredata og apteringsmetoder

Faste lengder (FL)	DBH (mm)	Trehøgde (dm)	Total- alder	Greingrenser (dm) ⁷			
				Tørr	Levende	180°	360°
Gjennomsnitt	404,6	284,4	112,5	7,2	82,2	128,5	157,8
Standardavvik	31,06	16,98	19,68	5,63	29,20	23,27	17,03
Prima & sekunda (PS)							
Gjennomsnitt	402,7	275,4	112,1	5,2	65,9	105,5	140
Standardavvik	32,93	21,38	18,85	3,99	24,32	27,69	28,55

⁷ Greingrenser angir 1. tørre, 1. levende, og første gang grønn grein 180 og 360 av stammeomkrets.

Ved kji- kvadrat- test fant vi signifikante forskjeller i grunnkvalitet mellom apteringsmetodene (DF=2–893, P<0,0001). Forskjellene var likevel små og av en slik sammenhengning at de ikke blei tatt hensyn til i beregningene. Av potensielt sagtømmervolum til 13 cm i diameter ga FL- tømmeret 80,5 % prima, 17,9 % sekunda og 1,7 % massevirke. PS- tømmeret ga tilsvarende 78,1 % prima, 20,4 % sekunda og 1,5 % massevirke. Den høyere primaandelen i FL blei oppheva av mer sekunda i PS, som også ga lågest masseandel. De bestandsvise variasjonene i grunnkvalitet var langt større, og signifikante (DF=2–893, P=0,0000). Primaandelen var 65 % i bestand 1 og 90 % i bestand 2. Sekundaandelen var tilsvarende større i bestand 1. Andelen massevirke var liten både i bestand 1 (2 %) og bestand 2 (1,3 %). De låge massevirkeandelene skyldes at kun volum fram til minste skurbare diameter blei vurdert. Alt massevirkevolum under 13 cm i diameter kom i tillegg. Forsøksmaterialet bestod av totalt 157 sagstokker og 584 sentrumsplanker. Tabell 4 viser at de korte rotstokkene (4m) i FL, utgjorde en stor andel av volumet. Dette bekrefter rotstokkenes store verdi dimensjonsmessig. Høg volumandel primastokker (P) i PS forteller også om høg tømmerkvalitet i forsøket.

Tabell 4. Sagstokker og sentrumsplanker fordelt på apteringsmetoder og sortiment

Faste lengder (FL)	Antall tre	Sagstokker			Sentrumsplanker	
		4m	5m	Totalt		
	20					
		Antall	20	63	83	323
		Volum (liter)	8572	18529	27101	12784
Prima & sekunda (PS)	20		P	S	Totalt	
		Antall	48	26	74	261
		Volum (liter)	19513	5689	25202	11159
Totalt	40	Antall	157		584	
		Volum (liter)	52303		23943	

Plankelengde, toppmål og skur- og sentrumsutbytte vises med testresultater i Tabell 5.

Tabell 5. Plankelengde, toppmål og skur- og sentrumsutbytte ved de to apteringsmetodene

		Faste lengder (FL)		Prima & sekunda (PS)		Testresultat
		Gjennomsnitt	Standardavvik	Gjennomsnitt	Standardavvik	Enveis variansanalyse
Plankelengde (dm)	Totalt	46,1	5,0	49,4 +	6,5	DF=1 – 582, F=47,4359, P<0,0001
	Rotstokker	40,0	0,2	51,8 +	5,6	DF=1 – 207, F=508,4812, P<0,0001
	Øvrige	49,4 +	2,8	48,0	6,6	DF=1 – 373, F=7,5446, P=0,0063
Toppmål stokker (mm)	Totalt	267	72	259	68	DF=1 – 155, F=0,5752, P=0,4494
	Rotstokker	348	34	334	35	DF=1 – 37, F=1,4699, P=0,2330
	Øvrige	241	61	232	55	DF=1 – 116, F=0,7006, P=0,4043
Skurutbytte (%) ⁸	Totalt	54,1	6,1	52,8	8,5	DF=1 – 155, F=2,1187, P=0,1475
	Rotstokker	57,1	4,1	56,9	2,8	DF=1 – 37, F=0,0244, P=0,8766
	Øvrige	52,8 +	5,9	50,0	8,6	DF=1 – 116, F=6,8323, P=0,0101
Sentrumsutbytte (%) ⁸	Totalt	47,2 +	5,9	44,3	8,1	DF=1 – 155, F=8,2424, P=0,0047
	Rotstokker	50,1	4,8	47,6	4,7	DF=1 – 37, F=2,5576, P=0,1183
	Øvrige	45,8 +	5,7	42,0	8,2	DF=1 – 116, F=10,5128, P=0,0015

+ : Signifikant høgest verdi, $p < 0,05$. Ingen tegn etter verdi betyr ikke signifikant forskjell.

⁸ Utbyttene er veid med volum tømmer.

Plankelengde

Med plankelengde menes reell lengde etter kapp. Som Tabell 5 viser var plankene i PS signifikant lengre (3,3 dm) enn plankene i FL. Dette skyldes først og fremst stor og signifikant lengdeforskjell i rotstokkene, heile 11,8 dm kortere rotstokkplanker i FL enn i PS. Øvrige stokker ga også signifikant forskjellige lengder. FL ga her 1,4 dm *lengre* planker enn PS. Dette skyldes hovedsaklig korte toppstokker i PS på grunn av kapping for kvalitet og dimensjon. Andre stokken og tredjestokken var tilnærma like lange i begge apteringsmetoder. Høg tømmerkvalitet ga i gjennomsnitt lange lengder i PS. Dette er i tråd med industriens ønske om økte gjennomsnittslengder, men disse lengdene var ikke produkttilpassa på noen måte. Det var derimot lengdene i FL.

Trelastutbytte

Totalt skurutbytte var ikke signifikant forskjellig mellom apteringsmetodene (Tabell 5). Likevel lå FL 1,3 % over PS på grunn av kortere gjennomsnittslengde og mindre avsmaling. Skurutbyttet var naturlig nok høyere i rotstokkene enn i øvrige stokker, men forskjellen mellom metodene var størst, og kun signifikant, i øvrige stokker. Denne forskjellen i øvrige stokker var imidlertid ikke stor nok til å gi signifikant forskjell totalt.

FL hadde også høyest sentrumsutbytte. Forskjellen mellom apteringsmetodene var nå signifikant, i motsetning til ved skurutbyttet. Forskjellen var ikke signifikant i rotstokker, men i øvrige stokker (Tabell 5). Forskjellen i øvrige stokker var dermed så stor at den førte til signifikans totalt.

Enveis variansanalyser på stokknummernivå viste at både skurutbytte og sentrumsutbytte sank for hver stokk oppover langs stammen. Kun stokk 2 (DF=1–37, F=9,2803, P=0,0043) ga signifikant forskjellig skurutbytte mellom apteringsmetodene, og bidrog til signifikant forskjell i øvrige stokker. I stokk 2 ga FL 3,5 % høyere skurutbytte enn PS. Sentrumsutbyttet var signifikant forskjellig kun i stokk 3 (DF=1–37, F=5,6246, P=0,0230) og stokk 4 (DF=1–30, F=9,3661, P=0,0046).

Forskjellen i toppdiameter (toppmål stokker) mellom metodene var ikke signifikant, verken totalt, i rotstokker eller i øvrige stokker (Tabell 5). FL lå likevel ca. 1 cm over PS, og skyldtes mindre avsmaling og kortere rotstokker i FL. Skurutbyttet avtar normalt med økende stokklengde på grunn av avtagende toppdiameter oppover stammen. At sentrumsblokk krymper og sentrumsuttaketts avstand til marg minker virker også inn på kvaliteten i forhold til kvistens opptreden på skurflata. Til tross for stor lengdeforskjell i rotstokkene ga de ikke signifikant forskjellig toppmål og skur- og sentrumsutbytte. Apteringsmetodenes ulike rotstokklengder fikk større effekt på toppmål og trelastutbytter i stokk 2 og 3. Forklaringa må være liten og noenlunde lik avsmaling nederst i stammen i begge apteringsmetoder.

Trelastkvalitet

Kvalitetsfordelingene er veid med volum sentrumsplanker. Alle testresultater (kji-kvadrat) er gitt i 6. Vi har sammenligna apteringsmetodene totalt, og ved å vurdere rot-

stokker og øvrige stokker separat. Rotstokker skiller seg generelt ut med hensyn til indre egenskaper, kvalitet og dimensjon. I forsøket hadde dessuten rotstokkene store lengdeforskjeller i de to metodene.

Tabell 6. Metodeforskjeller i trelastkvalitet. Nordisk Tre (NT) og NS-INSTA 142 (INSTA).

Sortering og stokktype	+: signifikant høgest kvalitet		Testresultat
	Faste lengder	Prima & sekunda	Kji- kvadrattest
NT totalt		+	DF=3-578, P<0,0001
NT rotstokker	+		DF=3-203, P<0,0001
NT øvrige stokker		+	DF=3-369, P<0,0001
INSTA totalt	+		DF=3-578, P<0,0001
INSTA rotstokker	+		DF=3-203, P<0,0001
INSTA øvrige stokker		+	DF=3-369, P<0,0001

Nordisk Tre. Handelssortering.

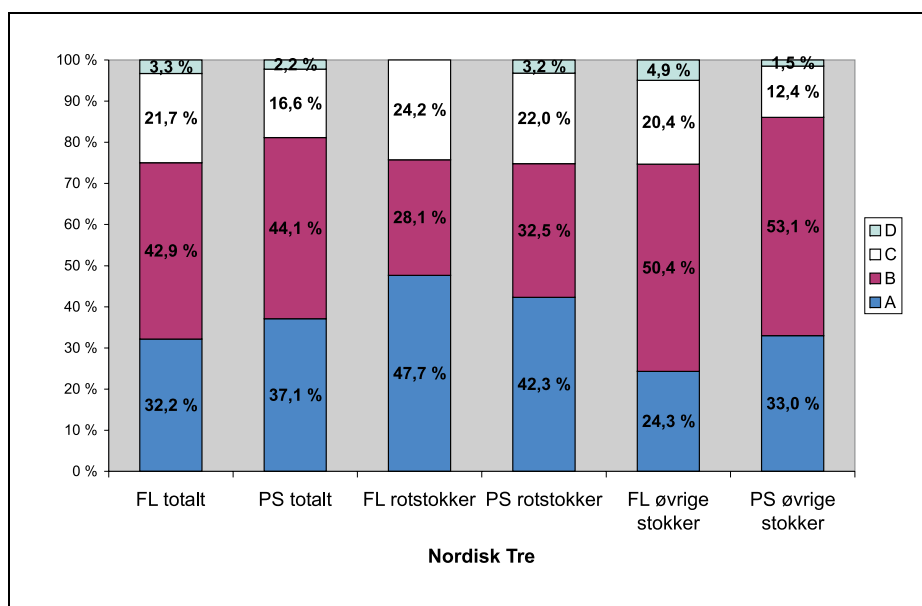


Fig.1. Sorteringsutfall ved NT- sortering (A høgeste kvalitet, D lågeste).

Totalt ga PS signifikant høgast kvalitet (Tabell 6, 1), med ca. 5 % høgere A- andel og tilsvarende lågere C- andel enn FL.

I rotstokkene ga FL signifikant høgast kvalitet, med i overkant av 5 % mer A- kvalitet enn PS og ikke kvalitet D.

I øvrige stokker ga PS signifikant høgast NT- kvalitet i form av større andel av både A og B.

Andel A minka betydelig, og andel B økte fra rotstokk til øvrige stokker, særlig i FL. Enkeltvis ga både stokk 2 (DF=3–157, P<0,0001), stokk 3 (DF=3–123, P<0,0001) og stokk 4 (DF=3–64, P<0,0001) signifikant høgast kvalitet i PS, i form av mer A og mindre C enn i FL. Forskjellene i A- kvalitet mellom metodene gikk litt ned fra stokk 2 til 3, men økte igjen i stokk 4 til fordel for PS.

NS-INSTA 142. Styrkesortering.

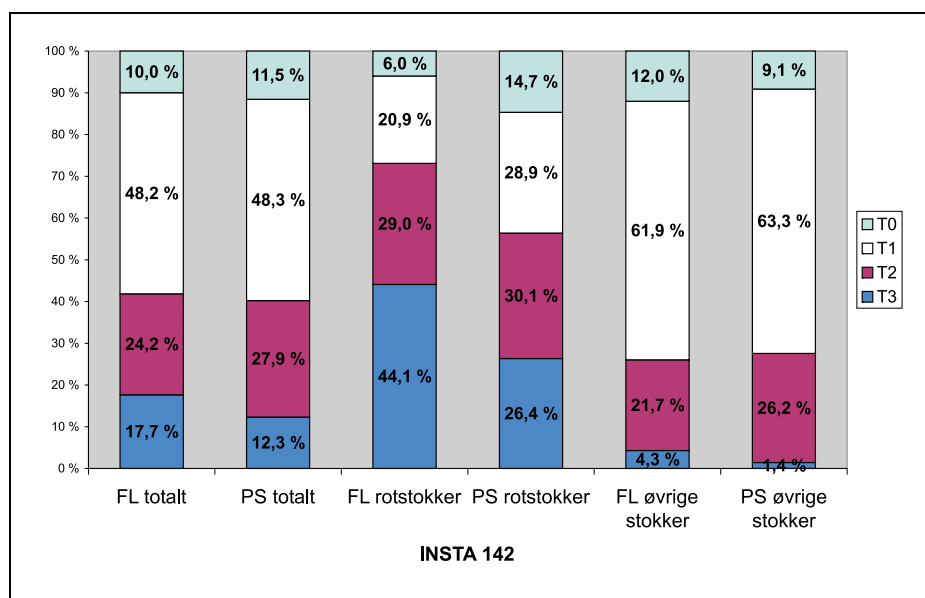


Fig. 2. Sorteringsutfall ved INSTA- sortering (T3 høgeste kvalitet, T0 lågeste).

FL ga signifikant høgast kvalitet totalt, i overkant av 5 % mer T3 og større andel T3 og T2 til sammen (Tabell 6, 2).

I rotstokkene ga FL signifikant og klart høgast kvalitet. Rotstokkene var dermed svært avgjørende for den høge INSTA- kvaliteten totalt i FL. Det var spesielt yteplan- kene som bidrog til den store kvalitetsforskjellen mellom metodene i rotstokkene, med 50 % T3 og 25 % T2 i FL. Uavhengig av apteringsmetode var andelen T3 klart størst i rotstokkene og betyr stor forskjell i styrkeegenskaper mellom rotstokker og øvrige stok- ker.

I øvrige stokker var også forskjellene mellom apteringsmetodene signifikante. Andel T3 var svært liten i begge metoder, men størst i FL. PS ga riktignok mest T3 og T2 til sammen. I tillegg ga PS minst T0, og blei vurdert å gi høyest INSTA- kvalitet. I begge metoder økte andel T1 kraftig fra rotstokk til øvrige stokker, mest på bekostning av T3. I FL dobla andel T0 seg fra rotstokk til øvrige stokker, mens denne andelen blei redusert i PS. Forklaringa er nok en kombinasjon av tilfeldigheter og toleransekrav i PS, og at PS best avdekker alvorlige virkesfeil høyere opp i stammen, der de opptrer mer synlig.

Ved siden av rotstokken bidrog også andrestokken i FL til gode styrkeegenskaper. FL ga signifikant høyere INSTA- kvalitet i stokk 2 (DF=3–157, $P<0,0001$) enn PS, med ca. 6 % mer T3. Kort rotstokk var derfor positivt for INSTA- kvaliteten også i andrestokken. Stokk 2 hadde også stort volum og dermed stor effekt blant øvrige stokker. Det var margplankene i stokk 2 som holdt signifikant høyest INSTA- kvalitet i FL (DF=3–72, $P<0,0001$). I yteplankene var forskjellene også signifikante (DF=3–79, $P<0,0001$), men PS ga nå minst like høy kvalitet på grunn av mest T3 og T2 samla. Her ved overgangen fra marg- til yteplanker i stokk 2 tok PS igjen FL med hensyn til styrkeegenskaper. PS ga signifikant høyest kvalitet både i stokk 3 (DF=2–125, $P<0,0001$) og stokk 4 (DF=2–66, $P<0,0001$).

Trelastkvalitet – årsaker og sammenhenger

De korte rotstokkene i FL ga svært høy kvalitet, særlig ved styrkesortering (INSTA), og var hovedårsak til at FL ga best resultat ved styrkesortering også totalt. Statistisk sett er det større sannsynlighet for nedklassingsfeil jo lengre en planke er. Denne effekten er nok størst ved styrkesortering siden det der nesten alltid er en spesifikk feil som nedklassifiserer. Ved NT- sortering er det ofte en kombinasjon av antall eller forekomster av en egenskap som gir nedklassing.

Trelastkvaliteten økte i favør av PS med økende avstand fra rot. Dette skyldtes at den store lengdeeffekten i rotstokkene gradvis blei svekka etter hvert som stokklengdene blei mer like i øvrige stokker. Dessuten avtok særlig styrkeegenskapene betydelig mot toppen av treet, på grunn av mye og stor friskkvist i grønn krone. I tillegg fikk toleransekrav ved tradisjonell aptering litt større effekt oppover stammen. Kvalitetshensyn som lå til grunn for aptering i PS hadde imidlertid begrensa effekt, og minst effekt ved NT- sortering og i rotstokker. Dette understreker at det tradisjonelle systemet ikke avdekker indre kvistegenskaper og type kvist (frisk eller tørr) tilstrekkelig.

Tømmersortiment og trelastkvalitet

Ved NT- sortering ga 4m (rotstokker FL) 9 % mer A, men 5 % mindre A og B totalt enn alle primastokker. Dette bekrefter høy A- andel i rotstokker og økning i B i øvrige stokker. Ved styrkesortering var forskjellene større, med 30 % mer T3 i 4m enn i primastokkene. At rotstokkene i FL (4m) ga best trelastkvalitet, fulgt av henholdsvis prima, sekunda og øvrige stokker (5m), var logisk. Uavhengig av apteringsmetode ga rotstokker gjennomgående høyere kvalitet enn øvrige stokker. Denne forskjellen var størst ved styrkesortering, og de korte rotstokkene i FL forsterka dette. Primastokkene ga også høy

trelastkvalitet på grunn av strengere toleransekrav enn alle andre sortimenter, og fordi en stor andel av primastokkene var rotstokker. Likevel, til tross for at primastokker ga 9 % mer A enn sekundastokker, ga de mindre A og B totalt enn sekundastokker. Dette bekrefter dårlig sammenheng mellom tradisjonelle tømmer-sortiment og trelastkvalitet. Primastokker ga imidlertid klart mer T3 og T2 (14 %) enn sekundastokker ved styrkesortering.

Mest interessant var det å sammenligne 4m rotstokker kun med *prima rotstokker*. Ved NT- sortering ga nå 4m 7 % mer A enn prima rotstokker, og like mye A og B samla. Kji- kvadrat- test viste at forskjellene i NT- kvalitet var signifikante (6–200, $P < 0,0001$). Ved styrkesortering var T3- andelen 15 % høyere i 4m enn i prima rotstokker, og kvalitetsforskjellen var signifikant (6–200, $P < 0,0001$). Lengdeforskjellen på 13 dm mellom 4m og prima rotstokker hadde altså større effekt på trelastkvalitet enn toleransekrav til prima tømmer. Igjen ser vi at denne effekten var størst ved styrkesortering.

Optimal utnyttelse av rotstokkens dimensjoner og egenskaper er avgjørende for økonomien ved tømmer- og trelastproduksjon, på grunn av stort volum og høye styrkeegenskaper. Resultatene med hensyn til dimensjon og trelastkvalitet viste klart at utsortering av rotstokker til konstruksjonsbruk er hensiktsmessig, spesielt når disse stokkene produseres for et tiltenkt formål i riktige lengder. Ved rein lengdekapping vil man enkelt kunne sortere på stokknummer og slik oppnå en jevnere og mer forutsigbar trelastkvalitet, uten bruk av avanserte modeller og omfattende registreringer. Ikke minst på grovt tømmer vil produktretta lengdeapting i gjennomsnitt gi *kortere* rotstokker og *lengre* øvrige stokker enn tradisjonell aptering. Dette betyr også mulighet for økt interiøruttak fra og med andrestokken. Dette er i tråd med industriens ønske om stokklengder tilpassa anvendelse (konstruksjon/interiør) og aktuell trelastdimensjon i sentrumsutbyttet. Stokkdiameter og stokkens plassering i stammen er slik avgjørende for valg av stokklengde.

Lønnsomhet

Begge metoder hadde begrensninger i forhold til å utnytte det *potensielle* sagtømmervolumet til 13 cm i diameter. Dette skyldtes streng lengdekapping i FL, og massevirke som følge av kvalitetskrav i PS. Tre reelt aptert etter FL ville gitt mer sagtømmer (67 liter eller 0,2 %) ved prima- og sekundaapting, mens tre reelt aptert etter PS ville gitt mer sagtømmer (123 liter eller 0,5 %) ved fastlengdeapting. Kapping av alle tre i faste lengder ville dermed gitt en total gevinst i sagtømmervolum på 56 liter (123–67) eller 0,1 %. Enkelttre kan her ha gitt utslag. Ett tre aptert etter PS ga for eksempel kun to sagstokker på grunn av tvangskappfeil.

Utnyttelsesgraden i forhold til potensielt sagtømmervolum var 96 % i FL og 95 % i PS. Uavhengig av apteringsmetode blei alt volum under 13 cm i diameter automatisk massevirke. Bruk av prima- og sekunda apting på heile forsøksmaterialet ga tilnærma lik massevirkeprosent for begge råstoffpartier (FL- tømmer og PS- tømmer). Dette underbygger at råstoffkvaliteten var nærmest lik hos apteringsmetodene, og sammenlignbar.

7 viser beregning av lønnsomheten ved apteringsmetodene, som total produktverdi per reelt aptert og potensielt sagtømmervolum.

Tabell 7. Verdien av salgbare produkter per kubikkmeter sagtømmer

Produkt og kvalitet	Faste lengder (FL)			Prima og sekunda (PS)			Verdi	
	Volum	Pris	Verdi	Volum	Pris	Verdi		
Sentrumsplanker	liter	pro- sent	kroner/ liter	kroner	liter	pro- sent	kroner/ liter	kroner
A	4112	32	1,6	6579,2	4138	37	1,6	6620,8
B	5483	43	1,4	7676,2	4917	44	1,4	6883,8
C	2771	22	1,0	2771,0	1856	17	1,0	1856
D	418	3	0,7	292,6	248	2	0,7	173,6
	1278	100		17319	1115	100		15534
	4				9			
Sidebord	1891		1,0	1891,0	2149		1,0	2149,0
Celluloseflis	8903		0,2	1780,6	8618		0,2	1723,6
Sum	23578			20991	21926			19407
Aptert sagt.vol. (l)	27101				25202			
Potensielt sagt.vol. (l)	28250				26523			
			Total produktverdi per sagtømmervolum					
kr/m ³ aptert	774,5				770,1			
kr/m ³ potensielt	743,0				731,7			

FL ga så vidt høyest lønnsomhet. Total produktverdi per kubikkmeter aptert sagtømmer var 4,50 kr eller 0,6 % høyere i FL enn i PS. Denne forskjellen økte til 11,50 kr eller 1,6 % ved bruk av produktverdi per kubikkmeter *potensielt* sagtømmer. Bruk av potensielt sagtømmervolum innebærer at det tas hensyn til varierende utnyttelsesgrad av sagtømmeret. Differansen mellom reell og potensiell lønnsomhet er lik tapet ved ikke å utnytte sagtømmervolumet 100 prosent dimensjonsmessig. Dette tapet var størst i PS. Utnyttelsesgraden påvirkes av aptering, og har innvirkning på økonomien på lik linje med trelastkvalitet og trelastutbytte.

I 3 vises de ulike faktorer og produkters innvirkning på lønnsomheten i de to apteringsmetodene. Kvalitetsmessig (Nordisk-Tre) kom PS best ut. Dette går også fram av 7, med størst volumandel A og B totalt i PS. Sentrumsutbyttet var imidlertid signifikant høyere i FL, og gjorde at FL gikk forbi PS i akkumulert verdi. PS ga størst andel sidebord og celluloseflis, men disse produktene har låg verdi og hadde relativt liten effekt på totalverdien. Utnyttelsesgraden av stammevolum til diameter lik 13 cm var høyest i FL, og forsterka økonomien i FL ytterligere.

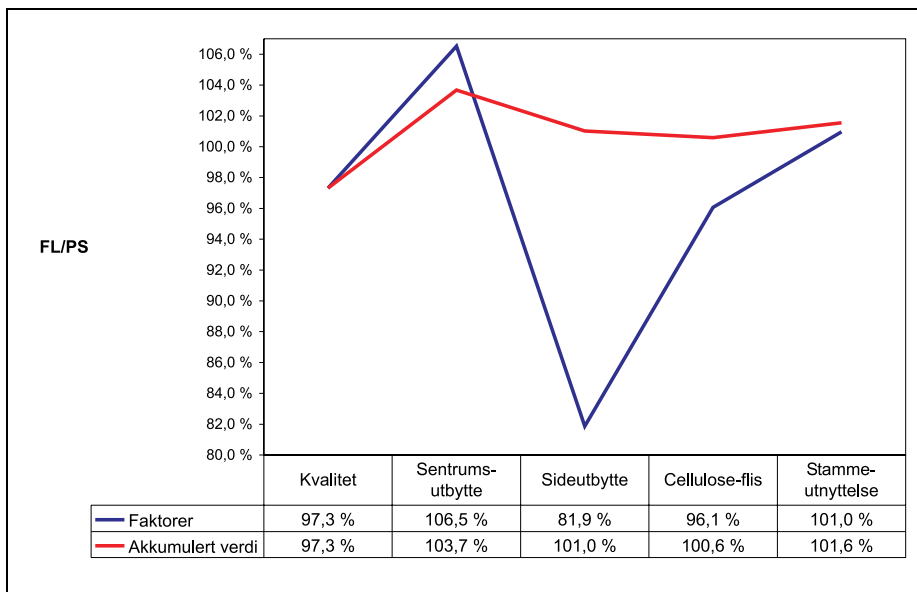


Fig. 3. Effekt av ulike faktorer på produksjonsverdien. Verdi FL/PS > 100 % betyr at FL er best.

3 illustrerer den 1,6 % høyere akkumulerte produktverdien i FL. For å gi et best mulig bilde av reell foredlingsverdi blei også massevirke, med pris lik 250 kr/m³, inkludert i beregningene. FL ga nå 1,2 % høyere produktverdi per kubikkmeter sagtømmer enn PS.

Forskjellene i grunnkvalitet, avsmaling og oppkvisting var små mellom metodene. De kan likevel være med på å forklare litt av resultatene, sammen med gjennomsnittlig høy tømmerkvalitet. Uavhengig av apteringsmetode var trelastkvalitet og lønnsomhet som forventa høyest i bestand 2, som holdt høyest tømmerkvalitet. Det var videre naturlig å anta at bestand med lågere tømmerkvalitet vil favorisere PS som apteringsmetode. I dette forsøket ga likevel FL 2,4 % høyere lønnsomhet (eksklusiv massevirke-faktoren) enn PS i bestand 1, og bare 0,8 % høyere verdi enn PS i bestand 2. Dette var uventa og kan ikke gis noen god forklaring. Det var NT-sortering som lå til grunn for beregningene. Ved styrkesortering (INSTA) var kvalitetseffekten størst til fordel for FL ved å gå fra bestand med låg til høy tømmerkvalitet, altså som forventa og motsatt det vi fant ved NT-sortering. Kvalitetsforskjellene i bestand 1 og 2 kom sterkest til uttrykk ved styrkesortering, og FL var svært konkurransedyktig med hensyn til styrkeegenskaper i skog av høy kvalitet.

I tillegg til å gi vel så god lønnsomhet som PS, innebar FL en stor tilleggsverdi i form av riktige lengder. Hva sjølve "lengdemerverdien" er verdt i markedet er per i dag vanskelig å måle, og er ikke inkludert i beregningene.

Konklusjon

PS ga høyest trelastkvalitet totalt ved Nordisk Tre (NT)- sortering, den type sortering som lå til grunn for lønnsomhetsberegningene. FL ga derimot høyest trelastkvalitet totalt ved styrkesortering (INSTA). I rotstokkene oppnådde FL svært høy kvalitet ved styrkesortering, og ga også høyest NT-kvalitet. I øvrige stokker ga PS høyest trelastkvalitet ved begge typer trelastsortering. De korte rotstokkene i FL og dermed kortere gjennomsnittlig plankelengde totalt, var avgjørende for det høye kvalitetsutbyttet i FL, særlig ved styrkesortering.

FL ga høyest skur- og sentrumsutbytte, og utnytta skurbart stammevolum til 13 cm topp best. Lønnsomheten, beregna som total produktverdi per potensielt sagtømmervolum, var 1,6 % høyere i FL enn i PS (eksklusiv massevirke-faktoren).

Særlig sentrumsutbyttet var avgjørende for den høyere produksjonsverdien i FL. Dette, og høyere utnyttelsesgrad av potensielt sagtømmervolum til 13 cm i diameter hadde større effekt på totalverdien enn høyere trelastkvalitet (NT) og større andel sidebord og celluloseflis i PS.

FL, uten kvalitetskrav ved aptering, hadde liten negativ innvirkning på trelastkvalitet. Kortere gjennomsnittlig plankelengder og relativt høy tømmerkvalitet hadde større effekt på lønnsomheten enn kvalitetsreglement i PS. I tillegg innebar ikke minst lengdeaptering en potensiell merverdi i å produsere etterspurte trelastlengder allerede i skogen. Nettopp dette var bakgrunnen for å tenke markedsretta lengdeaptering, og er uansett bra for råstoffutnyttelsen og bransjens aksept i markedet. Resultatene viser at industrien ikke bør frykte de økonomiske konsekvensene ved aptering i faste lengder, og at konsekvent utsortering av rotstokker til konstruksjonsbruk er meget hensiktsmessig i kombinasjon med ei produktretta lengdetilpassing under hogst.

Analysene var kun veiledende, og det er usikkert hva som skjer i bestand med mye tvangskapp. Ved Skogforsk vil det nå gjøres tilsvarende arbeid på råstoff av lågere kvalitet og mindre dimensjoner.

Litteratur

- Birkeland, T. 2003. Aptering, utfordringer og muligheter. Treteknisk informasjon nr 3/03
- Dalen, R. & Høibø, O. A. 1985. Sammenhengen mellom kvalitetsmålt skurtømmer og skurlastkvaliteten. Inst. for treteknologi, NLH. Hovedoppgave.
- Gobakken, T. 2000, The Effect of Two Different Price Systems on the Value and Cross-cutting Patterns of Norway Spruce Logs, *Scand. J. For. Res.* 15: 368–377
- Haugen, J. V. 1996. Sammenhengen mellom skurtømmerkvalitet og trelastkvalitet. Inst. for tekniske fag, NLH. Hovedoppgave.
- Müller, M. 1984. Sammenhengen mellom kvalitetsmålt skurtømmer og trelastkvaliteten. Arbeidsrapport. Norsk Treteknisk Institutt.
- Nordisk Tre 1994. Sorteringsregler for skurlast av furu og gran. Föreningen Svenska Sågverksmän (FSS), Sverige, Finlands Sågindustrimannaförening (FS), Finland & Treindustriens Tekniske Forening (TTF), Norge.
- Norges Standardiseringsforbund, 1997. Nordiske regler for visuell styrkesortering av trelast. NS-INSTA 142, 1. utgave.
- Norges Standardiseringsforbund, 2003. Konstruksjonsvirke. Styrkeklasser. NS- EN 338.

- SAS Institute Inc. 2002. JMP Statistics and Graphics Guide. Version 5 of JMP. SAS Campus Drive, Cary, NC, USA.
- Skogforsk. 2004. OptApt Manual, Norsk institutt for skogforskning, Ås.
- Vestøl, G. i. 1999. Sagtømmerets foredlingsverdi. Prosjektbeskrivelse.
- Øyen O., Tømte, M. & Toverud, E. 2000. Skog- sag- marked. Sagbrukets postning gjøres allerede i skogen! Resultater fra prosjektet ”Mjøsskog 2000”.

Personlige meddelelser:

- Moelven, 2002. Personlig meddelelse. Moelven Industrier ASA, Moelv.