

TreProX: Innovations in Training and Exchange of Standards for Wood Processing

MÄTA TORKNINGSKVALITET OCH MOTVERKA SKADOR

BJÖRN KÄLLANDER

TREPROX WORKSHOP – SWEDEN - MAY - JUNE 2022



Erasmus+

Mäta torkningskvalitet och motverka skador

220531
Björn Källander



Översikt

- Kort introduktion
 - blanda praktiska övningar med teori
 - frågor och diskussioner under arbetet
- Fyra delar
 - fuktkvot
 - gradient och torkspänningar
 - deformationer
 - sprickor
- Fokus
 - hur man mäter
 - orsaker och motåtgärder
 - praktiska råd



Fuktkvot definition och mätning

- Fuktkvot = vikt vatten delat med vikt absolut torrt material

(vikt rått virke – vikt torrt virke)

- Fuktkvot (%) = 100 x $\frac{\text{vikt rått virke} - \text{vikt torrt virke}}{\text{vikt torrt virke}}$

- Provet torkas i 103 +/- 2 °C
 - torkning klar när vikten ändras mindre än 1/1000 under 2 timmar, 0,05 g viktändring för en 50 g provbit
- Utförande
 - provet bör tas minst 30 cm från ände
 - såga 20 – 25 mm tjocka tvärsnitt
 - väga snabbt efter sågning, torka, väga snabbt sedan provet tagits ut
- Standard EN 13183-1 Moisture content of a piece of sawn timber
 - Part 1: Determination by oven dry method



Från Morén Basics of wood drying



Från Morén Basics of wood drying

Mäta fuktkvot med torrviktsmetoden

- praktiska råd

- Vågen bör ha upplösning 1/100 g
 - då klarar den 25 mm långa tvärsnitt
- Använd kontrollvikt
 - inte så noga att vågen väger rätt, bara den väger likadant varje gång
- Väg helst rå vikt direkt efter sågning
 - annars lägg i plastpåsar, tvärsnitt torkar fort
- Lägg inte heta träbitar direkt på vågen
 - vågar är ofta temperaturkänsliga och kan driva om de värms upp
- Ugnen
 - viktigt att temperaturen är över 100 °C, hellre lite för högt än för lågt
 - viktigt med bra luftcirkulation, särskilt med mycket virke i

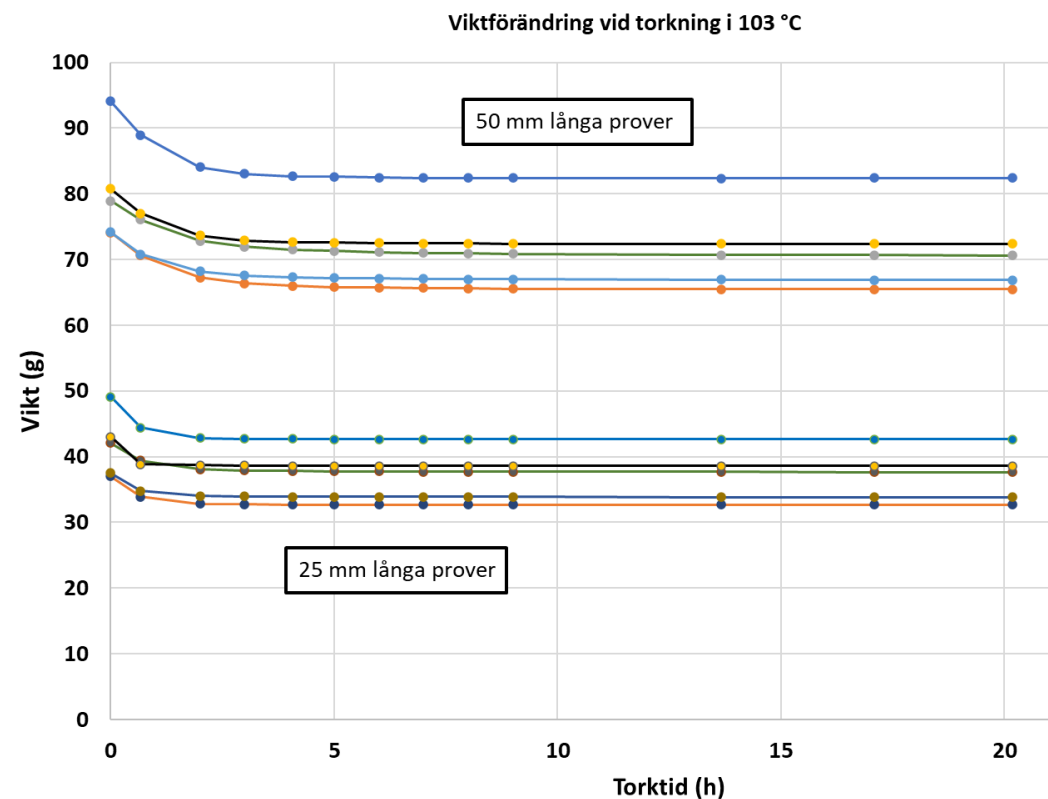
Skydda vågen mot uppvärmning



Mäta fuktkvot med torrviktsmetoden

- praktiska råd

- Torktiden
 - torka gärna över natten, 12 timmar
 - för 25 mm långa tvärsnitt kan 4 timmar räcka (furu)
- Hellre för lång torktid än för kort
 - händer inte mycket sedan virket torkat
- Större bitar tar längre tid att torka (!)
 - men ger säkrare mätvärden
- Något för hög temperatur har liten inverkan
 - 110 °C torktemp. ger ca 0,1 % högre värde än 103 °C
- Packa inte ugnen för full
 - de flesta torkskåp saknar fläkt för att byta luften
 - torktiden ökar avsevärt om ugnen är överfull
 - tätpackat virke leder till kalla zoner i ugnen ojämnt resultat



Snabbmetod för mätning med torrsvikt

- Torka små prover vid 160 °C
 - + snabbare
 - ökad risk att väga fel
 - fler ämnen dunstar bort
 - visar 1 – 2 % för hög fuktkvot (mer vid hartsrikt virke)
- Torktid väljs efter förväntad fuktkvot

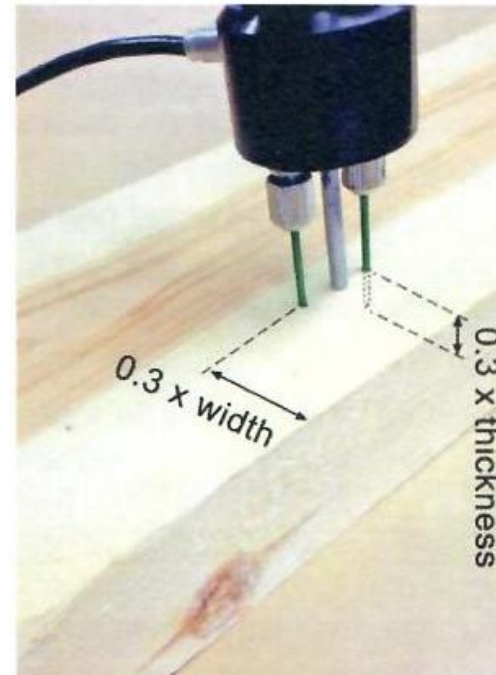
Antagen medelfuktkvot	Torktid (h)
10	2
16	2,5
25	4



Mäta fuktkvot med resistansmetoden

- praktiska råd

- Elektriska fuktkvotsmätare har låg noggrannhet
 - mätvärdet linjärt beroende av densiteten, tungt virke visar högre värden än lätt virke med samma fuktkvot
 - mätvärde oftast inom $\pm 2\%$ enheter från verkligt värde
- Kan bara användas för översiktlig skattning av fuktkvoten
 - kan delvis kompenseras med fler mätningar
 - minimum typ 20 mätningar för att ge ett hyfsat mått
- Viktigt ställa in rätt virkestemperatur och träslag
- Mät minst 30 cm från ände
 - 1/3 från kanten
 - slå in till 1/3 av djupet
 - stiften längs med fibrerna
 - mät på 2 – 3 ställen på biten
- Standard EN 13183-2 Moisture content of a piece of sawn timber - Part 2: Estimation by electrical resistance method



Från Morén Basics of wood drying

Från Morén Basics of wood drying

Fuktkvoten i ett parti virke

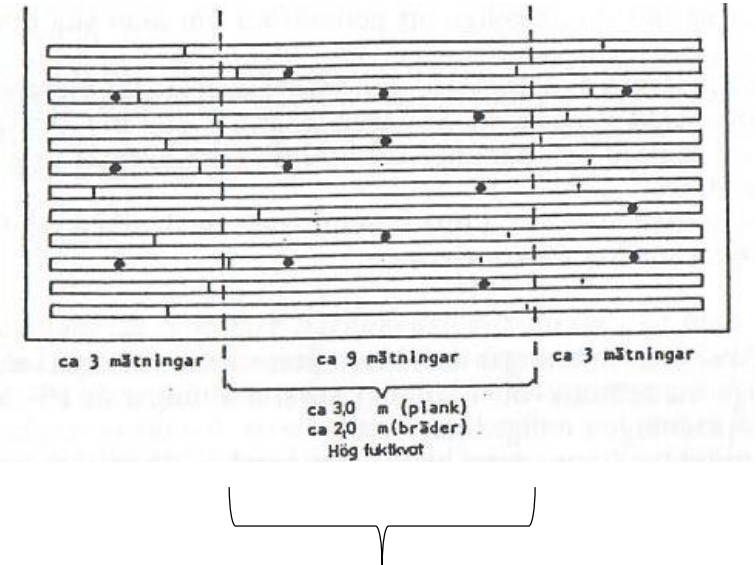
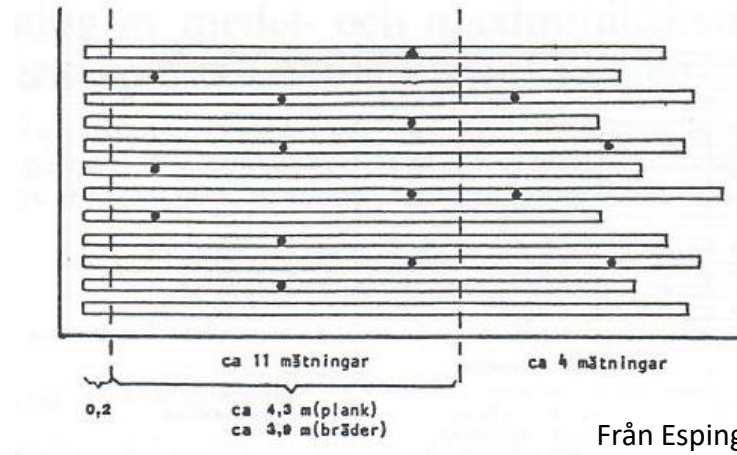
- Fuktkvoten varierar alltid inom plankor och mellan olika plankor
- fuktkvot måste alltid anges med ett intervall
- För virke som ska hålla en viss målfuktkvot tillåts ett intervall för både medelfuktkvoten och enskilda plankor.

Målfuktkvot	Tillåten spridning för medelfuktkvoten		Tillåten spridning för 93,5 % av bitarna i partiet	
(%)	Min (%)	Max (%)	Min (%)	Max (%)
8	7,0	9,0	5,6	10,4
12	10,5	13,5	8,4	15,6
16	13,5	18,0	11,2	20,8



Bestämma fuktkvoten i ett parti virke

- Var ska man mäta
 - undvika kanter, översta och understa lagret
 - stift först, torr vikt om det behövs
 - hänsyn till kvastände respektive jämndragna paket
- (ur Esping Grunder i torkning)



Tätaste delen ger högst fuktkvot

Från Esping Trätorkning 1a grunder i torkning

Antal paket i satsen	Paket som ska kollas	Totalt antal virkesbitar	Virkesbitar som ska kollas	Tillåtet antal utanför gräns
1	1	16-50	8	1
2-5	2	91-150	20	3
6-11	3	501-1200	80	10
12-	4	3201-	200	21



- Standard EN 14298 Sawn Timber - Assessment of drying quality

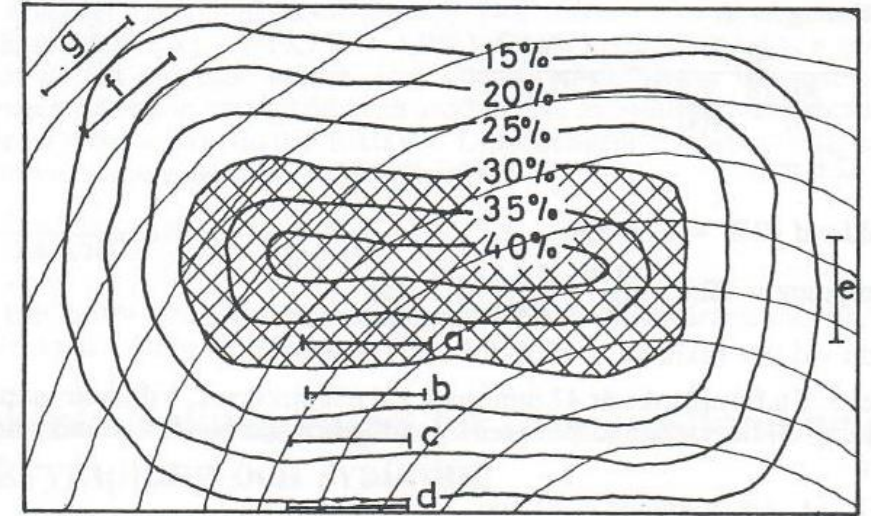
Fel fuktkvot. Orsaker, åtgärder, konsekvenser

- För låg medelfuktkvot (vanligast)
 - torkskötaren vill vara på säkra sidan och torkar lite till
 - överkompenserar för störningar och stopp i processen
 - brädor i vandringstorkar svåra att kontrollera, bytt dimension
- För hög medelfuktkvot
 - maximerar produktion vid högkonjunktur
 - bytt till grövre virke i vandringstork
 - ny råvara, fel torkschemata
- För stor fuktkvotsspridning
 - ojämna paket, kvastpaket
 - blandade dimensioner
 - stor variation i ingående fuktkvot
 - låg / ojämn lufthastighet
 - för kort konditionering
 - stoppat fläktar för att spara el



Fuktkvotsgradient

- Fukttransporten ut ur virket drivs av skillnaden i fuktkvot mellan de inre delarna och ytan
 - konventionell torkning leder alltid till gradient
 - snabb torkning kräver stor drivkraft, alltså hög gradient
- Gradienten minskas under konditioneringen
 - ytan fuktas upp med vatten eller ånga
- Vandringstorkar saknar ofta konditioneringszon
 - virket levereras med gradient och restspänningar kvar i virket
 - acceptabelt om virket inte ska klyvas eller bearbetas vidare

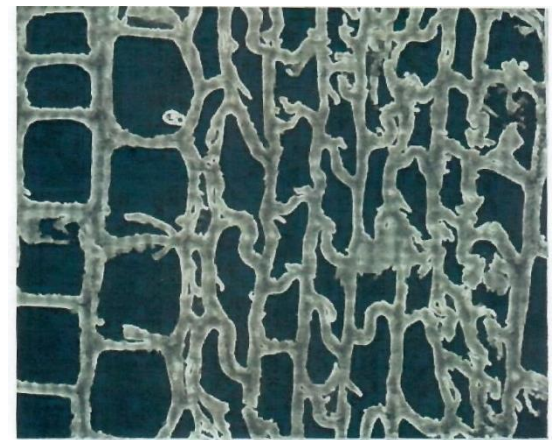


Principskiss. Så här ser det INTE ut.

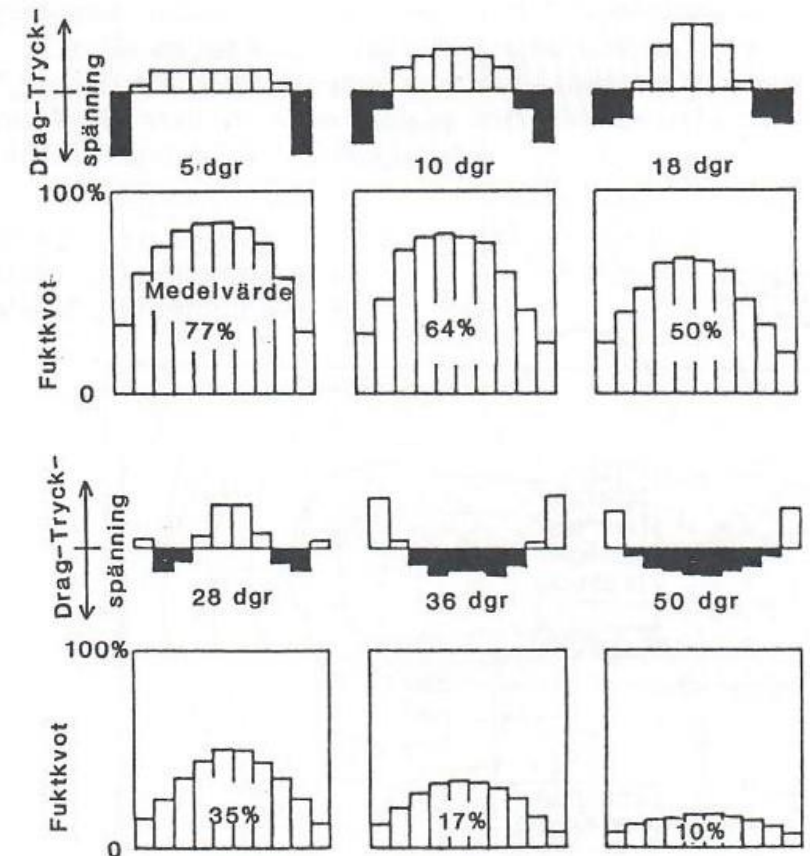
Från Esping Trätorkning 1a grunder i torkning

Torkspänningar och restspänningar

- Kapillära krafter när vattnet ska passera genom porer i virket
 - trycket blir högre ju mindre porerna är
 - kollaps i känsliga träslag
- Ytveden börjar krympa före virkets inre delar
 - ytvedens celler tänjs ut
 - cellerna innanför komprimeras
- Cellerna deformeras av spänningarna
 - hoptryckta celler försöker expandera
 - utdragna celler försöker dra ihop sig
 - (typ ungefär)
- Den påverkade zonen sjunker in i virket under torkprocessen
 - komplicerat mönster av kvarvarande tryck- och dragspänningar



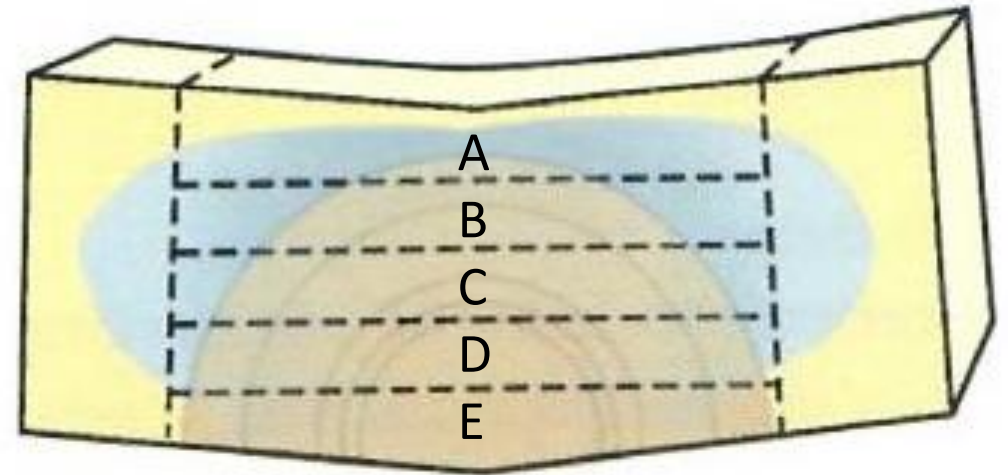
Från Morén Basics of wood drying



Från Esping Trätorkning 1a grunder i torkning

Fuktkvotsgradient torrviktsmetoden

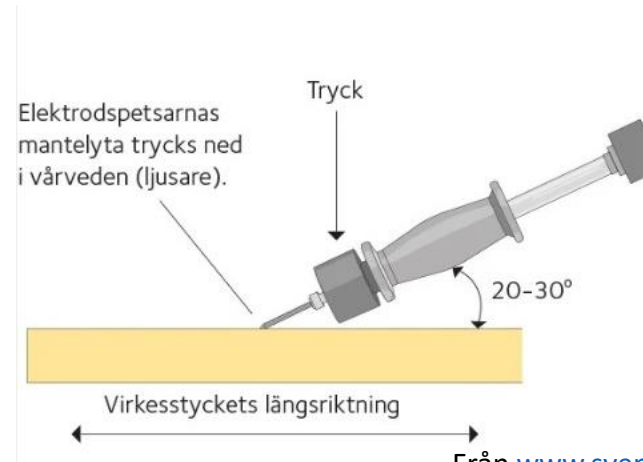
- Gradientmätning med torrviktsmetoden
 - såga bort kanterna
 - såga eller klyv mittdelen i fem delar
- Väg rå vikt direkt
 - sågen kan hetta upp virket så det torkar
 - tunna skivor ändrar vikt snabbt
- Väg snabbt efter uttag ur torkskåpet
- Gradienten anges som Fuktkvot C – Medelvärde A och E
- Inte världens mest exakta metod...



Från Morén Basics of wood drying

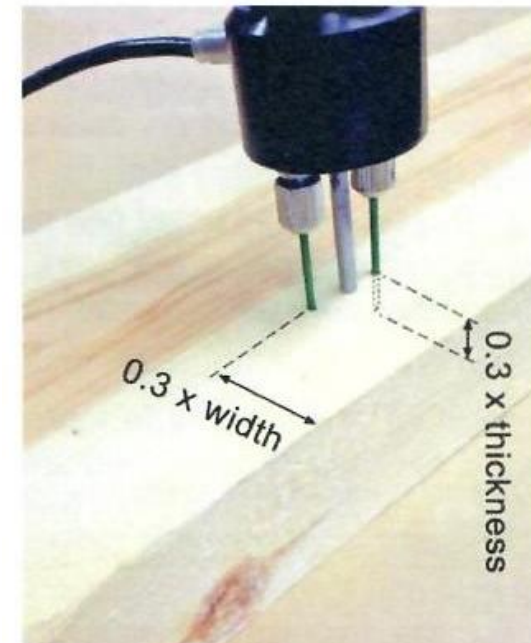
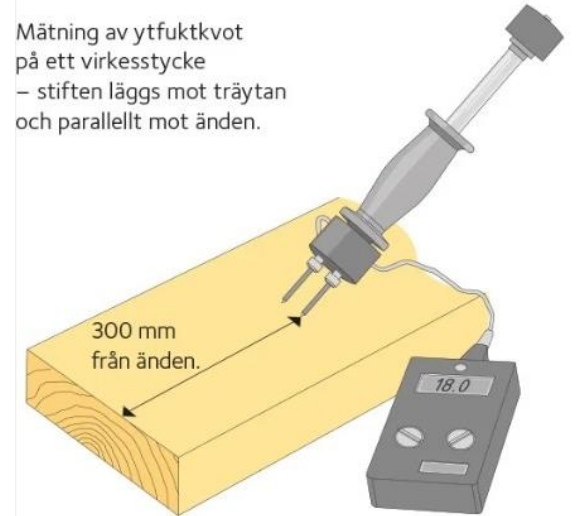
Fuktkvotsgradient med stift

- Mät ytfukten med stiften pressade mot ytan
- Slå in stiften till 1/3 av djupet på vanligt sätt
- Gradienten anges som skillnaden; grad = medelvärde – ytfuktkvot
- Alltså: gradienten får helt olika värden med torrsvikt och stift !
- och rättrogna fysiker anser att det inte ens ska kallas gradient...



Från www.svenskttra.se/ trafakta

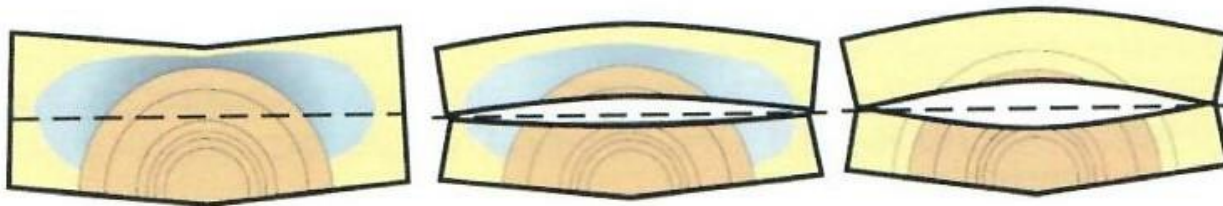
Mätning av ytfuktkvot
på ett virkesstycke
– stiften läggs mot träytan
och parallellt mot änden.



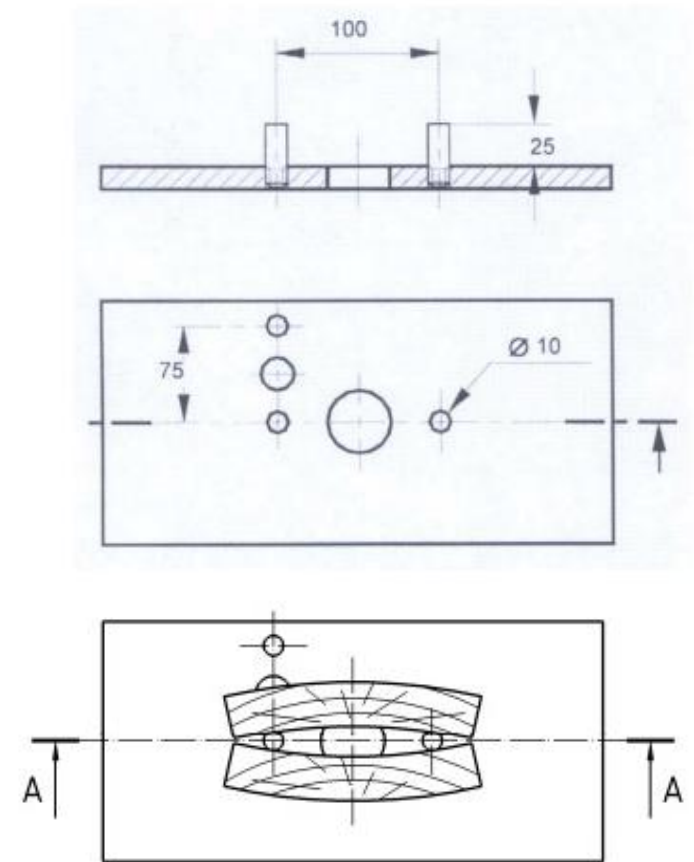
Från Morén Basics of wood drying

Restspänningar - klyvmetoden

- Klyvmetoden
 - enkel och snabb
 - ger numeriskt värde, bra för uppföljning
 - mätgigg gör mätningen enklare
- Klyv tvärsnittet
 - gigger ger enklare mätning med skjutmått
- Kupning orsakas av kombination av gradient och restspänningar
 - måttet ändras när fuktkvoten jämnas ut (typiskt vänta 24h)

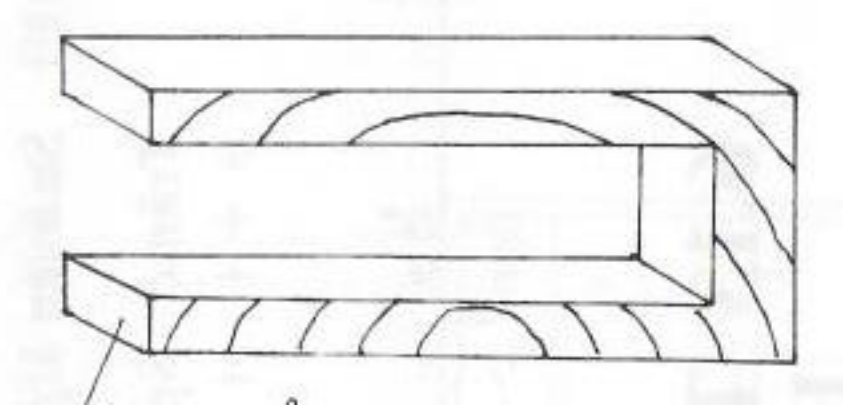


Från Morén Basics of wood drying



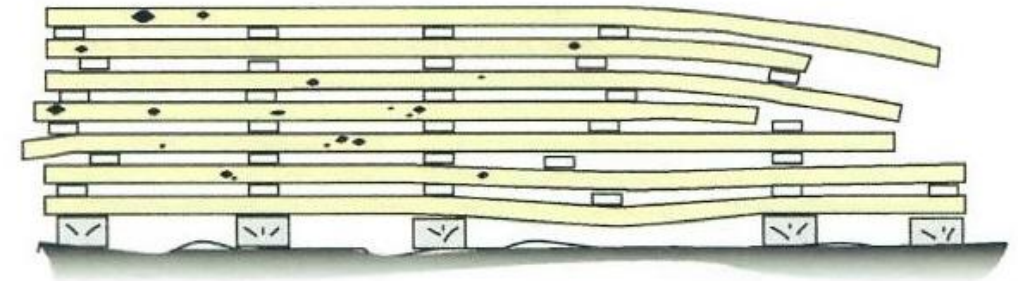
Restspänningar - gaffelmetoden

- Gaffelmetoden
 - äldre metod som ger bra "känsla"
 - möjligt se fördelningen över tvärsnittet
 - kanske lite svår att ange med siffror

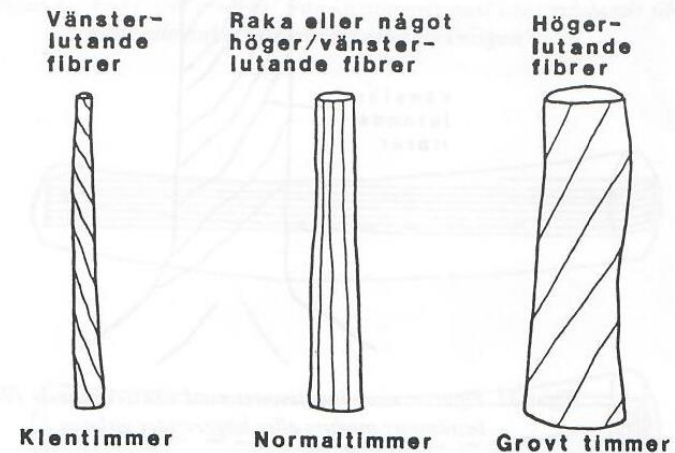


Deformationer – orsaker och åtgärder

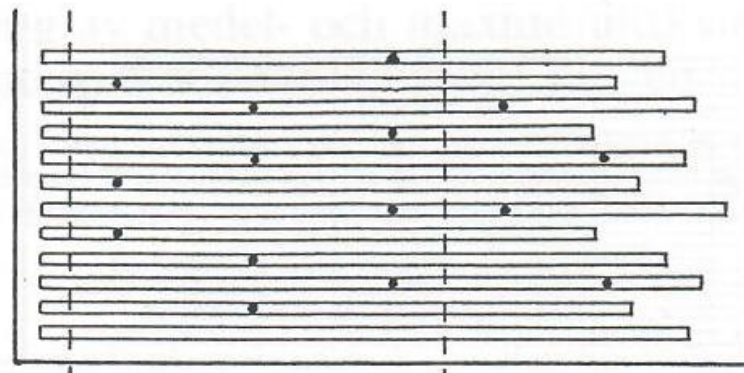
- Tre orsaker dominerar
 - dålig ströläggning
 - virkets anatomi
 - ojämn torkning
- Dålig ströläggning orsakar enorma förluster
 - sett nedklassning av bräder upp mot 10 %
- Virkets anatomi
 - spiralväxt och konicitet
- Ojämn torkning



Från Morén Basics of wood drying



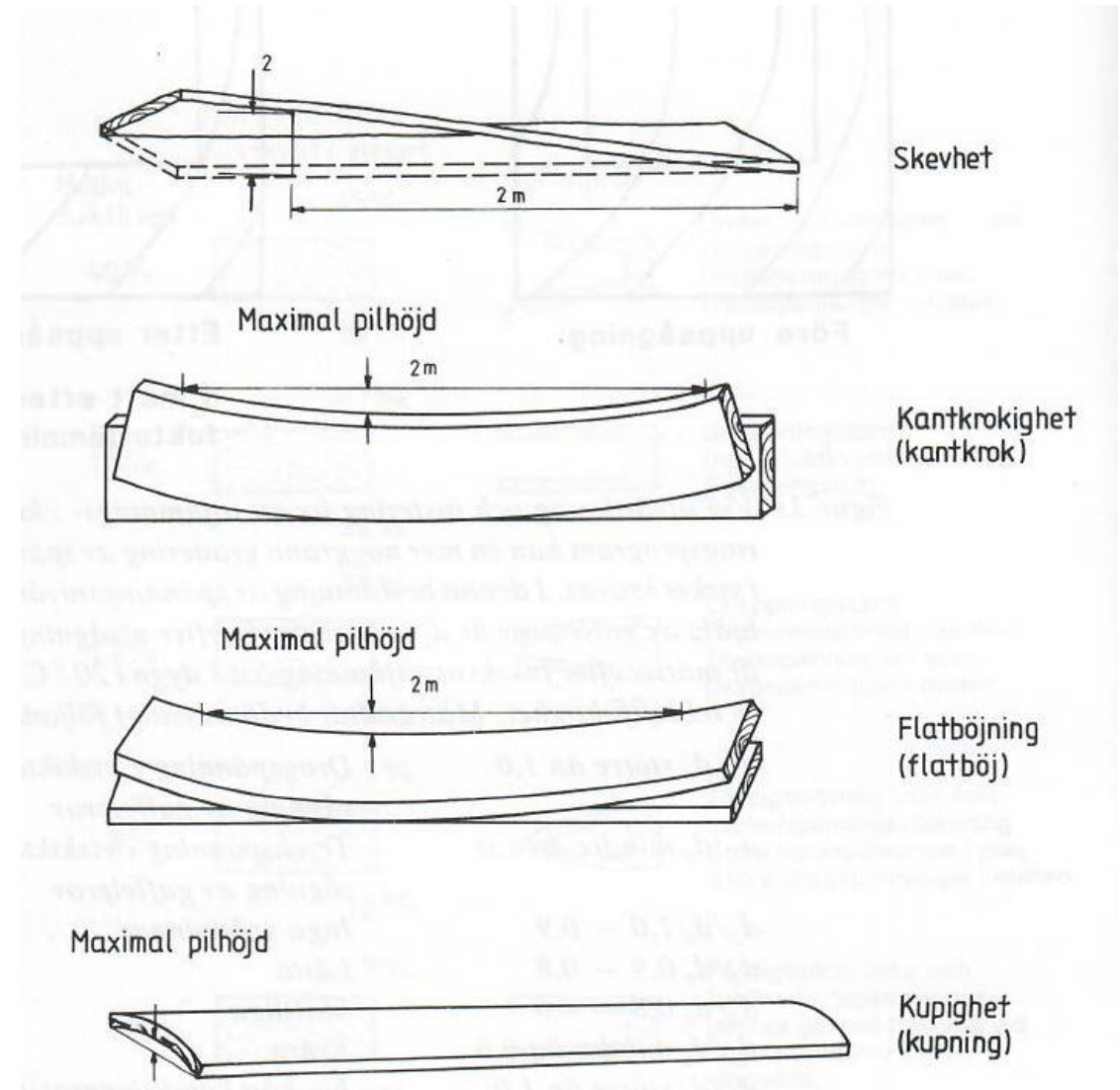
Från Esping Trätorkning 1a grunder i torkning



Från Esping Trätorkning 1a grunder i torkning

Deformationer definition och mätning

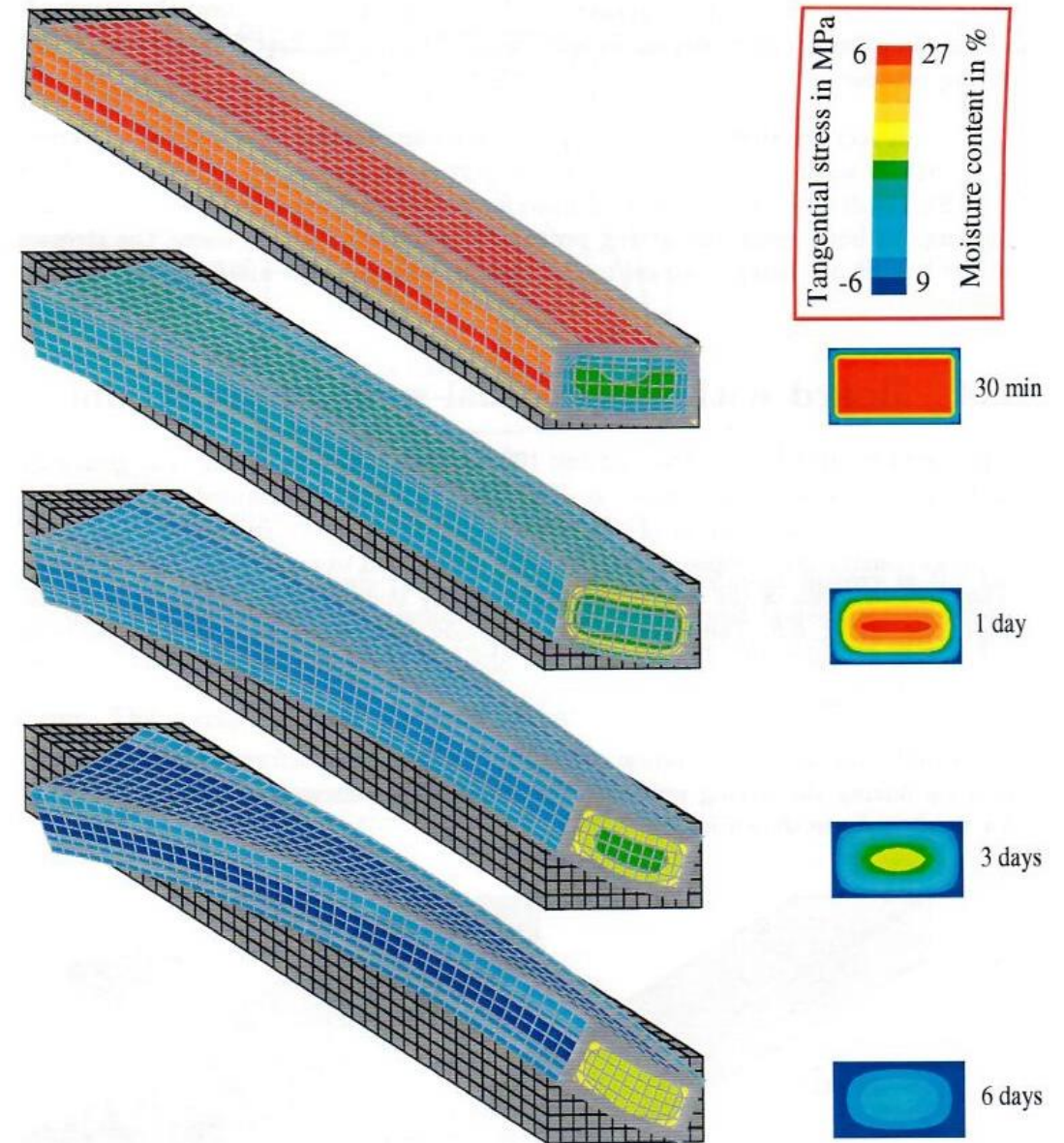
- Deformationer anges oftast per 2 m virkeslängd
- Deformationen större i torrare virke
- Skevhet
- Kantkrok
- Flatbøj
- Kupighet



Från Esping Trätorkning 2 torkningsfel - åtgärder

Skevhhet

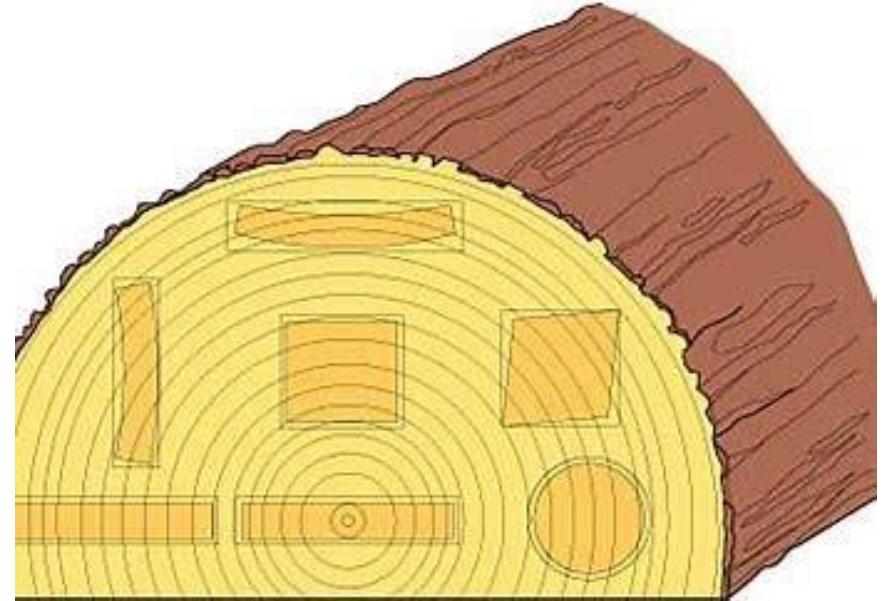
- Orsakas av virkets anatomi och postningen
 - spiralväxt och konicitet
 - plankans position i stocken
- Ökar med sjunkande fuktkvot
 - torka inte för mycket
- Kostnader i flera led
 - ökad torkningskostnad
 - störningar i produktionen
 - nedklassning och sänkt kvalitet
- Använd vikter på paketet



Från Ormarsson Numerical analysis of moisture – related distortions in sawn timber

Kupighet, kantkrok, flatböj

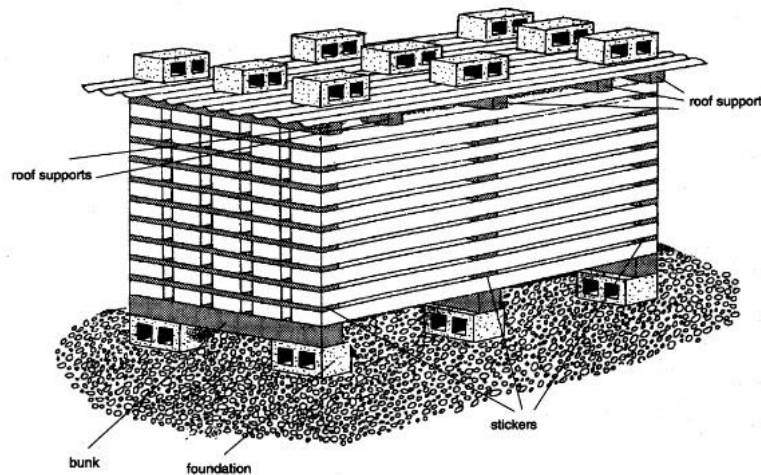
- Kupning orsakas av virkets anatomi
 - tangentiell krympning dubbelt så stor som radiell
 - mycket svårt att undvika
 - belastning har (kanske) lite effekt
- Ökar med lägre fuktkvot
 - linjärt samband med fuktkvoten
- Större förluster än man vill tro
 - 25 % hyvelspån pga kupning???
- Kantkrok orsakas av anatomin och postningen
 - icke centrerade plankor värst
 - ökar med lägre fuktkvot
 - svårt att minska med belastning
- Flatböj elimineras med rätt process
 - bra ströläggning
 - vikter
 - hög temperatur



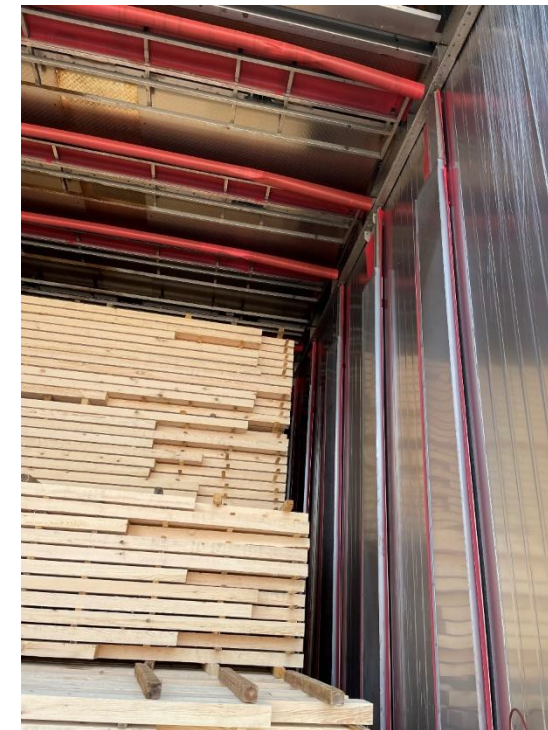
Från www.svenskttra.se/ trafakta

Belastning för att motverka deformationer

- Vikter och pressramar effektiva för att minska skevhet och flatböj
 - mindre effekt på kupning och kantböj
- Hur stora krafter behövs?
 - pressramar på sågverk trycker mellan 750 kg och 2000 kg per paket
 - motsvarar ca $80 \text{ kg} / \text{m}^2$ – $220 \text{ kg} / \text{m}^2$
- Kombinera med plåtar som minskar risk för ojämn torkning av övre skikten
 - 10 mm stålplåt väger omkring $80 \text{ kg} / \text{m}^2$ och ger positiv effekt
 - glöm inte torkström mellan virket och plåten
 - kombinerat regnskydd och belastning vid friluftstorkning
- Noggrann ströläggning avgörande



Från Reeb and Brown Air- and Shed-Drying Lumber



Tryckramar på JGA sågverk

Sprickor

- Sprickor som uppkommer i stocken
 - växtsprickor
 - fäll och apteringssprickor
 - torkning av ändarna
- Sprickor som uppkommer i virket
 - lagring innan torkning
 - uppvärmningsfasen
 - för hård torkning vid passage av fibermättnad
 - ojämnt luftflöde, sprickor utanför ström
 - mikrosprickor vid snabb kylning av virket



Sprickor i stocken

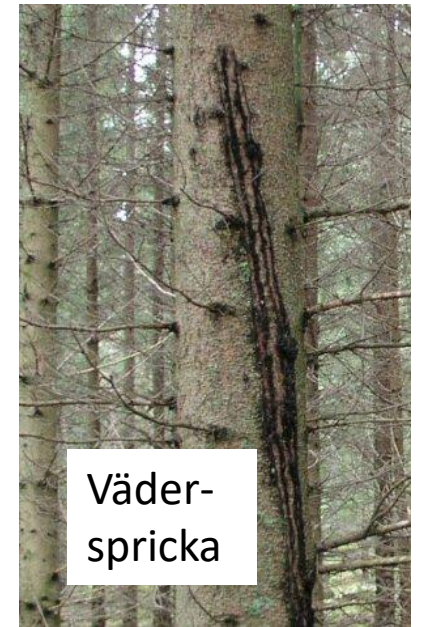
- Sprickor i trädet
 - ringsprickor
 - storm- och snöskador
 - växtspänningar i bok



Ringspricka



Stormskada



Väderspricka

- Fäll och apteringssprickor
 - stammen böjs och splittras vid kapningen
 - typiskt ungefär 1/3 nedifrån
 - oftare i klena stockar (!)
 - ofta svåra att se, upptäcks i snickeriet
 - försök kapa i "tyngdlöshet"



Apteringsspricka

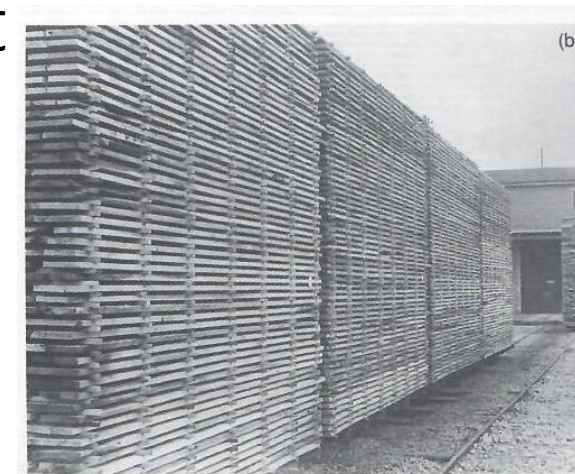
- Lagringssprickor
 - ändarna på timret torkat



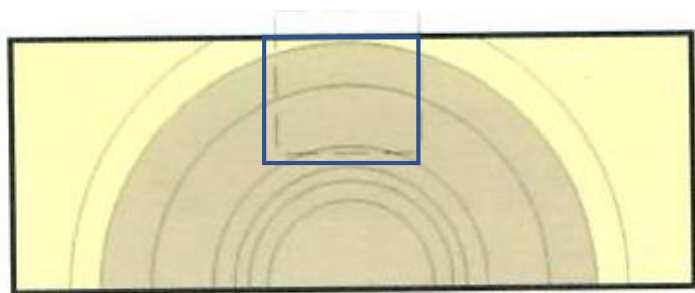
Lagrings- eller torksprickor

Sprickor som uppkommer i virket

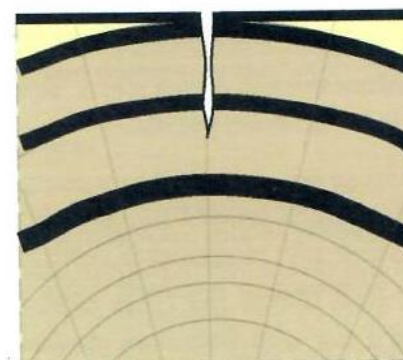
- Förtorkning utanför virkestorken
 - vanligaste orsaken
 - förödande för virkesvärdet
 - sker snabbt, kan uppstå på ett par timmar
 - snabbt in i tork, ej i sol och vind, bevattna...
- Torksprickor ofta likhetstecken med radiella sprickor i splintsidan



Från Simpson Dry kiln operator's manual



Från Morén Basics of wood drying



- Huvudorsaker
 - ytveden torkar snabbt och börjar krympa innan virket under
 - förvärras om kärnveden är synlig

Orsakerna till sprickbildning

- Grundorsakerna
 - olika krympning i olika riktningar
 - ytorna torkar och krymper innan de inre delarna
 - kallt virke kan inte töjas
 - ytor torkar extremt fort om virket tas ut i kyla
- Uppvärmningen
 - virket får inte torka innan det är varmt
- Passage fibermättnad
 - sänka torkkraften under den kritiska fasen
- Tömning av tork vintertid
 - extrem torkning av ytorna kan orsaka mikrosprickor



Torkschemata från Morén Basics of wood drying

Tack för uppmärksamheten

Björn Källander

WoodHolz Consult AB
Barrskogsgatan 21
784 68 Borlänge

bjorn.kallander@woodholz.se

+46 760 34 20 70

WoodHolz
Consult AB