

Endebeskyttelse av tømmer

End coating of logs

Saksbehandler: Håkon Helgerud Myhra og Knut Magnar Sandland
Dato: 1997-12-01
Oppdragsgiver: Norske Skog Trelast FoU Trelast, MøreTre ASA, Moelven Mjøsbruket AS, Ringsaker Almenning, Støren Trelast AS, Løvenskiold-Vækerø AS Fossum Bruk, Brandval Sag AS, Kirknesvaag Sagbruk og Høvleri AS, Borregaard Lignotech
Prosjektnummer: 369001

Sammendrag

For å hindre uttørking og sprekkdannelse i endeflatene på tømmer, kan det påføres ulike endebeskyttelsesmidler. Denne rapporten bygger på et forsøk med to ulike endebeskyttelsesmidler som er testet ut på skurtømmer av gran. Det ene produktet, *Anchorseal*, er et amerikansk produkt som benyttes til endebeskyttelse av tømmer, og det andre produktet, *Noremul*, er en akrylemulsjon produsert av Jotun AS.

44 m³ skurtømmer av gran (*Picea abies*) inngikk i forsøket. De to endebeskyttelsesmidlene ble påført ved to ulike behandlingstidspunkter. Den første behandlingen ble gjennomført samme dag som tømmeret ble avvirket, mens den andre behandlingen ble gjennomført en uke etter avvirkning. Etter behandling, ble tømmeret lagret i hhv. 11 og 10 uker før det ble skåret til trelast. Endesprekker ble registrert på planker av to ulike dimensjoner umiddelbart etter skur.

Endebeskyttelse ga økt andel sprekkfrie ender på trelasten i forhold til ubehandlet virke. Gjennomsnittlig sprekk lengde og antall sprekker økte ved behandlingen en uke etter avvirkning sammenlignet med behandling samme dag. Margsiden på plankene hadde lengre sprekker enn ytesiden. Behandling med *Noremul* samme dag som avvirkning, ga det beste resultatet med en reduksjon i kapprosenten på 2 %-poeng i forhold til ubehandlet virke. Den økonomiske gevinsten ved endebeskyttelse av skurtømmer av gran, synes å være beskjeden. På mer verdifullt råstoff som finere furu- og lauvtrekvaliteter, er metoden interessant med hensyn til økonomisk gevinst.

Stikkord: Endebeskyttelse av tømmer, sprekker, fuktighet

Keywords: End coating of logs, checks, moisture content

Summary

To prevent drying and checking in the ends of logs, different end coating products can be applied. End coating of logs is of current interest for valuable hardwoods for veneer and furniture production. This report is based on a test of two different end coating products, which is tested on sawlogs of Norway spruce (*Picea abies*). One of them, *Anchorseal*, is an American product used for end coating of logs, and the other product, *Noremul*, is an acrylic emulsion produced by Jotun AS.

44 m³ sawlogs of Norway spruce was included in the test. The two different end coating products were applied at two different times. The first treatment was the same day as the logs were harvested, while the second treatment was one week after harvesting. After treatment, the logs were stored respectively 11 and 10 weeks before they were sawn into planks. End checks were recorded on planks of two different dimensions immediately after the sawing process.

End coating resulted in increased percentages of plank ends without checks compared to uncoated logs. Mean check length and number of checks increased for logs treated one week after harvesting compared with logs treated at same day as harvesting. The pith side of the planks gave longer checks than the sap side. Treatment with *Noremul* same day as harvesting, gave the best result as the checked share of the planks was reduced with 2 %-points compared to uncoated wood. The economical profit of end coating of sawlogs of spruce seems to be moderate. For more valuable logs like high class pine and hardwood logs, the method is interesting with respect to economical profit.

Innhold

Sammendrag	3
Summary	4
Innhold	5
Forord	6
Innledning	7
Tidligere undersøkelser	7
2.1. Generelt om endebeskyttelsesmidler	7
2.2. Forsøk med endebeskyttelse	8
2.3. Volum- og verditap	10
2.4. Veiledende forsøk i delprosjektet	10
3. Materiale og metoder	11
3.1. Kravspesifikasjon	11
3.2. Endebeskyttelsesmidler	12
3.2.1. Anchorseal	12
3.2.2. Noremul	13
3.3. Behandling og lagring	13
3.4. Skur av tømmer	14
3.5. Sprekkregistrering	15
3.6. Statistiske beregninger	15
4. Resultater	15
4.1. Andel sprekkfrie plankeender	16
4.2. Lengste sprekk	16
4.3. Kapprosent	20
4.4. Antall sprekker	21
5. Diskusjon og konklusjoner	22
6. Litteratur	24

Forord

Denne rapporten inngår i prosjektet “Klimastyrt tømmervanning og endebeskyttelse av tømmer”. “Tømmervanning -96” er (ihht. samarbeidsavtale mellom deltakerbedriftene) en forkortelse for det samme prosjektet. Prosjektet har vært brukerstyrt med deltakelse fra trelast- og treforedlingsindustrien, og med en varighet fra januar 1996 til mars 1998. Hovedmålet har vært å implementere og videreutvikle klimastyrt tømmervanning i norsk trelastindustri. Prosjektet har bestått av tre delprosjekter:

- Klimastyrt tømmervanning
- Avrenning fra tømmervanning
- Endebeskyttelse av tømmer

Prosjektet er finansiert av Norges forskningsråd og følgende bedrifter:

Norske Skog Trelast AS FoU Trelast (prosjektansvarlig)
Borregaard Lignotech
MøreTre ASA
Moelven Mjøsbruket AS
Ringsaker Almenning
Støren Trelast AS
Løvenskiold-Vækerø AS Fossum Bruk
Brandval Sag AS
Kirknesvaag Sagbruk og Høvleri AS

Prosjektet har vært ledet av et styre representert med tre personer fra deltakerbedriftene:

Peder Gjerdrum (styreleder)	Norske Skog Trelast AS FoU Trelast
Trond Rojahn	Borregaard Lignotech
Nils Berg	Moelven Mjøsbruket AS

Prosjektleder har vært Håkon Helgerud Myhra ved Norsk Treteknisk Institutt.

Innledning

Delprosjektet har hatt som mål å finne fram til midler eller systemer som kan påføres endene på tømmer for å hindre uttørking og sprekkdannelse i endene.

Ved lagring av tømmer under gitte forhold vil virket begynne å tørke. Uttørkingen vil skje raskest i vedens lengderetning. Det vil si at endeflater og kvister vil tørke ut raskest. Uttørkingen fører igjen til at veden krymper, og det oppstår sprekker i tømmeret. Endesprekker som oppstår i tømmeret, vil finnes igjen i trelasten. Sprekkene fører til at den ferdige trelasten må kappes, noe som igjen gir et volumtap for sagbrukene. Endeflater, kvister, sår og sprekker vil også være inngangsporter for fargeskadesopper og råtesopper i veden.

Tidligere undersøkelser

Litteratur og informasjon som finnes om endebeskyttelse av tømmer og trelast, poengterer viktigheten av at midlene påføres på ferske snittflater, altså raskest mulig etter hogst eller kapping. Midlene påføres enten med kost, rull eller sprøyte. Endebeskyttelse av tømmer og trelast er mye brukt på lauvtrevirke til finér- og møbelproduksjon i USA.

2.1. Generelt om endebeskyttelsesmidler

Fystro (1965) bruker betegnelsen "sperremaling" om midler som påføres endeflatene til tømmeret i den hensikt å hindre sprekkdannelse og soppeskader. Betegnelsen har sannsynligvis sitt utspring i at midlene som hovedsakelig ble påført, var ulike typer maling. Fystro (1965) har i sitt litteraturstudium funnet ut at en stor del av litteraturen omhandler endebeskyttelse av bøkettømmer. Det synes å være få erfaringer med endebeskyttelse av bartretømmer. En vesentlig årsak til dette er at bartrevirke vanligvis har en relativ lav tømmerverdi i forhold til lauvtrevirke.

Leavengood & Swan (1996) skriver at endebeskyttelse er vanlig på verdifulle treslag som for eksempel eik. Endebeskyttelse er sjelden brukt på bartreslag i vestlige deler av USA. Dette begrunnes med at det er vanlig med andre lagringsmetoder som overrisling og vannlagring, eller at trelasten tørkes umiddelbart etter skur. Det er også en oppfatning at endebeskyttelse gir en betydelig kostnadsøkning.

Rice (1995) har testet seks ulike endebeskyttelsesmidler for tømmer og trelast i et laboratorieforsøk på små treprøver. De seks ulike midlene ble testet med hensyn til evnen å redusere uttørkingen fra en vannmettet treprøve. Alle midlene viste én til to ganger bedre evne til å redusere uttørkingen i forhold til de ubehandlede kontrollprøvene. Det var imidlertid ingen signifikante forskjeller (5 %-nivå) mellom de seks ulike midlene.

Informasjon fra produsenter eller annen litteratur omtaler ikke hvilke konsekvenser bruk av endebeskyttelsesmidler kan ha for videre bearbeiding av trevirket eller for biprodukter fra trevirket.

2.2. Forsøk med endebeskyttelse

Fystro (1965) undersøkte fem ulike endebeskyttelsesmidler/-systemer på furukabber, og registrerte vektendring og soppinntrengning fra endene på kabbene. Forsøket, som ble gjennomført i Norge, foregikk fra juni til november. Laveste vekt for alle behandlingene ble registrert ved revisjon 6. oktober. Tabell 1 viser relativ vekt (forhold mellom vekt ved avslutning og start av forsøket) og soppinntrengning 6. oktober for de fem ulike endebeskyttelsesmidlene/-systemene.

Tabell 1. Relativ vekt og soppinntrengning for fem ulike endebeskyttelsesmidler/-systemer (FYSTRO 1965).

Relative weight and fungus penetration for five different end coating systems.

Endebeskyttelsesmiddel/-system	Relativ vekt 6. oktober	Soppinatr. fra enden i cm
Plastikkoverbinding	93,7 %	6,8
Junckers "Sylvasan"	89,9 %	2,7
"Rubber seal"	89,2 %	6,9
Aluminiumsmaling "Sølvi"	88,7 %	4,2
"Mosselakk"	88,3 %	5,0
Ubehandlet	87,7 %	5,9

De ubehandlede kabbene lå hele tiden under de behandlede i vekt, men forskjellen var så liten at det ikke var grunnlag for å si at behandlingene hadde noen utpreget effekt. Av tabell 1 framgår det at ved bruk av uhensiktmessige midler/systemer (Plastikkoverbinding og "Rubber seal") kan dette føre til større soppskader enn for ubehandlede stokker.

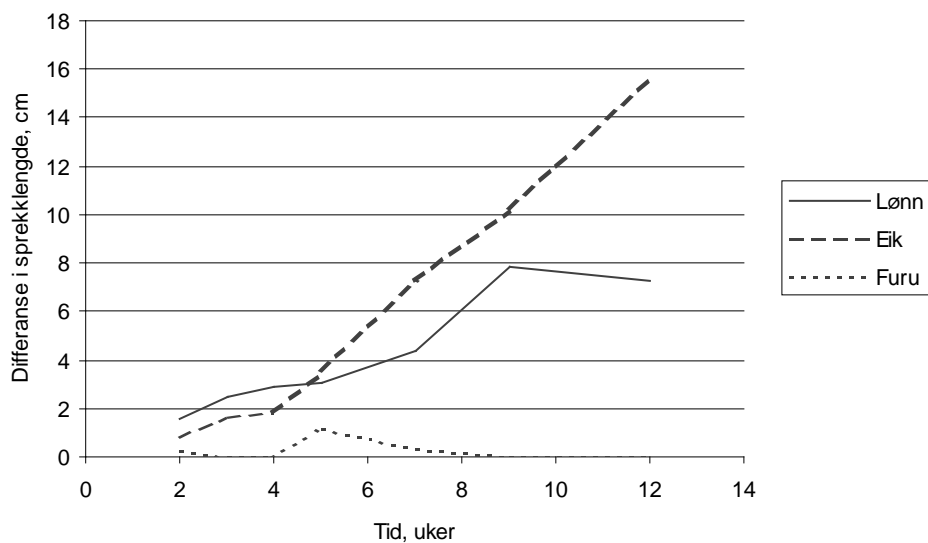
Wengert & Lamb (1989) prøvde ut endebeskyttelsesmidlet *Anchorseal* på trelast av eik. Midlet ble påført renkappede ender av nyskårede eikeplanker. For hver planke ble én ende behandlet og den andre enden beholdt ubehandlet. Plankene ble deretter tørket i friluft i 60 dager og sprekklengdene ble registrert i hver ende. Resultatet viste signifikante forskjeller (1 %-nivå) i differansen mellom de to endene. Sprekkene på de behandlede endene var i gjennomsnitt 5,4 cm kortere enn de ubehandlede endene.

Esping & Lycken (1995) testet tre ulike endebeskyttelsesmidler på 200 furustokker. De tre midlene var:

<i>Anchorseal</i>	Brukes for endebeskyttelse av lauvtrevirke.
<i>Bona</i>	Brukes ved husbygging for å fuktisolere trekonstruksjoner.
<i>PVAc</i>	Emulsjon som brukes ved fargetilvirkning.

Sprekkutviklingen ble målt på plankene etter tørking. Etter 11 ukers lagring av tømmeret kunne man ikke finne noen forskjell i sprekkutvikling på ferdig tørkede planker fra behandlede og ubehandlede stokker. Uttørkingen av stokkene var imidlertid større i rotenden enn i toppenden på stokkene. Videre var uttørkingen ikke uventet størst i den enden av stokken som lå mot sør.

Linares-Hernandez (1995) har utført et forsøk med endebeskyttelse av tømmer for å hindre soppinfisering og sprekkdannelse. Stokker ble behandlet på fem ulike sagbruk i Wisconsin i USA. Stokkene var av treslagene lønn, eik og furu, og ble behandlet med voksemulsjonen *Anchorseal*. Den ene enden på stokkene ble behandlet, mens den andre enden ble beholdt ubehandlet. Videre ble stokkene skåret etter sju forskjellige lagringstidspunkter. Inntrengning av blåved og sprekkutvikling ble målt på begge sider. Resultatene for sprekkutvikling etter 2-12 ukers lagring illustreres i figur 1.



Figur 1. Gjennomsnittlig differanse i sprekk lengde mellom behandlet og ubehandlet ende for ulike lagringstider (Linares-Hernandez 1995).
Mean difference in length of checks between coated and uncoated ends at different times of storage.

Endebeskyttelsesmidlet reduserte sprekkutviklingen for eik og lønn under hele forsøket. For eik og lønn var differansen i sprekkutvikling mellom ubehandlet og behandlet ende signifikant forskjellig fra null. For furu var differansen ikke signifikant forskjellig fra null (5 %-nivå).

2.3. Volum- og verditap

Esping & Lycken (1995) antyder at de økonomiske tapene som følge av sprekkutvikling i gran- og furutømmer kan komme opp i 30,- kr (SEK)/m³ under bark etter 5-6 ukers lagring.

Linares-Hernandez (1995) oppgir potensialet for endebeskyttelse til å være 2 % økt volum dersom man greier å redusere endesprekken med en tomme (2,54 cm) i hver ende av en åtte fot (ca. 2,4 m) lang stokk. Forsøkene til Linares-Hernandez (1995) viste at for tømmerstokker av lønn ble volumtapet redusert med 4 %-poeng ved endebeskyttelse med *Anchorseal* (forutsatt 12 fot lange stokker). Endebeskyttede stokker av lønn ble lagret i tolv uker, og volumtapet var under 2 %. Linares-Hernandez (1995) anbefaler endebeskyttelse av tømmerstokker av eik og lønn, da kostnadene ved endebeskyttelse er mye mindre enn verditapet.

Linares-Hernandez & Wengert (1997) har estimert kostnadene ved endebeskyttelse av tømmer til å være \$ 2,50 pr. MBF (MBF = 1000 board feet). Dersom dette omregnes til kr/m³, tilsvarer dette 8,20 kr/m³ ($(\$ 2,50 \times 7,74 \text{ kr}) / (1000 \text{ BF} \times 0,0023595 \text{ m}^3) = 8,20 \text{ kr/m}^3$). Dette er vanlig å regne som kostnad ved endebeskyttelse av tømmer i USA.

2.4. Veiledende forsøk i delprosjektet

I 1996 ble det i delprosjektet gjennomført flere forsøk med endebeskyttelse av tømmer. En rekke ulike midler ble testet i fullskalaforsøk og i kontrollerte laboratorieforsøk.

Ved Løvenskiold-Vækerø AS Fossum Bruk ble det våren 1996 gjennomført et fullskalaforsøk hvor seks ulike midler ble testet ut som endebeskyttelse på tømmer av gran (*Picea abies*). Etter behandling ble stokkene lagret i ti uker i friluft, for deretter å bli skåret til trelast. Umiddelbart etter at tømmeret var skåret, ble endesprekkene registrert. Alle sprekker lengre enn 10 mm ble målt i lengdeutstrekning vinkelrett fra enden og inn til sprekkes slutt.

Med bakgrunn i disse resultatene, sammen med kravspesifikasjonen (jfr. kap. 3.1. Kravspesifikasjon), ble tre midler eliminert. De tre resterende midlene, sammen med tre nye midler, ble videre testet ut i kontrollerte laboratorieforsøk. Til forsøksmateriale ble det tatt ut en granstokk til hvert endebeskyttelsesmiddel. Hver stokk ble kappet i 10 kubber à 50 cm. Hver annen kubbe ble behandlet, slik at hver stokk fikk fem behandlede og fem ubehandlede kubber. Dette gjorde det mulig å sammenligne visuelt to ender fra samme snitt, en som var behandlet og en som var ubehandlet. Kubbene ble deretter lagt til lagring i et klimarom med temperatur 30 °C og relativ luftfuktighet på 30 %. Dette klimaet tilsvarer en likevektsfuktighet i trevirke på ca. 6 %. For å få et mål på reduksjonen i trefuktighet i kubbene, ble de veid én gang pr. uke, og prosentvis vekt tap ble beregnet. Resultatene etter to uker i klimarom er vist i tabell 2.

Tabell 2. Gjennomsnittlig prosentvis vekttap etter lagring i to uker i 30 °C og 30 % relativ luftfuktighet.

Mean percentage loss in weight after storage in two weeks in 30 °C and 30 % relative air humidity.

	Anchorseal	Noremul AM 4801	Alkyd i white spirit	Alkyd i vann	hey'di KZ	up 339
Behandlet	17 %	20 %	10 %	28 %	17 %	24 %
Ubehandlet	27 %	32 %	20 %	36 %	20 %	27 %
Differanse i %-poeng	- 10 %	- 12 %	- 10 %	- 8 %	- 3 %	- 3 %

Ut fra disse resultatene sammen med en del andre kriterier (jfr. kap. 3.1. Kravspesifikasjon) ble *Anchorseal* og *Noremul AM 4801* valgt ut som de to midlene som skulle testes i fullskala i 1997.

3. Materiale og metoder

Forsøket som beskrives i dette kapittelet, er gjennomført hos Løvenskiold-Vækerø AS Fossum Bruk våren 1997, og er utført på tømmer av gran (*Picea abies*).

3.1. Kravspesifikasjon

Tidlig i prosjektet ble det satt opp en kravspesifikasjon som skulle være veiledende for å finne fram til midler eller systemer som kunne være egnet til å forsegle endeflatene på tømmer for å redusere uttørking og sprekkdannelse.

Følgende punkter ble satt opp:

- Midlet skal være diffusjonshemmende for vann. Anslagsvis bør midlet kunne redusere diffusjonen fra endeflatene med 80 %.
- Midlet må kunne hefte både til ferskt og frossent trevirke.
- Midlet må tåle både frost og høye temperaturer (temperaturområde -20 °C til +80 °C).
- Midlet må være vannbestandig etter utharding.
- Midlet bør være elastisk, slik at det kan følge dimensjonsendringer i trevirket.
- Midlet må kunne påføres med sprøyte.
- Midlet må være lite pigmentert, slik at man i endeflatene på tømmeret kan se årringbredde og eventuell råte og tennar. Samtidig skal det komme klart fram at tømmeret er endebeskyttet.
- Midlet bør ikke skape problemer for bruk av biprodukter fra trelastindustrien.

Et egnet produkt til endebeskyttelse av tømmer burde ivareta flest mulig av disse punktene.

3.2. Endebeskyttelsesmidler

I prosjektet ble det, som tidligere nevnt, valgt ut to ulike endebeskyttelsesmidler for uttesting i fullskalaforsøk våren 1997.

3.2.1. Anchorseal

Anchorseal er et amerikansk produkt som er laget med formål å forsegle endeflatene på tømmer for å forhindre sprekkdannelse. Midlet leveres av firmaet U.C. Coatings Corporation i USA, og benyttes i hovedsak på store lauvtrestokker som brukes til møbel- og finérproduksjon.

Anchorseal er en vannbasert voksemulsjon som gir en seig og elastisk film etter tørking. Smeltepunktet for den tørkede filmen oppgis å være 55 °C. Midlet som er benyttet i forsøket, er tilsatt “anti freeze” fra leverandøren. Dette betyr at midlet tåler frost og kan påføres i kuldegrader. Tørketiden vil være ned mot en time i varmt og tørt vær, men om vinteren kan tørketiden bli opptil flere dager. Midlet kan påføres med kost, rull eller sprøyte, og leveres i flere farger. I forsøket er det benyttet et klart middel som ikke er tilsatt noen fargepigmenter.

Leverandøren anbefaler at behandlingen utføres så raskt som mulig etter kapping, og at midlet påføres til det begynner å dryppe lett av endeflaten. Da midlet er vannløselig, kan utstyr som benyttes lett rengjøres i vann.

Prisen for produktet varierer med mengde og med tilsetning av fargepigmenter og frostbeskyttelse (anti freeze). I prosjektet ble det kjøpt inn *Anchorseal* i kanner à 5 gallon, med frostbeskyttelse og uten tilsetning av fargepigmenter. Prisen var \$ 27,50 pr. 5 gallon, som tilsvarer 11,25 kr/liter ($(\$ 27,50 \times 7,74 \text{ kr}) / (5 \text{ gallon} \times 3,785 \text{ liter}) = 11,25 \text{ kr/liter}$). Ved kjøp av tønner på 55 gallon (208 liter), vil prisen være \$ 3,60 pr. gallon. Dette gir en pris på 7,36 kr/liter. Merverdiavgift og frakt kommer i tillegg til disse prisene.

3.2.2. Noremul

Noremul AM 4801 er en akrylemulsjon produsert av Jotun AS, og benyttes til produksjon av maling. Midlet er noe modifisert til bruk i forsøket. Det er vannbasert og gir en hard film etter tørking. Tørketiden vil avhenge av temperatur og relativ luftfuktighet, og oppgis å være støvtørt etter én time ved 23 °C og 50 % relativ luftfuktighet. Som et vannbasert middel, er det ikke frostbestandig, noe som betyr at lagring og bruk ikke må foregå ved kuldegrader.

Minimumstemperaturen for filmdanning er 3 °C. Midlet kan påføres med kost, rull eller sprøyte, og utstyret rengjøres i vann. Midlet har en grå farge som etter tørking blir delvis gjennomsiktig.

Prisen for midlet oppgis å være omkring 8 kr/liter.

3.3. Behandling og lagring

Tømmeret som inngikk i forsøket ble behandlet 12. og 19. mars. De to midlene ble sprøytet på med en manuelt drevet ryggsprøyte som ble kjøpt fra U.C. Coatings Corporation i USA. Trykket i sprøyta ble opparbeidet ved mer eller mindre kontinuerlig håndpumping, og midlene ble sprøytet ut gjennom et rør med stillbar dyseåpning. Denne type sprøyte er beregnet for mindre volumer og sjeldnere bruk. Sprøyta var lett å gjøre ren, og ga et tilfredsstillende resultat med hensyn til påføring.

Påføringen av endebeskyttelsesmidlene ble foretatt ute i skogen på velteplass. Første behandling ble gjennomført på skurtømmer av gran som var avvirket samme dag, og andre behandling ble foretatt på skurtømmer som hadde ligget lagret en uke etter avvirkning. Alt tømmeret var fra samme bestand og ble avvirket på samme dag. Et parti ble beholdt ubehandlet som en kontroll, og totalt var det 44 m³ tømmer som inngikk i forsøket (behandlet og ubehandlet). De ulike behandlingene framgår av tabell 3.

*Tabell 3. Behandling av tømmeret i endebeskyttelsesforsøket.
Treatment of the logs in the end coating test.*

Uke	Dato	Lagringstid før behandling	Behandling
11	12/3	1 dag	Anchorseal
11	12/3	1 dag	Noremul
12	19/3	1 uke	Anchorseal
12	19/3	1 uke	Noremul
11	12/3	-	Ubehandlet

Etter behandling ute i skogen ble tømmeret kjørt inn til tømmeromt til Løvenskiold-Vækerø AS Fossum Bruk, hvor det ble lagret i en egen tømmervelte med lengderetning sør-nord. Rot- og toppende var tilfeldig plassert. Tømmeret ble lagret fram til uke 21.

3.4. Skur av tømmer

Tømmeret ble skåret i uke 21 ved sagbruket til Løvenskiold-Vækerø AS Fossum Bruk. To ulike sentrumsuttak ble prioritert ved skur av tømmeret. Det ene sentrumsuttaket var 2 xlog av 44×150 mm og det andre var 4 xlog av 50×150 mm. Tømmerdimensjoner som ikke ga ett av disse to uttakene, ble skåret etter vanlig skurordre og utelatt i den videre sprekkeregistreringen. Dette medførte at antall plankeender som inngikk i forsøket ble nokså forskjellig for hver behandlingskombinasjon, noe som framgår av tabell 4.

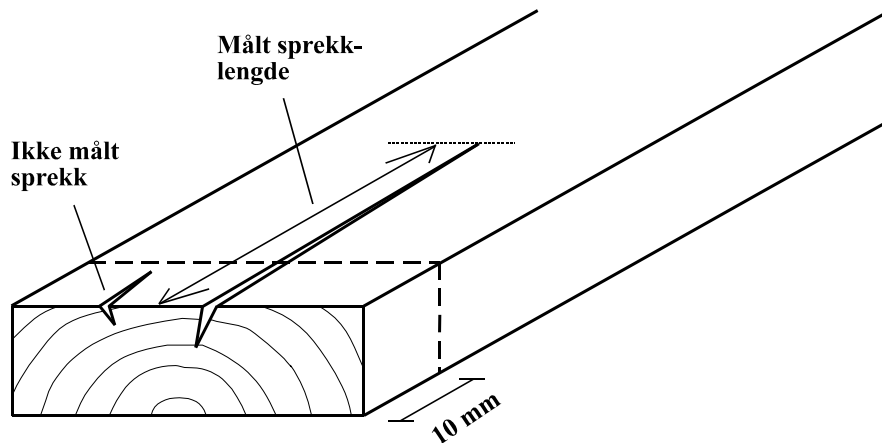
Tabell 4. Antall observasjoner (plankeender) for hver behandling fordelt på nord-/sør-retning og rot-/toppende.

Number of observations (plank ends) for each treatment grouped in north/south direction and butt/top end.

Behandling	Ant. observasjoner (plankeender)			
	Rotende		Toppende	
	Nord	Sør	Nord	Sør
Anchorseal 1 dag	30	24	26	17
Anchorseal 1 uke	15	20	19	18
Noremul 1 dag	9	18	13	8
Noremul 1 uke	12	22	13	18
Ubehandlet	27	22	31	35

3.5. Sprekkregistrering

For å verifisere uttørking og sprekkutvikling, ble lengden til endesprekkene på plankene målt. Sprekkregistreringene ble utført umiddelbart etter gjennomføringen av skuren, altså på rå skurlast. Endesprekkene ble målt i lengdeutstrekning vinkelrett fra enden og inn, både på marg- og yteside. Alle sprekker lengre enn 10 mm ble registrert. Måling av endesprekker er illustrert i figur 2.



Figur 2. Lengdemåling av endesprekker.
Length measuring of end checks.

3.6. Statistiske beregninger

Hovedsakelig gjengis resultatene som gjennomsnittsverdier. Ved analyser av gjennomsnittlig lengste sprekk lengde er det benyttet en faktoriell analyse der tre ulike faktorer inngår, både som enkeltfaktorer og i samspill med hverandre. Her er det F-tester som ligger til grunn. Det er benyttet et signifikansnivå på 5 %.

For noen av behandlingskombinasjonene er andelen sprekkfrie plankeender stor. Dette innebærer at testparameteren for gjeldende behandlingskombinasjon ikke har en "ideell" normalfordeling mht. å inngå i statistiske tester. All den tid F-testen er robust mht. unormalitet, er det likevel valgt å utføre ovennevnte faktorielle design med tilhørende statistisk testing.

4. Resultater

Alle resultatene som presenteres, er fra forsøket som ble gjennomført hos Løvenskiold-Vækerø AS Fossum Bruk våren 1997.

4.1. Andel sprekkfrie plankeender

Målet med å endebeskytte tømmeret er altså å redusere/eliminere sprekkdannelser i endene på plankene. Derfor er andel sprekkfrie ender på skurlasten et viktig resultat som sier noe om effektiviteten ved hver behandling. Resultatene er vist i tabell 5.

Tabell 5. Andel sprekkfrie plankeender fordelt på behandling, nord-/sørretning og rot-/toppende.

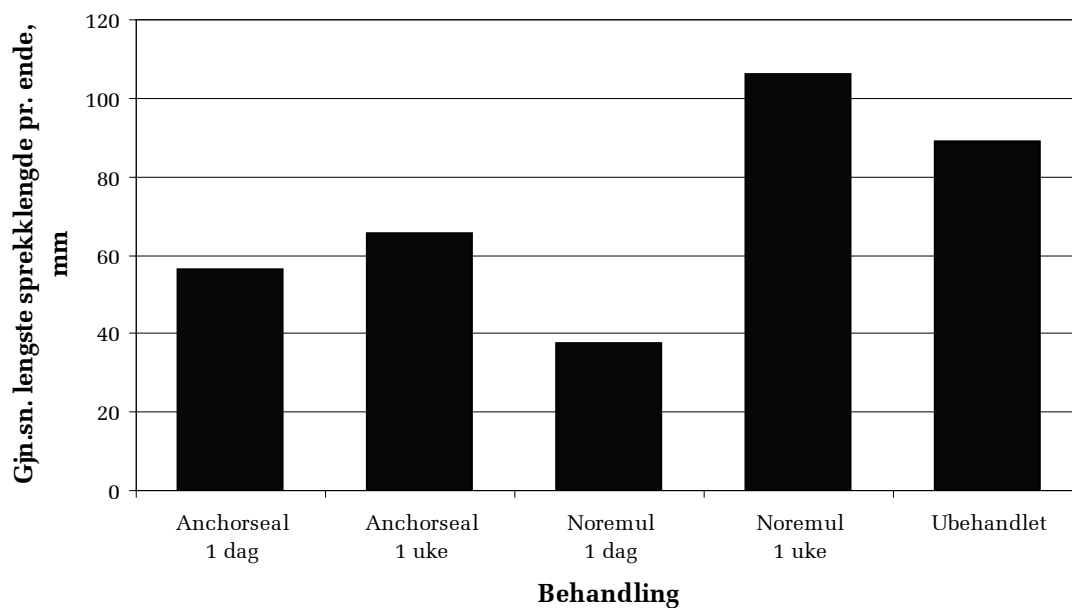
Percentage of plank ends without checks for each treatment grouped in north/south direction and butt/top end.

Behandling	Andel sprekkfrie plankeender, %			
	Rotende		Toppende	
	Nord	Sør	Nord	Sør
Anchorseal 1 dag	14	8	44	25
Anchorseal 1 uke	13	5	26	6
Noremul 1 dag	44	6	46	13
Noremul 1 uke	0	0	8	0
Ubehandlet	0	0	0	0

Av tabellen går det fram at det ikke finnes sprekkfrie ender for det ubehandlede virket. Likeledes går andelen sprekkfrie ender i de fleste tilfellene betydelig ned når behandlingen er utført en uke etter hogst sammenlignet med om den skjer samme dag. Dette gjelder spesielt for *Noremul*, der resultatet for behandling en uke etter hogst ikke er så mye bedre enn for ubehandlet virke. Videre framgår det av tabellen at for de kombinasjonene det finnes sprekkfrie ender, er andelen større i toppenden enn i rotenden. Som forventet, er andelen sprekkfrie ender betydelig høyere for endene som har ligget mot nord i forhold til de som har ligget mot sør.

4.2. Lengste sprekk

Lengste sprekk er avgjørende for hvor mye som må kappes i hver ende av plankene. Derfor er det i de følgende resultatene lagt hovedvekt på denne parameteren. I figur 3 er resultatene for gjennomsnittlig lengste sprekk pr. plankeende framstilt. Her er nord-/sørretning og topp-/rotende sett under ett.



Figur 3. Gjennomsnittlig lengste sprekk lengde pr. plankeende for hver behandling.
Mean longest check per plank end for each treatment.

Av figuren går det fram at behandling med *Noremul* samme dag som hogsten foregikk, ga den laveste verdien for gjennomsnittlig lengste sprekk lengde. Ved behandling etter en uke, steg imidlertid verdien betydelig for *Noremul*, og er høyere enn for det ubehandlede virket. For *Anchorseal* har det mindre innvirkning om behandlingen har skjedd samme dag som hogst eller en uke etter.

Resultatene kan videre grupperes mht. nord-/sørretning og rot-/toppende. Resultatene er vist i tabell 6.

For rotenden skiller *Anchorseal* seg fra de andre behandlingsmåtene ved at verdien for gjennomsnittlig lengste sprekk lengde er høyere for nordenden enn for sørenden, altså motsatt av det en skulle forvente. Det er også verdt å merke seg at for rotende mot nord, har både *Anchorseal 1 dag*, *Anchorseal 1 uke* og *Noremul 1 uke* en større gjennomsnittlig lengste sprekk lengde pr. plankeende enn *Ubehandlet* virke.

For toppenden er det de ubehandlede plankene som har den gjennomsnittlig lengste sprekk lengden. Likeledes er verdien for sørenden større enn for nordenden, unntatt for behandling med *Noremul* samme dag som hogst. Gjennomsnittlig lengste sprekk lengde pr. plankeende er i de fleste tilfeller betydelig høyere for rotenden enn for toppenden.

*Tabell 6. Gjennomsnittlig lengste sprekk lengde pr. plankeende fordelt på behandling, nord-/sørretning og rot-/toppende.
Mean longest check per plank end for each treatment grouped in north/south direction and butt/top end.*

Behandling	Gjn.sn. lengste sprekk lengde pr. ende, mm			
	Rotende		Toppende	
	Nord	Sør	Nord	Sør
Anchorseal 1 dag	95	58	25	48
Anchorseal 1 uke	96	83	36	47
Noremul 1 dag	19	67	33	32
Noremul 1 uke	108	187	58	71
Ubehandlet	82	109	81	84

For hvert behandlingstidspunkt er det utført statistiske tester som er basert på et faktorielt design der behandling, nord-/sørretning og rot-/toppende inngår. Det er valgt å trekke tilfeldig ut et likt antall observasjoner for hver behandlingskombinasjon i analysene, dvs. åtte observasjoner (tabell 4).

For behandling samme dag som hogst, er det signifikant forskjell mellom behandlingene ($F=13,9$, $\text{Prob}>F <0,0001$, $DF=2-84$). Kontrastregning viser at de ubehandlede plankene har en signifikant høyere verdi for gjennomsnittlig lengste sprekk lengde enn det endebeskyttede virket ($F=26,0$, $\text{Prob}>F <0,0001$, $DF=1-93$). Mellom de to endebeskyttelsesmidlene er det ikke signifikant forskjell. Det er det heller ikke mellom topp-/rotende eller nord-/sørretning. Ingen av kombinasjonene mellom to og to av faktorene har noen signifikant samvirkende effekt.

For behandling en uke etter hogst, er det fortsatt signifikant forskjell mellom behandlingene ($F=4,2$, $\text{Prob}>F=0,0184$, $DF=2-84$). Kontrastregning viser imidlertid at det ikke lenger er signifikant forskjell mellom ubehandlet virke og endebeskyttet virke sett under ett. Den signifikante forskjellen ligger mellom *Anchorseal* på den ene siden og *Ubehandlet/Noremul* på den andre ($F=6,9$, $\text{Prob}>F=0,0100$, $DF=1-93$). Videre er gjennomsnittlig lengste sprekk lengde signifikant større for rotenden enn for toppenden ved behandling en uke etter hogst ($F=9,4$, $\text{Prob}>F=0,0030$, $DF=1-84$). Det samme gjelder for sørretning sammenlignet med nordretning ($F=5,3$, $\text{Prob}>F=0,0234$, $DF=1-84$).

Det er også av interesse å se om marg- og ytesiden av plankene har forskjellig nivå på lengste sprekk. Dette har ikke noe å si for det økonomiske aspektet som følge av kapping av endesprekk, da det er den lengste sprekk på plankeenden som er avgjørende, uansett om den sitter på marg- eller ytesiden. Resultatene er imidlertid interessante med hensyn til sprekkfenomenet generelt. Resultatene er vist i tabell 7.

Tabell 7. Gjennomsnittlig lengste sprekk pr. plankeside og -ende for hver behandling.

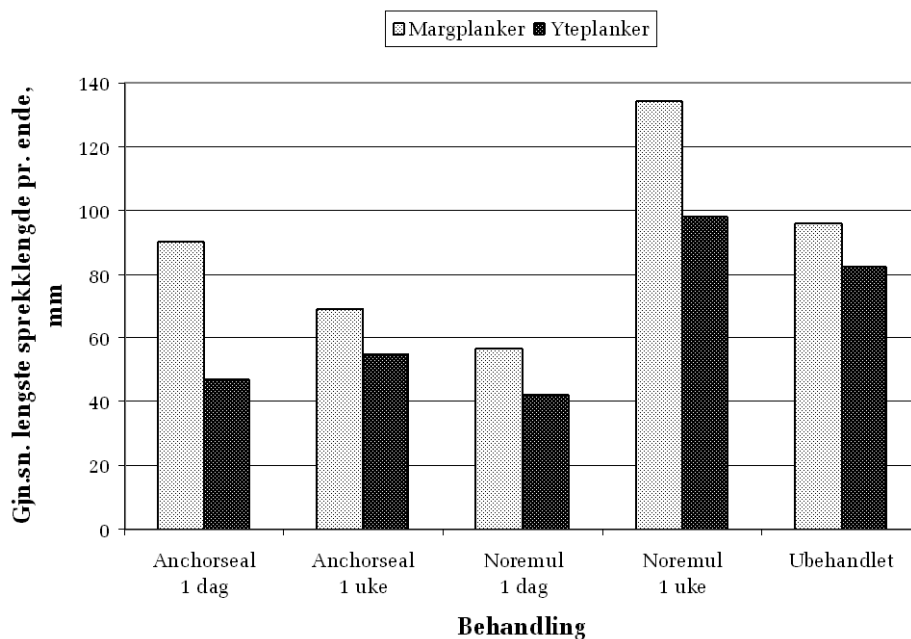
Mean longest check per plank side and end for each treatment.

Behandling	Gjennomsnittlig lengste sprekk pr. plankeside- og ende, mm							
	Rotende nord		Rotende sør		Toppende nord		Toppende sør	
	Marg	Yte	Marg	Yte	Marg	Yte	Marg	Yte
Anchorseal 1 dag	72	60	48	51	18	12	43	25
Anchorseal 1 uke	90	68	80	51	29	18	46	30
Noremul 1 dag	8	15	60	47	28	16	18	24
Noremul 1 uke	100	75	167	112	57	19	62	45
Ubehandlet	66	72	86	89	65	68	76	56

Av tabellen går det fram at i de fleste tilfellene har margsidene en større gjennomsnittlig lengste sprekk lengde enn ytesiden. For endebeskyttede stokker avviker dette mønsteret i tre tilfeller. Dette gjelder for *Noremul 1 dag rotende nord* og *toppende sør*, og *Anchorseal 1 dag rotende sør*. Det ubehandlede virket viser en litt annen trend enn det behandlede. I tre av fire tilfeller har ytesiden en større gjennomsnittlig lengste sprekk lengde enn margsidene. Forskjellen mellom verdiene er imidlertid liten.

Dimensjonen 50x150 mm ble skåret som 4 xlog. Dette betyr at en kan sammenligne marg- og yteplanker. I figur 4 er gjennomsnittlig lengste sprekk lengde for marg- og yteplanker satt opp for hver behandling. Her er nord-/sørretning og topp-/rotende sett under ett.

Av figuren går det fram at margplankene har større verdi for gjennomsnittlig lengste sprekk lengde enn yteplankene for samtlige behandlinger.



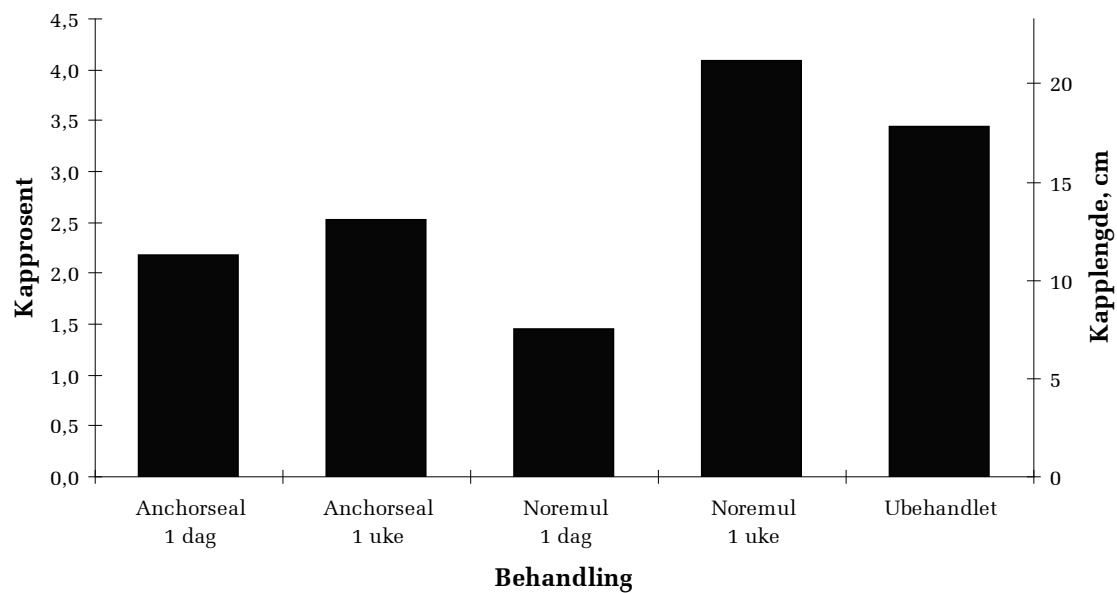
Figur 4. Gjennomsnittlig lengste sprekk lengde pr. ende for marg- og yteplanker fordelt på behandling.

Mean longest check per end for pith and sap plank for each treatment.

4.3. Kapprosent

Konsekvensen av endesprekking er at trelasten må kappes for å få vekk sprekkene, noe som innebærer et økonomisk tap for sagbrukene. Resultatene fra dette forsøket bygger på sprekkregistrering umiddelbart etter skur, dvs. en tilsvarende kapping på råsortering. I figur 5 er det satt opp et diagram som viser hvor stor gjennomsnittlig kapprosent og -lengde hver behandling medfører i dette forsøket. Det er forutsatt en tilfeldig orientering av topp- og rotende mot nord og sør. Det er plankeendens lengste sprekk som har vært avgjørende for lengden som må kappes bort. Ved beregning av kapprosenten er det tatt utgangspunkt i gjennomsnittlig stokklengde i forsøket, som var på 5,18 m.

Av figur 5 går det fram at behandling med *Noremul* samme dag som hogst, gir den laveste kapprosenten. Dette endebeskyttelsesmidlet er imidlertid ømfintlig med hensyn til tidsrommet fra hogst til behandling, noe som kommer til uttrykk ved at behandling med *Noremul* etter en uke gir den høyeste kapprosenten. *Anchorseal* viser derimot en meget liten økning for samme tidsrom. Differansen i kapprosent mellom *Noremul* samme dag som hogst og *Ubehandlet* er 2,0 %-poeng, eller 10,4 cm.



Figur 5. Gjennomsnittlig kapprosent og kapplengde (pr. planke) for hver behandling.

Mean cutting percentage and cutting length (per plank) for each treatment.

4.4. Antall sprekker

Antall sprekker er ikke så avgjørende for kapprosenten sammenlignet med lengste sprekklengde. Likevel gir resultatene for antall sprekker et verdifullt bidrag til å forklare sprekkbildet for hver behandling. I tabell 8 er resultatene med hensyn til gjennomsnittlig antall sprekker pr. plankeende satt opp.

Tabell 8. Gjennomsnittlig antall sprekker pr. plankeende fordelt på behandling, nord-/sørretning og rot-/toppende.

Mean number of checks per plank end for each treatment grouped in north/south direction and butt/top end.

Behandling	Gjn.sn. antall sprekker pr. plankeende			
	Rotende		Toppende	
	Nord	Sør	Nord	Sør
Anchorseal 1 dag	3,5	4,5	1,0	2,8
Anchorseal 1 uke	4,0	8,2	2,6	3,9
Noremul 1 dag	2,8	6,6	0,8	4,5
Noremul 1 uke	6,4	10,7	2,8	6,3
Ubehandlet	9,9	10,1	7,5	7,5

Av tabellen ser en at det ubehandlede virket har størst antall sprekker, unntatt for *Noremul 1 uke rotende sør*. Antall sprekker stiger betydelig når behandlingen utsettes med en uke. Likeledes er antall sprekker betydelig større i sørenden enn i nordenden, med unntak av det ubehandlede virket som har et mer likt antall sprekker i nord- og sørretning. Rotenden har et større antall sprekker enn toppenden.

5. Diskusjon og konklusjoner

Endebeskyttelse av tømmer gir en økning i andel sprekkfrie ender på trelasten i forhold til ubehandlet virke. Det ubehandlede virket har ingen sprekkfrie ender. *Noremul* blir imidlertid sterkt påvirket av behandlingstidspunkt. Gjennomsnittlig lengste sprekk lengde ved behandling en uke etter hogst er til og med høyere for *Noremul* enn for det ubehandlede virket. Sprekkantallet er imidlertid mindre. Dette betyr at spenningene er utløst i færre sprekker, som dermed blir mer omfattende. På det ubehandlede virket blir spenningene utløst i kortere, men flere sprekker.

At gjennomsnittlig lengste sprekk lengde er høyere for margsidene og margplankene enn for ytesiden og yteplankene, er naturlig ut fra at kjerneveden er tørrere enn yteveden. Den kommer dermed raskere under fibermetning, noe som fører til krymping med tilhørende sprekkdannelser.

Resultatene viser også at sprekkutviklingen, både når det gjelder antall sprekker og gjennomsnittlig lengste sprekk, er større for den enden av tømmeret som var lagret mot sør enn den enden som var lagret mot nord. Sprekkutviklingen var også større i rotenden enn i toppenden av plankene. Den statistiske testen for gjennomsnittlig lengste sprekk lengde viste imidlertid at forskjellene bare var signifikante for det tømmeret som hadde blitt lagret i en uke før påføring av endebeskyttelsesmiddel (antall sprekker ble ikke brukt som testparameter).

I forsøket som omtales i denne rapporten, var lagringstiden 10 og 11 uker (tid fra behandling av tømmeret til sprekkregistrering). Resultatene sier ikke noe om hvordan sprekkutviklingen varierer med lagringstiden. Figur 1 (Linares-Hernandez 1995) viser en sterk økning i differanse i sprekk lengde mellom behandlet (*Anchorseal*) og ubehandlet ende når lagringstiden øker. Dette gjelder for lønn og eik, mens differansen i sprekk lengde for furu er tilnærmet uendret. Hvorvidt disse resultatene kan overføres til dette forsøket er vanskelig å vurdere, men det er grunn til å tro at gevinsten ved endebeskyttelse er avhengig av lagringstiden for tømmeret.

Når det gjelder det økonomiske potensialet ved endebeskyttelse, er det en rekke forutsetninger som må tas stilling til. Ut fra erfaringer i forsøket er det beregnet en kostnad som bygger på følgende forutsetninger:

Forbruk, liter/m ³ tømmer	1,0
Kostnad, kr/liter	8,-
Tidsforbruk ved påføring, timer/m ³ tømmer	0,025
Arbeidskostnader, kr/time	120,-

Disse forutsetningene gir en variabel kostnad ved endebeskyttelse på 11 kr/m³ tømmer. Dersom metoden settes ordentlig i system, kan en ikke utelukke at virkelige kostnader vil avvike betraktelig fra det som er antydnet her. Kostnaden samsvarer brukbart med kostnaden som Linares-Hernandez & Wengert (1997) har estimert for endebeskyttelse av tømmer i USA. Etter omregning fra US dollar og "board feet" gir estimatet til Linares-Hernandez & Wengert (1997) 8,20 kr/m³ tømmer (se kapittel 2.3. Volum og verditap).

For å kunne anslå den økonomiske gevinsten ved endebeskyttelse, må en vite hvor mye kapprosent eventuelt er redusert for den ferdig tørkede skurlasten. Dette forsøket viser kapprosent på rå skurlast umiddelbart etter skur, og disse resultatene kan derfor ikke nødvendigvis overføres til å gjelde for ferdig tørket skurlast. Differansen i spreklengde mellom behandlet og ubehandlet virke kan forsterkes, være uendret eller bli mindre i løpet av tørkeprosessen.

Under forutsetning av at en har 50 % skurutbytte og får 120 kr/m³ for avkappet (hugget til tørrflis), vil en med en trelastpris på 1 500 kr/m³ måtte ha en reduksjon i kapprosent på 1,6 %-poeng på ferdig tørket trelast for å balansere med de variable kostnadene ved endebeskyttelse. Dersom trelastprisen settes til 2 000 kr/m³, må en ha en reduksjon i kapprosent på 1,2 %-poeng. For en trelastpris på 2 500 kr/m³ og 3 000 kr/m³, må reduksjonen i kapprosent være henholdsvis 1,0 %-poeng og 0,8 %-poeng. For en planke med lengde 5,0 m betyr en reduksjon i kapprosent på 1,0 %-poeng at en reduserer kappingen med 5 cm, eller med 2,5 cm i hver ende.

Det har ikke lyktes å finne informasjon eller litteratur som omtaler hvilke konsekvenser bruk av endebeskyttelsesmidler kan ha for bearbeiding av trevirket eller for biprodukter fra trevirket.

Hovedkonklusjonen er at det er viktig å behandle tømmeret så raskt som mulig etter hogst for å få best virkning av endebeskyttelsen. Dette understrekes også av U.C. Coatings Corporation som er leverandør av *Anchorseal*. Den økonomiske gevinsten ved å endebeskytte tradisjonelt skurtømmer av gran synes å være beskjeden. På mer verdifullt råstoff som finere furu- og lauvtrekvaliteter, er metoden interessant med hensyn til økonomisk gevinst.

6. Litteratur

- ESPING, B. & A. LYCKEN. 1995.** Sprickor vid torkning som effekt av timmerlagring. Trätekn. Kontenta 9504017.
- FYSTRO, I. 1965.** Et orienterende forsøk med endevedsbeskyttelse av ubarket furuvirke under sommerlagring. Meddelelser fra Det norske skogforsøksvesen, nr. 73 bind XX hefte 2.
- LEAVENGOOD, S. & L. SWAN. 1996.** Final report, Western juniper log storage project. Oregon State University Extension Service, U.S. Forest Service.
Internettadresse: <http://www.orst.edu/dept/kcoext/juniper/logstor.htm>
- LINARES-HERNANDEZ, A. 1995.** Endcoating of logs to prevent staining and splitting. University of Wisconsin-Madison.
- LINARES-HERNANDEZ, A. & E.M. WENGERT. 1997.** End coating of logs to prevent stain and checking. Forest Products Journal, Vol. 47, No. 4.
- RICE, R.W. 1995.** Transport coefficients for six log and lumber end coatings. Forest Products Journal 45(5): 64-68.
- U.C. COATINGS CORPORATION.** Instructions for using Anchorseal, end sealer for green logs and lumber.
- WENGERT, E.M. & F.M. LAMB. 1989.** End coating of lumber to prevent end checking. IUFRO 1989, Wood drying symposium, Upgrading wood quality through drying technology: 164-168.