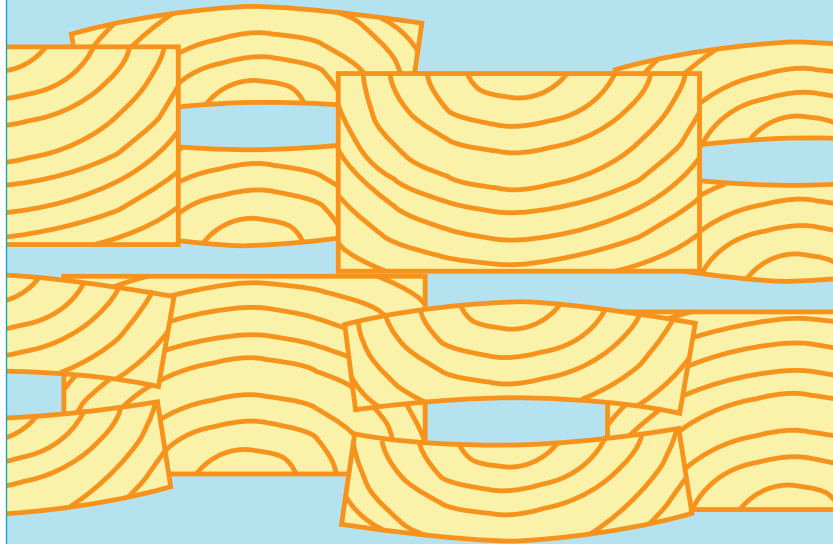




Yteherding - årsak og tiltak



JANUAR
2009



- Fuktighetsgradient
- Spennings- og deformasjonsutvikling
- Kondisjonering
- Måling



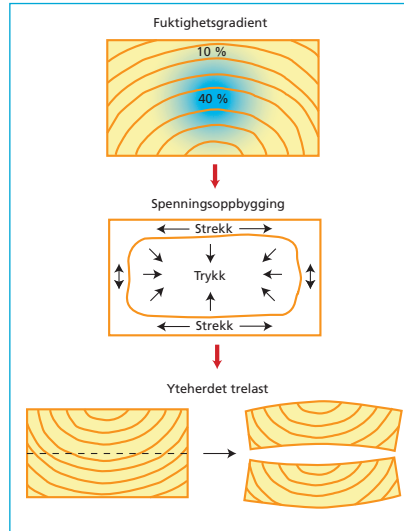
Fuktighetsgradient og spenningsutvikling

Under en tørkeprosess vil trevirket begynne å krympe når fibermetningspunktet er nådd. Ved tørking med sirkulerende varmluft, vil dette først inntreffe på overflaten. Lenger inne i materialet vil fuktigheten fortsatt være over fibermetningspunktet. Det utvikles en fuktighetsgradient i trevirket under tørkeprosessen. I denne tilstanden forsøker det ytre sjiktet i planken å krympe, men den våte indre delen som ikke har krympet, vil begrense dette. Det vil da oppstå strekkspenninger i det ytre sjiktet og trykkspenninger i de indre delene av planken. Se figur 1.

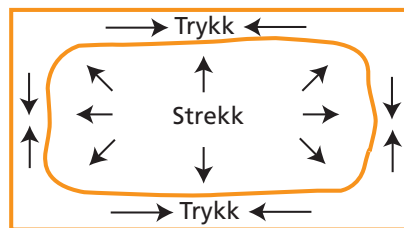
Dersom trevirket ikke hadde evnen til å tøye og deformere seg, ville denne tilstanden ført til sprekkdannelse i trevirkets overflate. Trevirket har imidlertid denne egenskapen, og resultatet er at det ytre sjiktet i trelasten vil krympe mindre enn det fuktighetsendringen i sjiktet tilsier for å tilpasse seg den fuktigere indre delen av planken.

Etter hvert kommer også det indre av materialet under fibermetningspunktet og begynner å krympe. Nå er imidlertid det ytre sjiktet forstreckt og for stort i forhold til det indre av planken. Dette fører til at spenningsbildet snur seg slik at overflaten blir utsatt for trykkspenninger og det indre av materialet for strekkspenninger. Se figur 2.

Denne vekslingen, som innebærer at overflaten går over fra strekkspenning til trykkspenning, kalles spenningsomvandlingen. Den inntreffer som regel når trelastens middelfuktighet ligger i området 15-20 %. Dette betyr at i første fase av tørkeprosessen er det fare for ytre sprekk i trelasten. Etter spenningsomvandlingen er det ikke lenger fare for ytre sprekk, men da vil strekkspenningene i det indre av



Figur 1. Fuktighetsgradient og spenningsoppbygging under første fase av tørkeprosessen.



Figur 2. Spenninger i plankens tverrsnitt under siste fase av tørkeprosessen.

trelasten føre til en risiko for indre sprekk. Slike indre sprekker vil kunne utvikle seg i lang tid etter at tørkeprosessen er avsluttet, fordi strekkspenningene i det indre av materialet øker etter hvert som fuktigheten jevnes ut i tverrsnittet.

Det er denne tilstanden, det vil si at det ytre sjiktet av trelasten er forstreckt i forhold til den indre delen, som går under benevnelsen *yteherding*.

Deformasjonsmekanismer

Det er to uttrykk som står sentralt når de ulike deformasjonsmekanismene i trevirket under en yteherdingsutvikling skal forklares:

- **Elastisk deformasjon:** Går tilbake til null etter at belastningen opphører. Ingen materialer er fullstendig elastiske. En strikk som påføres en moderat belastning over et kort tidsrom, er imidlertid et eksempel som beskriver en bortimot fullstendig elastisk deformasjon.
- **Plastisk deformasjon:** Varig deformasjon. Går ikke tilbake etter at belastningen opphører. Kitt er et eksempel på et materiale som er svært plastisk.

Trevirke er et såkalt plastisk-elastisk materiale, dvs. at det utvikles både elastiske og plastiske deformasjoner når det utsettes for en belastning. Trevirket er mer plastisk jo høyere temperaturen og trefuktigheten er.

Deformasjonene holder seg imidlertid ikke konstante over tid. I det øyeblikket belastningen påføres trestykket, vil en fullstendig elastisk deformasjon oppstå. Etter hvert vil imidlertid deformasjoner utover dette utvikle seg, såkalte tidsavhengige deformasjoner. Disse består av en tidsavhengig elastisk deformasjon, som går tilbake til utgangspunktet i løpet av en viss tid etter at avlastning har foregått, og en plastisk deformasjon. Begrepet siging blir ofte benyttet om tidsavhengige deformasjoner. Eksempelet med strikken illustrerer sigingsfenomenet. Dersom strikken spennes rundt en gjenstand og står slik over et lengre tidsrom, f.eks. et år, vil den ikke gå tilbake til sin opprinnelige form når det tas av gjenstanden igjen. Den har fått en varig forlengelse.

Så lenge trefuktigheten er konstant når trevirket utsettes for en belastning, kan deformasjonene beskrives ut fra mekanismene nevnt over. Når trefuktigheten varierer under fibermetningspunktet samtidig som trevirket

belastes, kommer en ny deformasjonsmekanisme inn i bildet; såkalt mekano-sorptiv deformasjon. Uttørking og oppfuktning kalles på fagspråket henholdsvis desorpsjon og adsorpsjon. Deformasjonen som skyldes kombinasjonen av mekanisk belastning og fuktighetsendring, kalles derfor mekano-sorptiv deformasjon.

Forklaringen til fenomenet ligger i at cellulosemolekylenes innordning blir påvirket når trevirket belastes, samtidig som det foregår en fuktighetsforandring. Dette gjelder trefuktigheter under fibermetningspunktet, det vil si i det området hvor det foregår krymping og svelling i trevirket. Mekano-sorptiv deformasjon kan betraktes som en plastisk deformasjon. Den går imidlertid noe tilbake til utgangspunktet dersom trevirket utsettes for gjentatte sykluser med oppfuktning og uttørking etter at belastningen er fjernet.

Et eksempel som viser hvordan trevirket deformeres over tid, er bjelkelag i gamle hus. Ofte kan det ses at bjelkene har fått en svaiv. Dette er resultatet av den langtidsbelastningen trebjelkene har vært utsatt for. I tillegg varierer klimaet, og dermed også trefuktigheten gjennom året, slik at det også blir en kombinasjon av belastning og fuktighetsforandring i trevirket, den såkalte mekano-sorptive effekten. Denne påvirker deformasjonsutviklingen betraktelig.

Deformasjon i trelastens ytre sjikt

Den mekano-sorptive effekten står sentralt når det gjelder deformasjonsutviklingen i det ytre sjiktet av trelasten under første fase av tørkeprosessen. Da er det en tilstand med en kombinasjon av uttørking og strekkspenning i overflaten av trevirket. I under-

søkelse er det funnet at den tidsavhengige deformasjonen bare utgjør ca. 1/20 av den mekano-sorptive deformasjonen for dette tilfellet.

Ved å spenne fast trevirke i rå tilstand for deretter å tørke det, vil forhindret krymping oppnås. Denne situasjonen kan sammenlignes med det som skjer i det ytre sjiktet i trelastens tverrsnitt under første fase av tørkeprosessen. I forsøk med fastspente prøver av furu i tangentiell retning, er det funnet at ved en nedtørking som tilsvarer et fritt krympingspotensial på ca. 5-6 %, ligger den mekano-sorptive deformasjonen i området 1-2,5 % (temperatur på 80 °C). I Figur 3 er det vist hvordan de ulike deformasjonsmekanismene henger sammen.

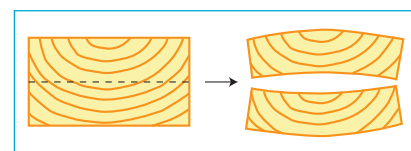
Det er situasjonen som er vist for forhindret krymping, som gjør seg gjeldende i det ytre sjiktet i yteherdet trelast

Konsekvenser av deformasjonsutviklingen

Den beskrevne spennings- og deformasjonsutviklingen er årsaken til at yteherdet trelast oppstår under tørking. Dette innebærer at det ytre sjiktet av plankene er forstreckt i forhold til

de indre delene når trefuktigheten er utjevnet i plankens tverrsnitt etter endt tørkeprosess. Ved en oppdeling av plankene i denne tilstanden, vil bordene få uheldige deformasjoner i form av kuving. Se figur 4.

At trelasten er i stand til å gjennomgå slike plastiske deformasjoner er imidlertid positivt med hensyn til å unngå sprekkdannelse i trelasten under en tørkeprosess, og yteherdsnivået kan relativt enkelt reduseres/elimineres med en bra kondisjoneringsfase etter tørkefasen.

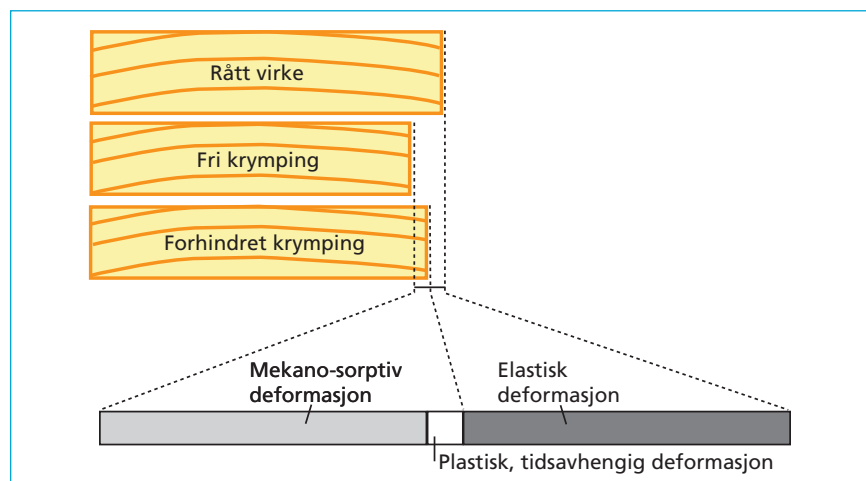


Figur 4. Kløyving av yteherdet planke.

Kondisjonering

For å redusere/eliminere effekten av yteherdingsprosessen, er det nødvendig med en spenningsutjevningsperiode, såkalt kondisjonering, etter at tørkefasen er avsluttet. Det tilføres da fuktighet i trevirkets overflate, slik at det blir et svellingstrykk som delvis presser det ytre sjiktet sammen igjen. Også i denne prosessen står den mekano-sorptive deformasjonen sentralt.

Figur 3. Deformasjonsmekanismer i trevirke som tørker.

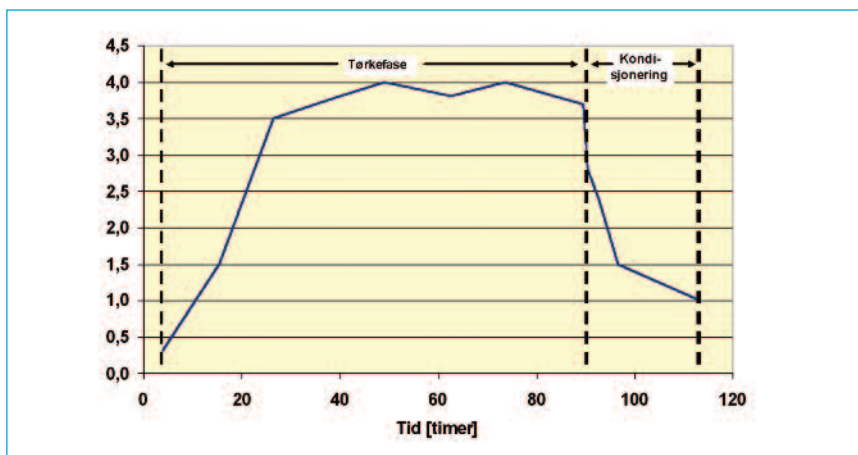


I figur 5 er det vist et eksempel på hvordan yteherdingen utvikler seg under en tørkeprosess. Diagrammet er basert på forsøk i laboratorietørken ved Treteknisk, der trelast av gran med 50 mm tykkelse ble tørket ved et "vanlig" tørkeskjema, med stigende tørretemperatur fra 65 °C til 80 °C og noe fall i våttemperaturen. Under kondisjonering var tørretemperaturen ca. 80 °C, med en psykometerdifferanse på 2-3 °C. Kurven i figur 5 gjelder for én av forsøksplankene, og den viser det typiske forløpet for utviklingen av yteherding, uttrykt som gap, under en konvensjonell varmluftstørkingsprosess. Trefuktigheten ved begynnelsen av kondisjoneringsfasen var på 9,5 %, og det ble målt en økning i gjennomsnittlig fuktighet under kondisjoneringsfasen på ca. 2,5 %.

Forsøkene ble utført ved at det ble tatt prøvestykker av planken underveis i tørkeprosessen. Prøvestykkene ble delt opp til yteherdingsprøver, og fuktigheten ble utjevnet i prøvenes tverrsnitt før gapet ble målt. Det antas at de forholdsvis små ujevnheter i kurven fra et målepunkt til et annet skyldes variasjoner i trevirket fra prøve til prøve i plankens lengderetning.

Måling av yteherding

Figur 6 viser prinsippet for måling av yteherding etter den europeiske pre-standard ENV 14464. I korte trekk går den ut på at yteherdingen skal måles ved å kløyve trelasten i to biter. Disse bitene skal så få tid til å jevne ut en eventuell fuktighetsgradient, enten i plastpose eller

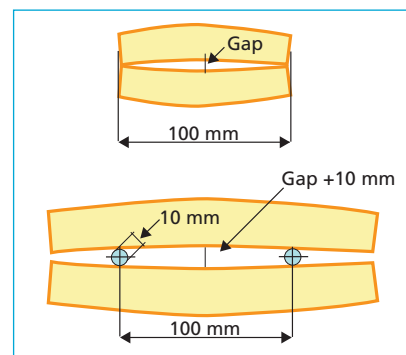


Figur 5. Typisk utvikling av yteherding, uttrykt som gap (i mm), ved konvensjonell varmluftstørking av trelast.

ved en likevektsfuktighet tilsvarende bitenes middelfuktighet (24 timer for bartre og 48 timer for lauvtre). Deretter skal bitene legges mot hverandre, som opprinnelig kløyvd, hvoretter det største gapet mellom bitene skal måles over en bredde på 100 mm.

I figur 6 er det vist to forskjellige metoder som kan brukes for å kunne utføre en slik måling. Ved den ene metoden kappes biten til en bredde på 100 mm, og gapet måles direkte ved å legge bitene mot hverandre. Ved den andre metoden, som er gitt i den europeiske pre-standard, behøves ikke biten å bli kappet til 100 mm. I stedet brukes en spesialjigg med to bolter på 10 mm i diameter som er plassert i en avstand på 100 mm fra hverandre. Ved å legge de to bitene mot hverandre som vist i figuren, kan gapet måles indirekte ved å trekke fra 10 mm. Måleresultatet vil bli det samme ved begge metodene.

Dersom bredden på trelasten er mindre enn 100 mm, skal gapet



Figur 6. Prinsipp for måling av yteherding.

måles over en bredde på 75 mm, og verdien skal multipliseres med en faktor på 1,78.

Yteherdingen kan også måles i henhold til NS-INSTA 141 ved å benytte den såkalte gaffelmetoden. Denne er imidlertid mye mer tungvinn i bruk, og det anbefales at den beskrevne kløyvgapmetoden benyttes.

Når det gjelder krav til yteherding, er dette ikke gitt i noen standard. Det blir derfor opp til kjøper og selger å definere slike krav ut fra det trelasten skal benyttes til.

Forfatter Knut Magnar Sandland

Finansiering Treteknisk

Treteknisk



Forskningsveien 3 B
Postboks 113 Blindern, 0314 Oslo
Telefon 22 96 55 00
Telefaks 22 60 42 91
firmapost@treteknisk.no
www.treteknisk.no