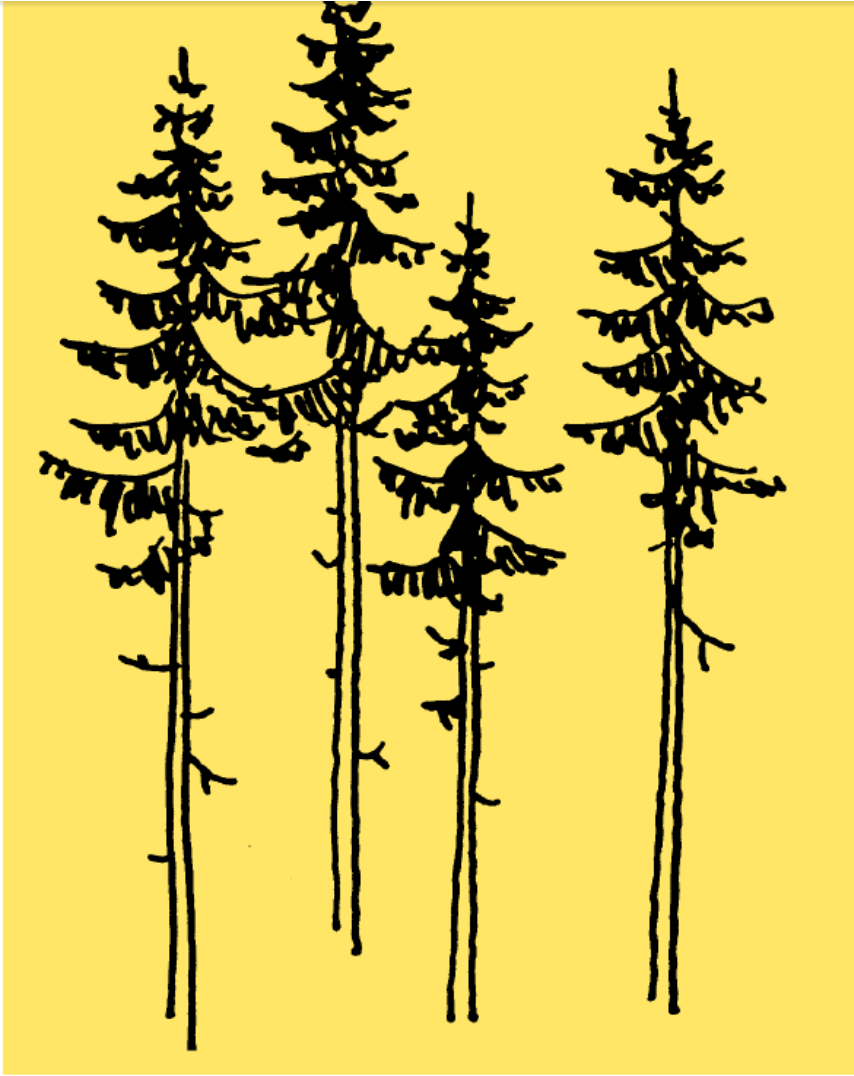


NTF 13. og 14. januar 2015

# Treteknologi

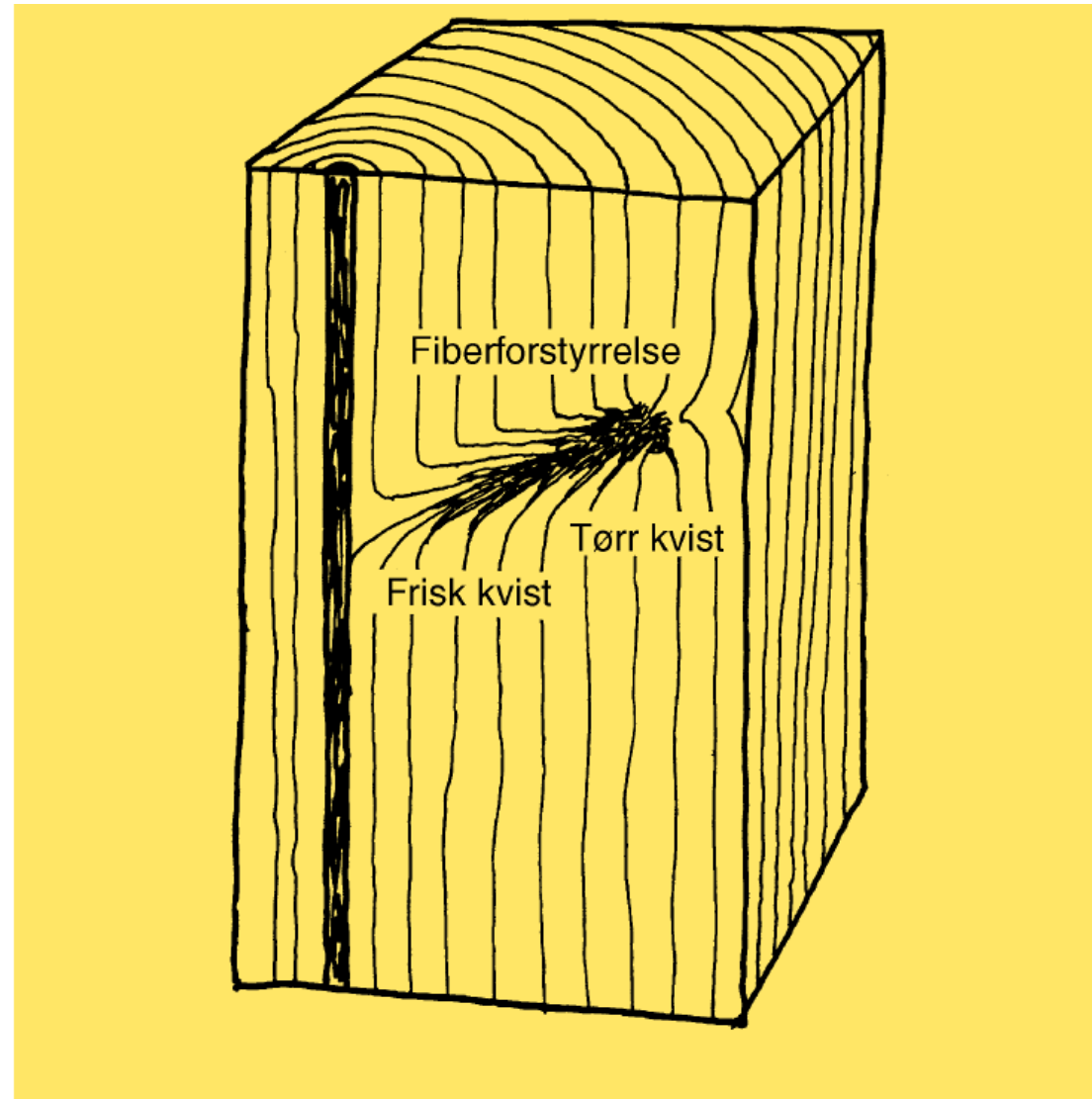
Arnold Sagen – Jatak AS



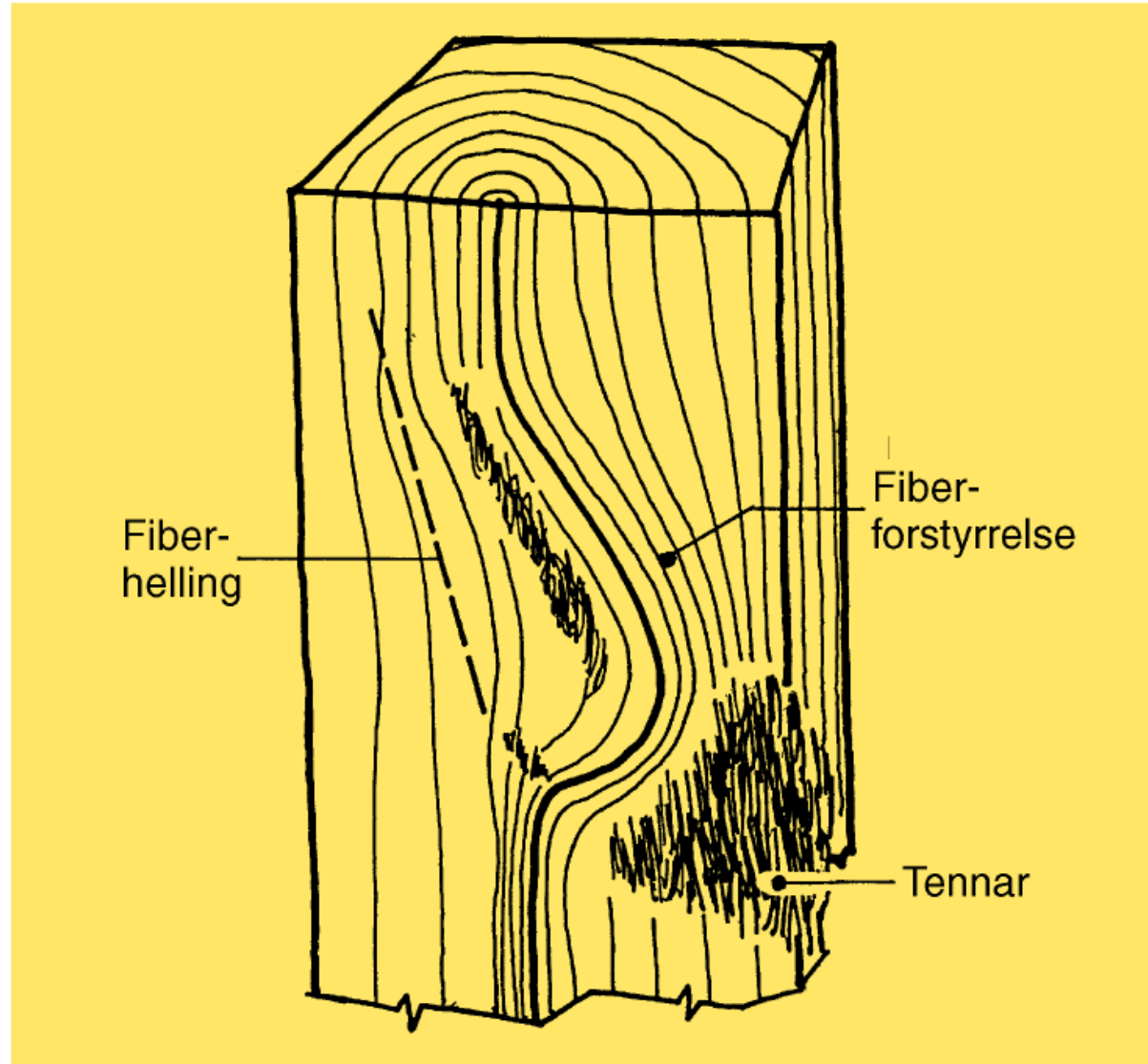
Figur 15.12 Tett skog gir lite lys, lite kvist og liten avsmalning.



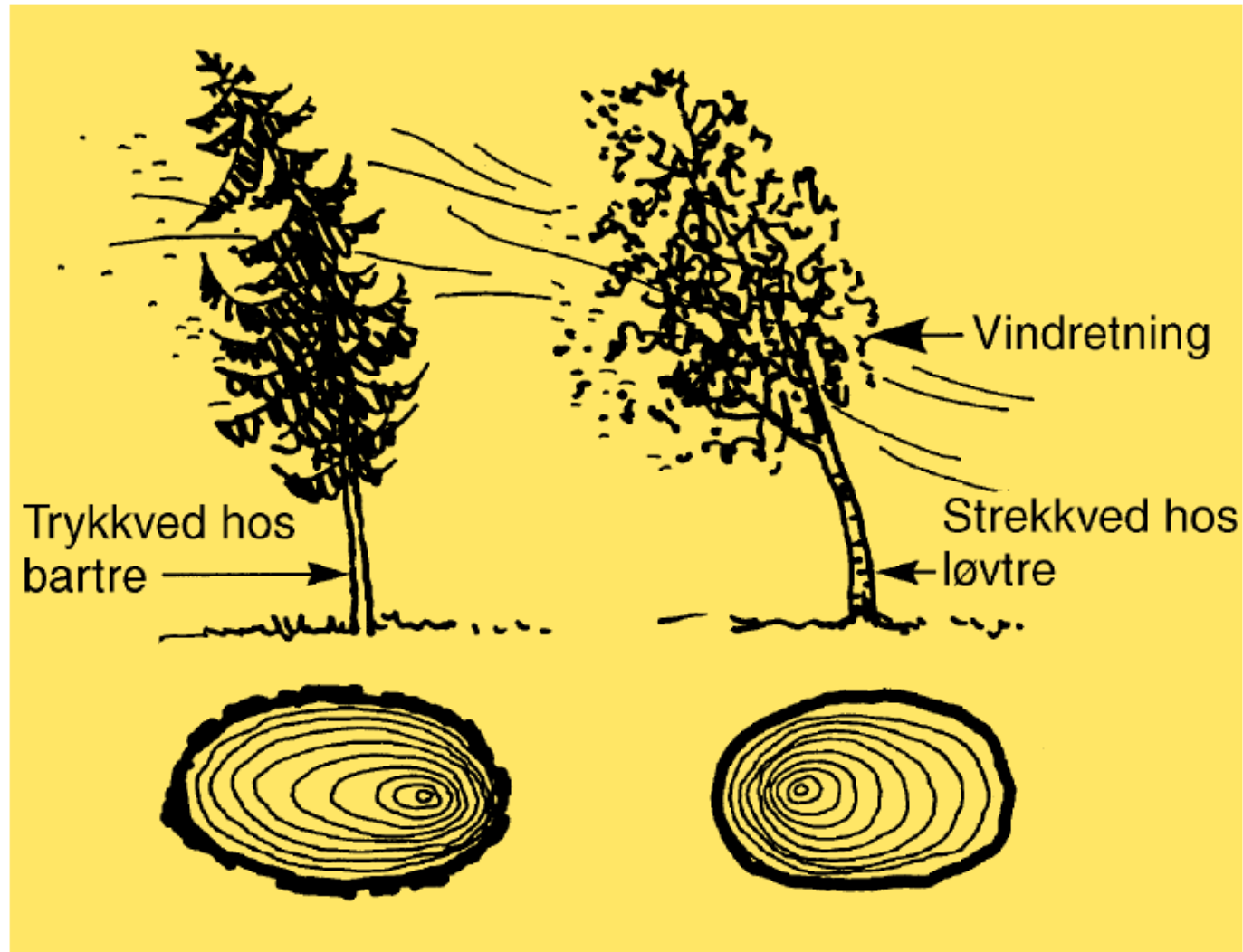
Figur 15.13 Glissen skog gir mye lys, mye kvist og stor avsmalning.



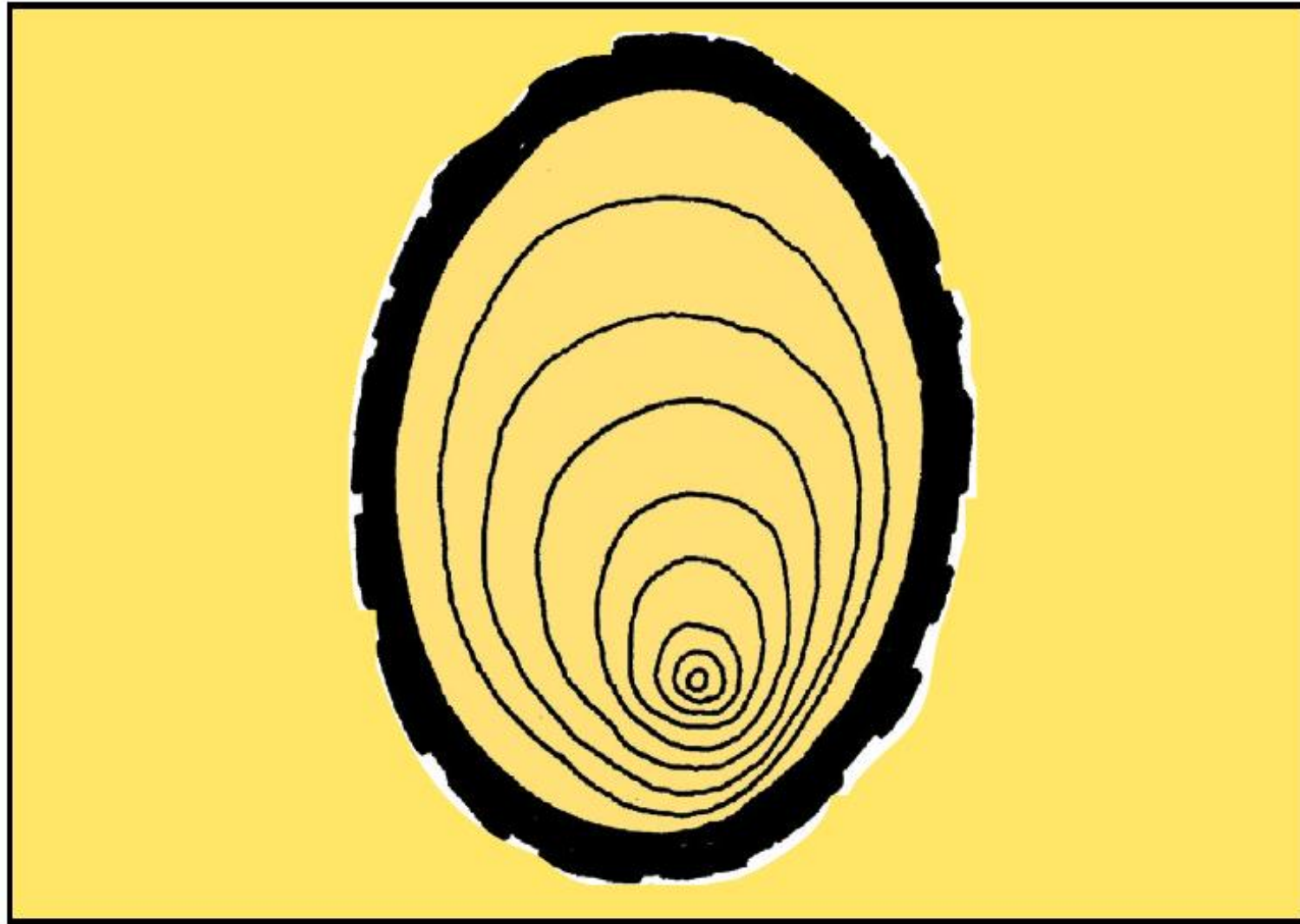
Figur 15.11 Kvistens innvirkning på vedstrukturen. Vi ser at kvistveden går omtrent på tvers av lengderetningen.



Figur 15.14 Et toppbrudd har store konsekvenser for treets egenskaper og kvalitet.

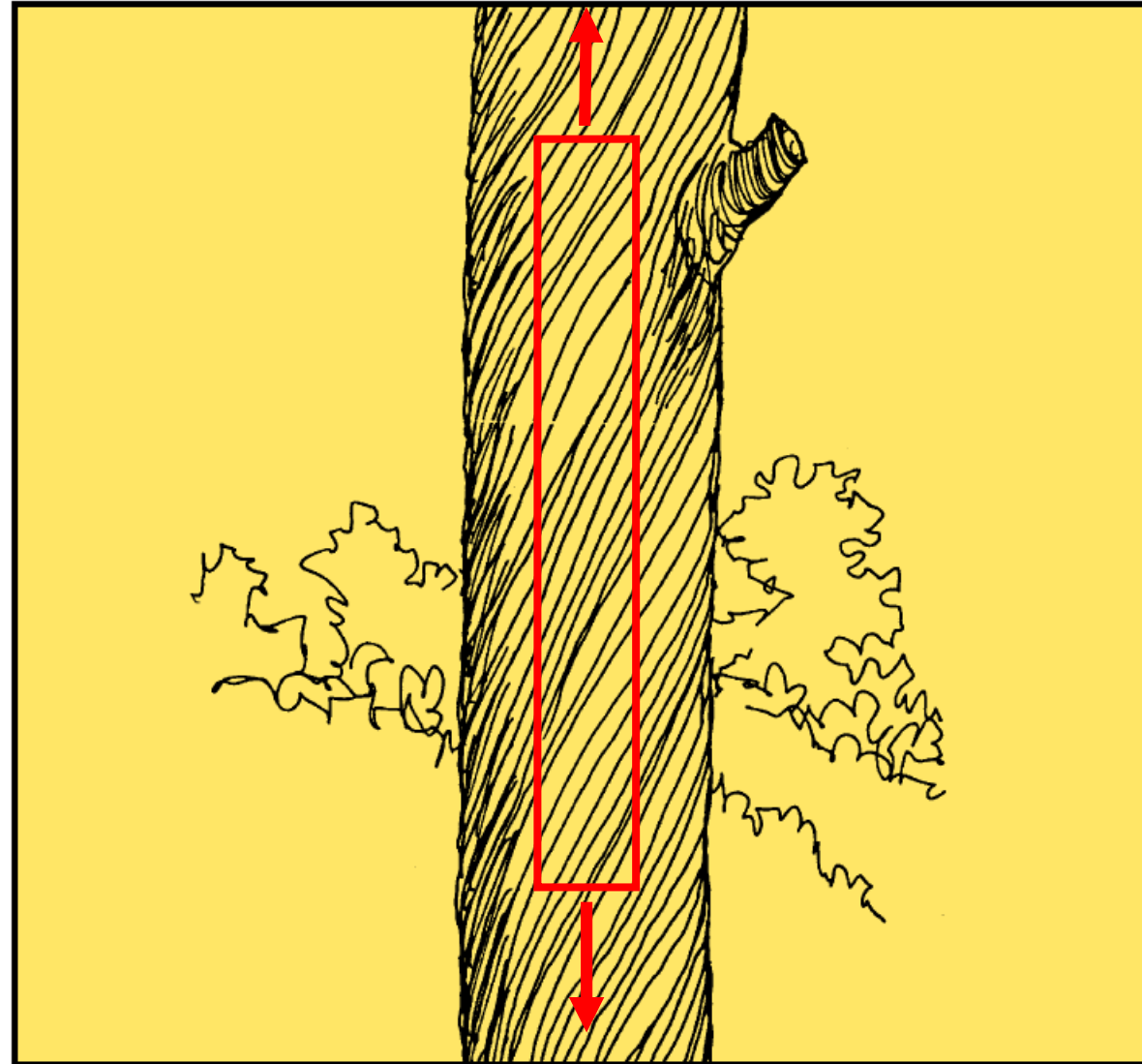


Figur 15.15 Reaksjonsved dannes ved ensidig vindpåvirkning, eller når treet står i en bratt li.

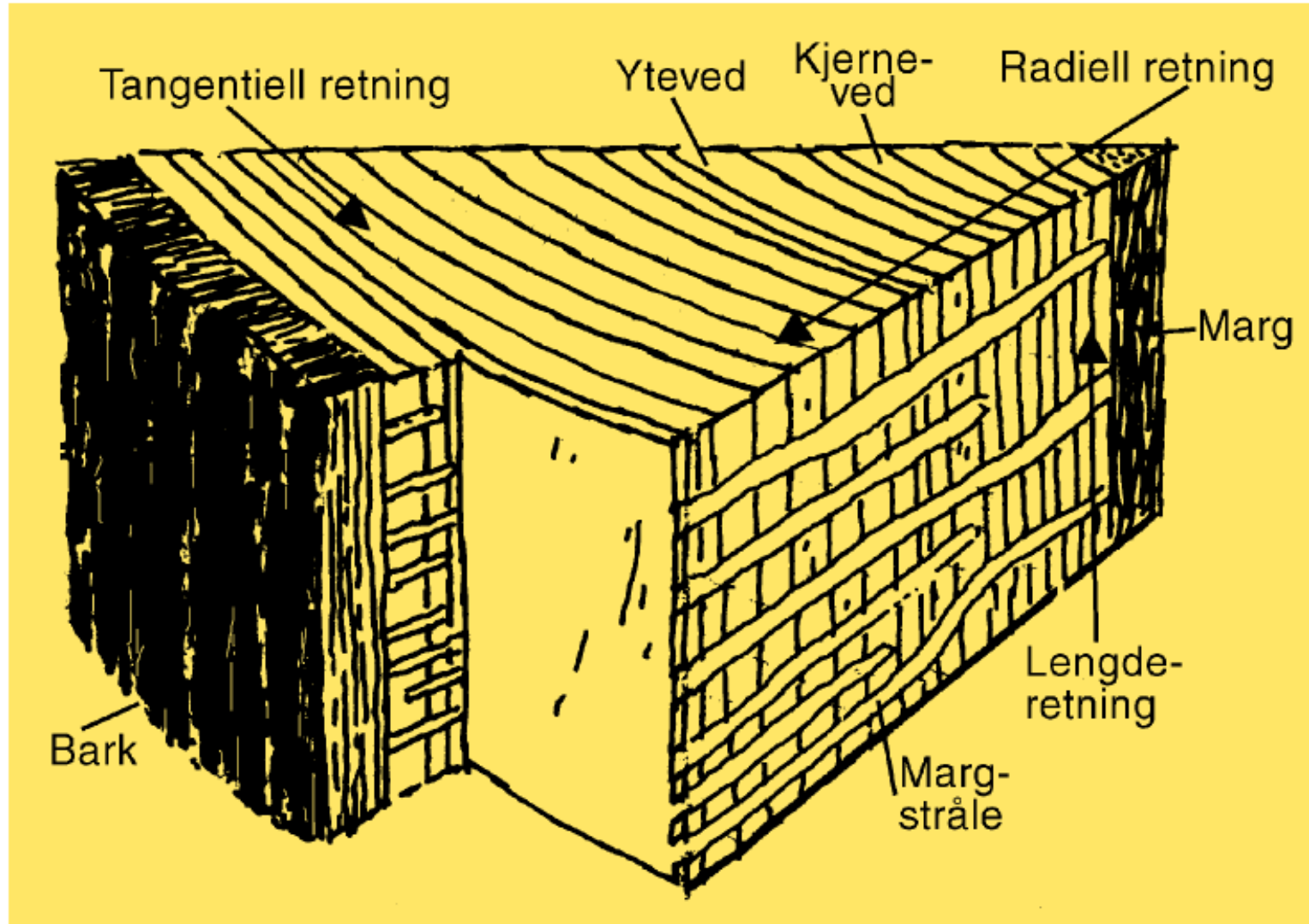


Figur 15.16 Eksentrisk stammetsversnitt.

Vridd vekst gir fiberhelning  
og er særlig ugunstig ved  
strekkbelastning

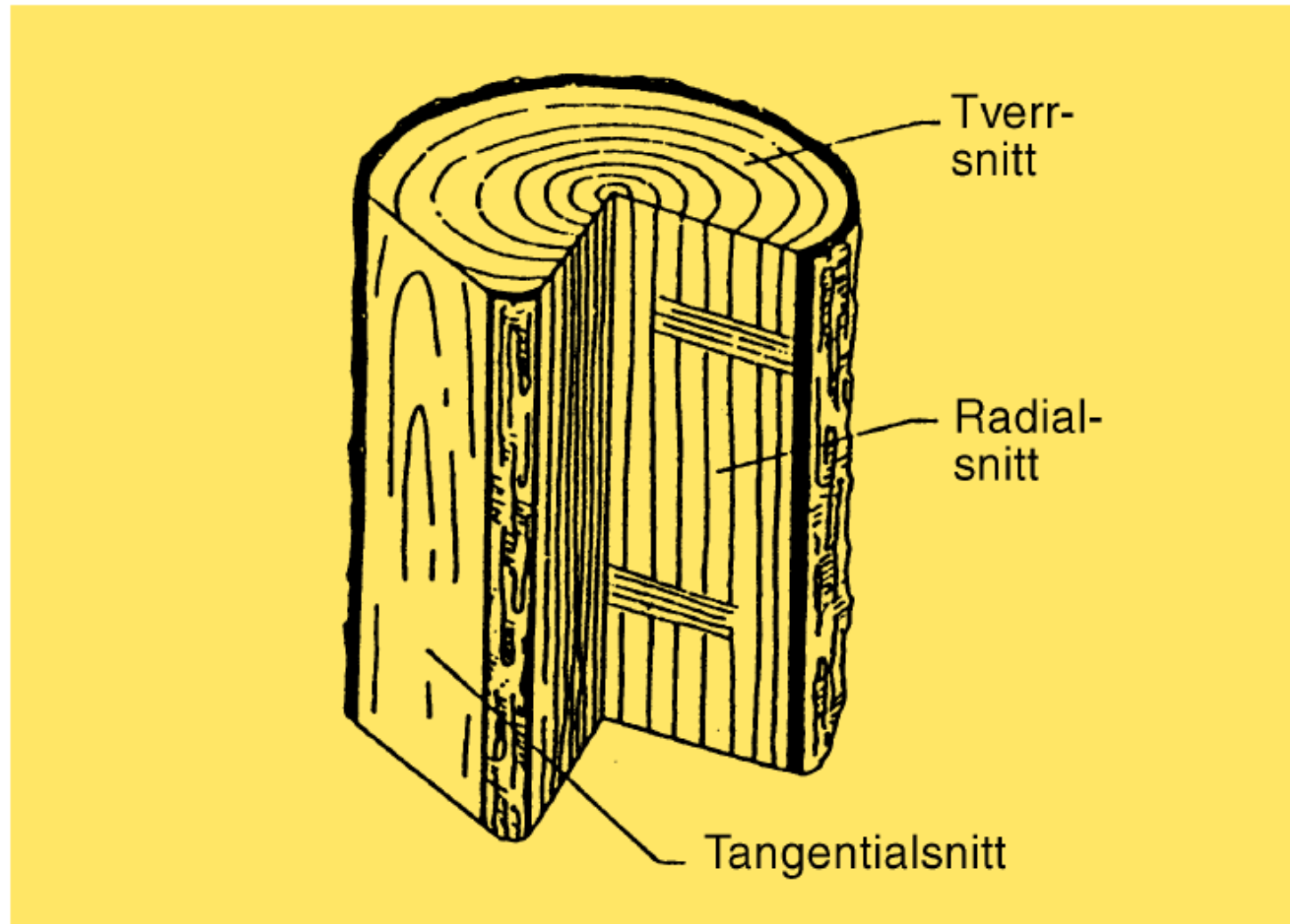


Figur 15.17 Vridd vekst, slik det ser ut på et gammelt, dødt tre.

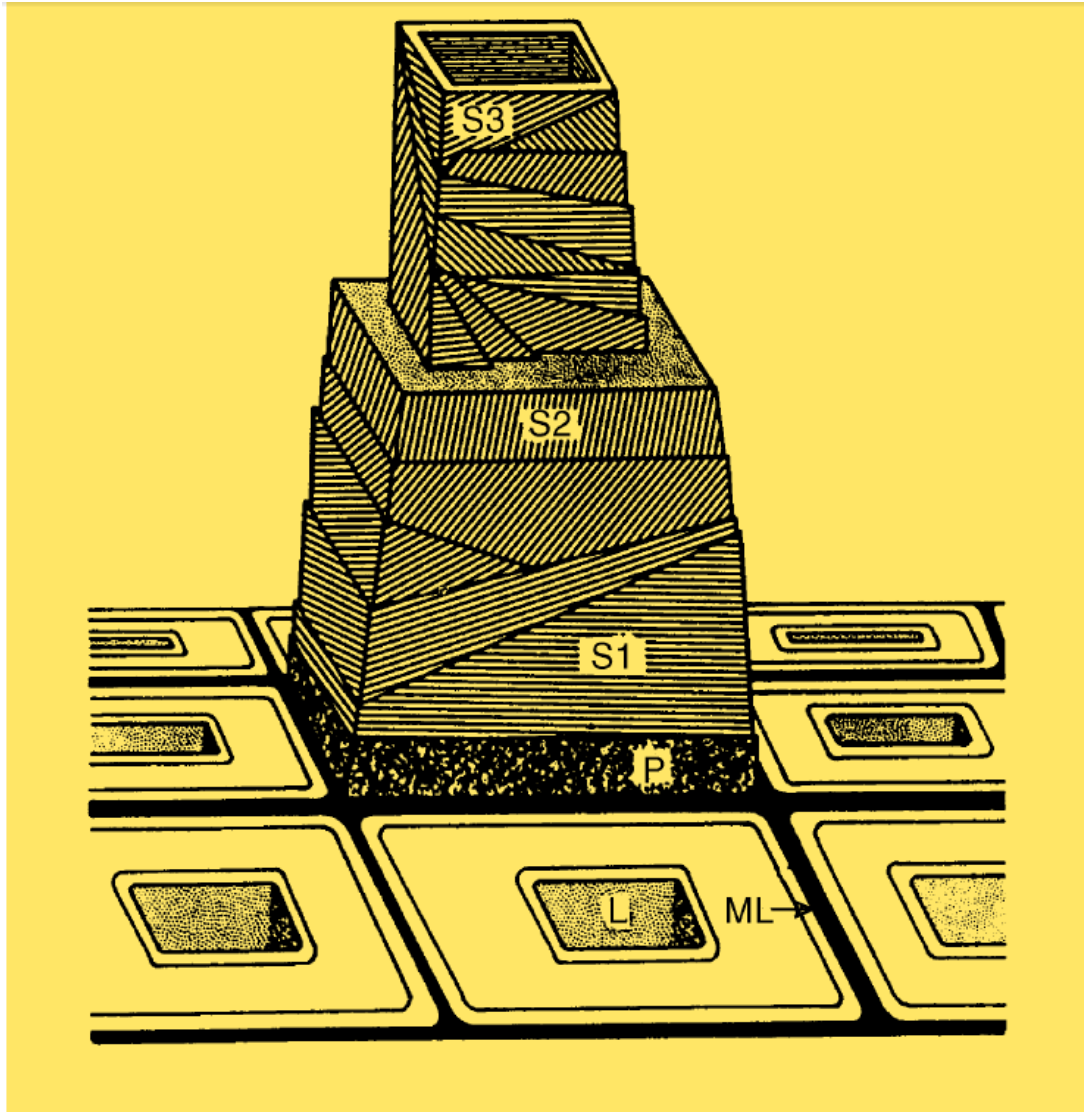


Figur 15.3 De forskjellige retninger og detaljer vi kan se i trevirket (kilde: Trækunnskap, Saarman).

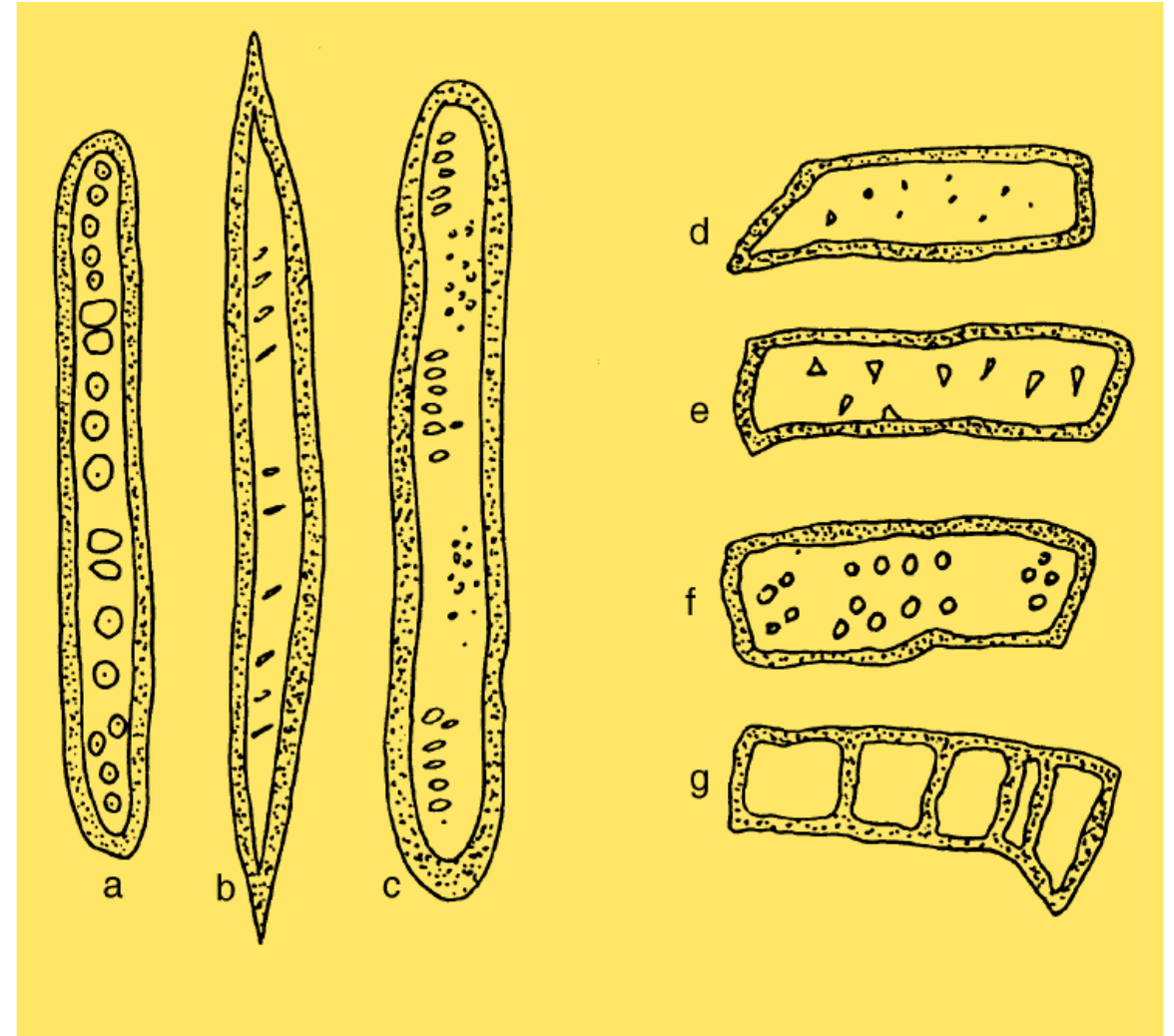




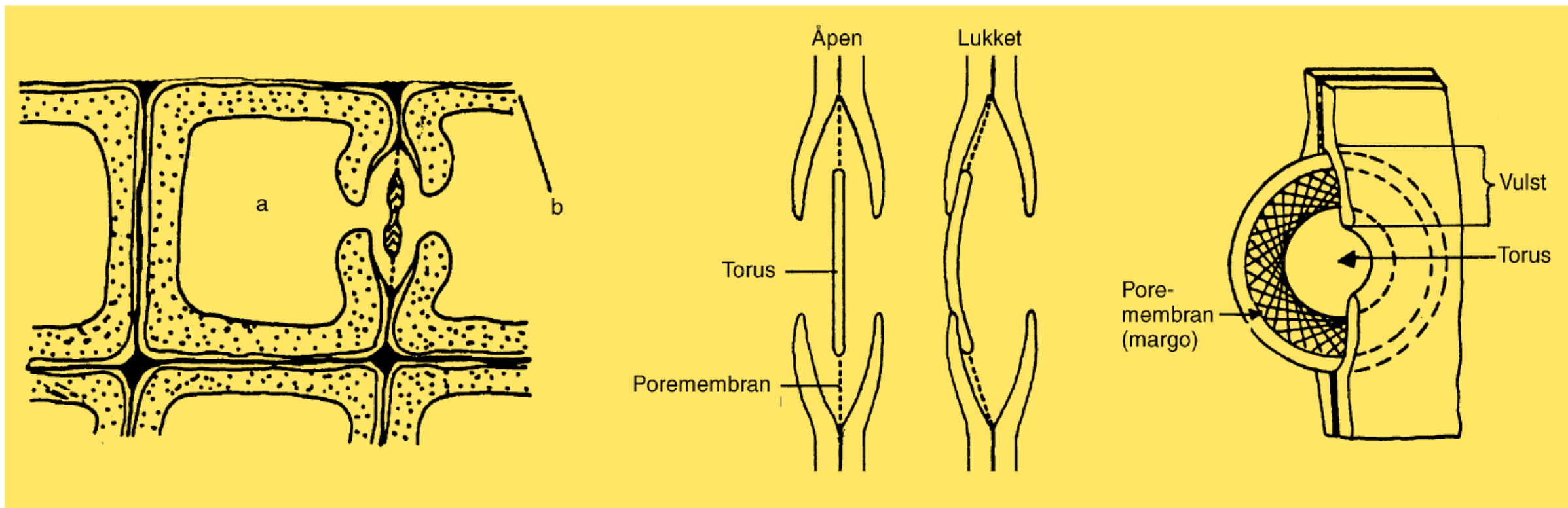
Figur 15.4 Tverrsnitt, tangentialsnitt og radialsnitt i en trestamme.



Figur 15.5 Skisse over treets mikrostruktur – sterkt forstørret: ML = midtlamell, P = primærvegg. S1, S2 og S3 er lagene i sekundærvæggen. L = cellelumen (kilde: STEP).



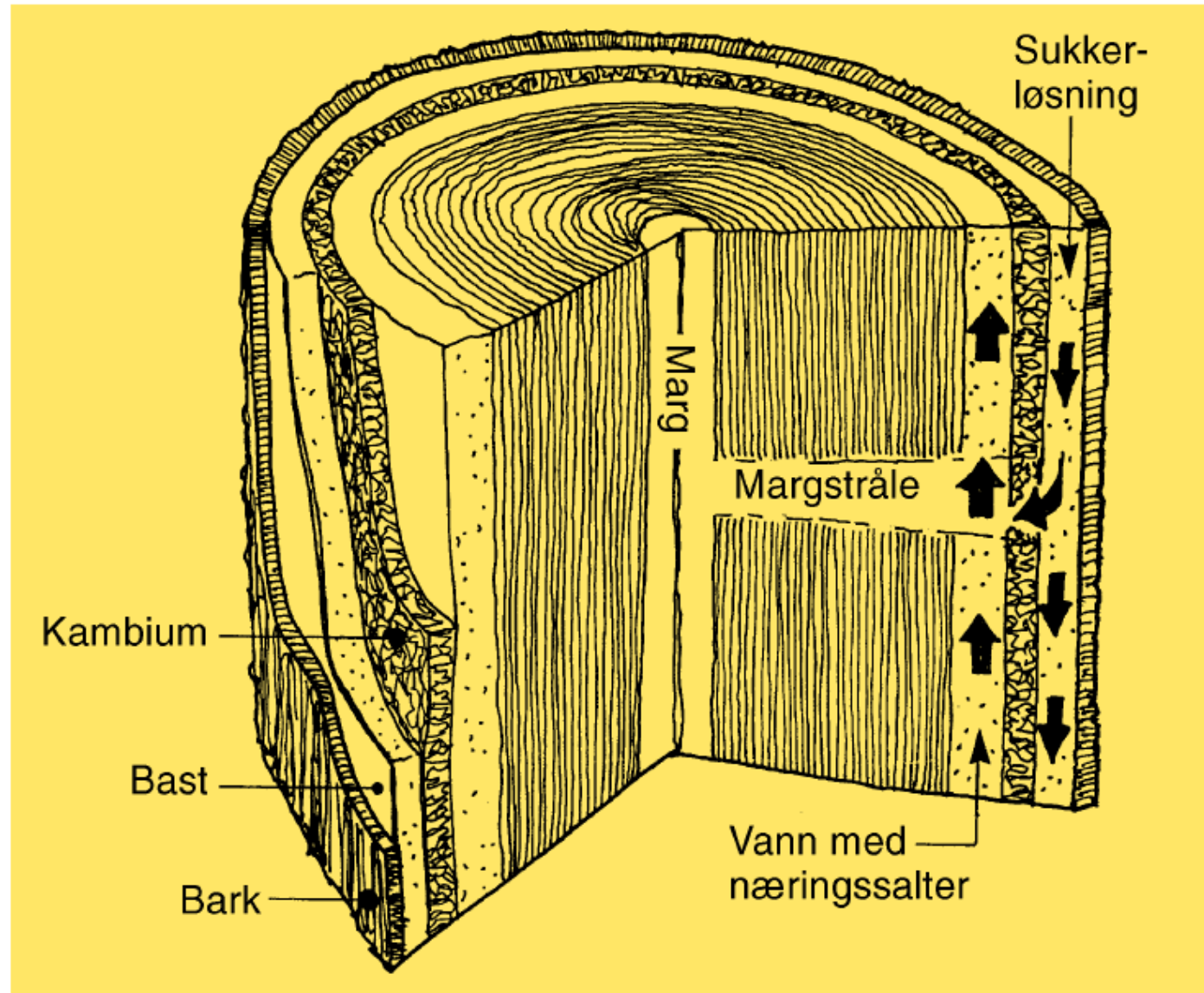
Figur 15.6 Forskjellige typer av celler som opptrer i trestrukturen: a = furu vårved, b = furu sommerved, c = gran vårved, d og e = margstråletrakeider, gran respektive furu, f og g = parenkym, gran respektive furu.



Figur 15.7 Linseporens plassering mellom to trakeider. a = tverrsnitt av en trakeide, b = tilgrensende cellevegger.

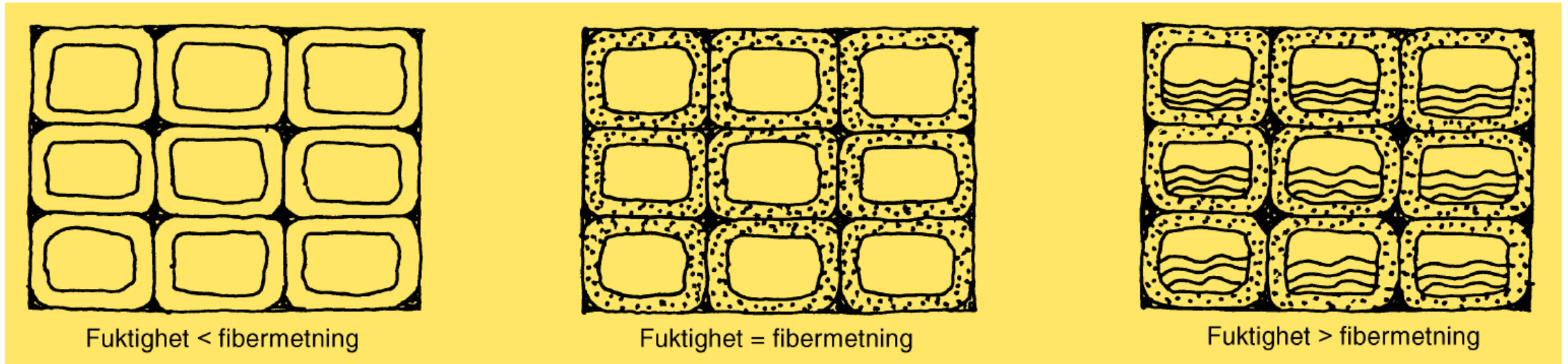
Figur 15.8 Forenklet skisse av en linsepore i åpen og lukket tilstand.

Figur 15.9 Skjematisk fremstilling av linsepore med vulst, torus og poremembran (margo).

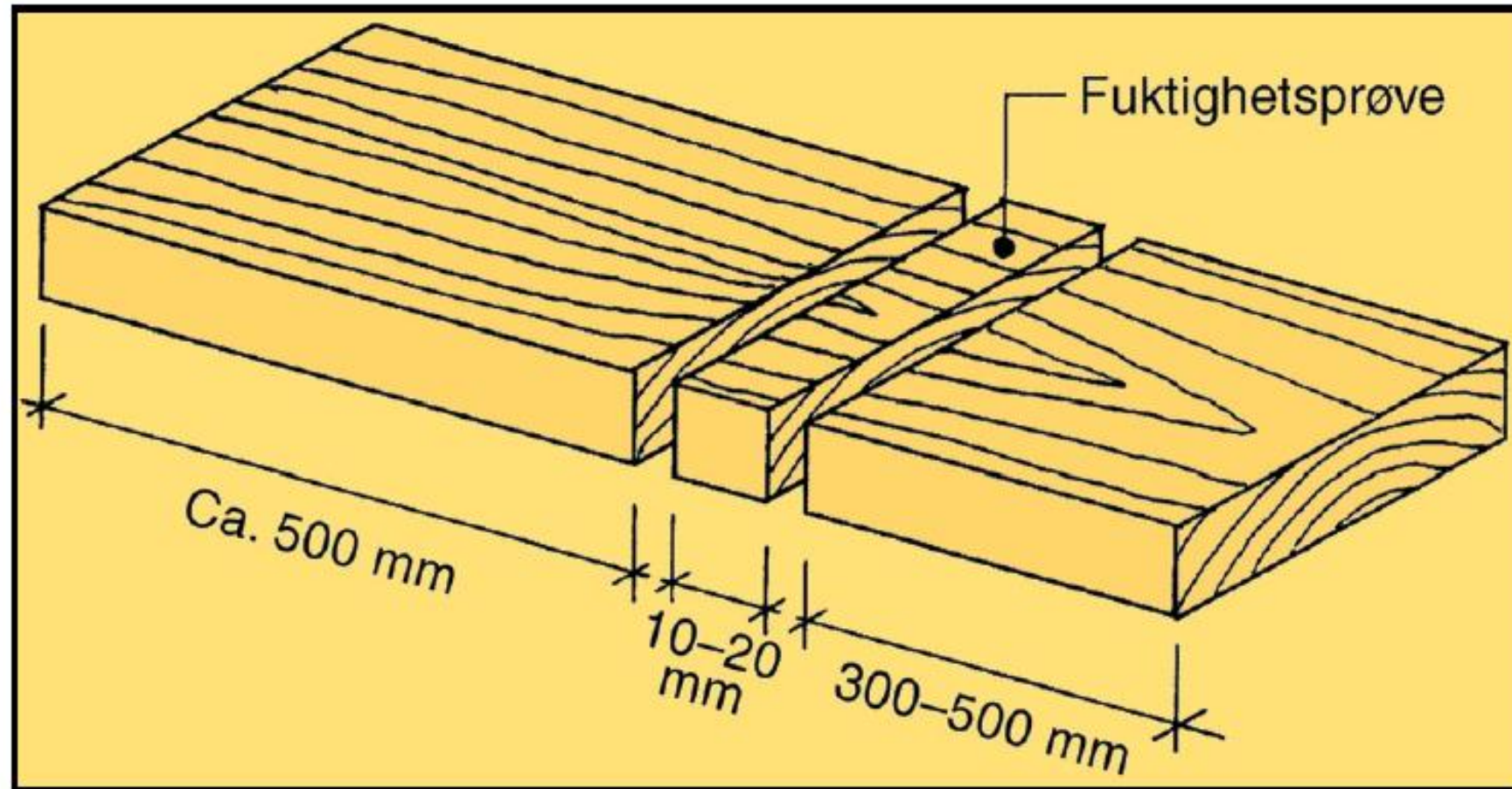


Figur 15.10 Væsketransport i treet.

Fibermetningspunktet for gran og furu ligger rundt 30 % trefuktighet!



Figur 15.18 Skjematisk fremstilling av vedceller ved forskjellig fuktighet.



Figur 15.20 Uttak av prøver til tørke- og veiemetoden.

Trevirkets fuktighetsinnhold er definert som massen av vann ( $m_W$ ) i forhold til massen av helt tørt trevirke ( $m_0$ ). Tørt trevirke får vi ved å tørke det i ovn ved en temperatur på  $103 \pm 2$  °C inntil vekten er konstant.

$$\omega = \frac{m_W}{m_0} \cdot 100 = \frac{m_\omega - m_0}{m_0} \cdot 100$$

$\omega$  = trefuktigheten i %

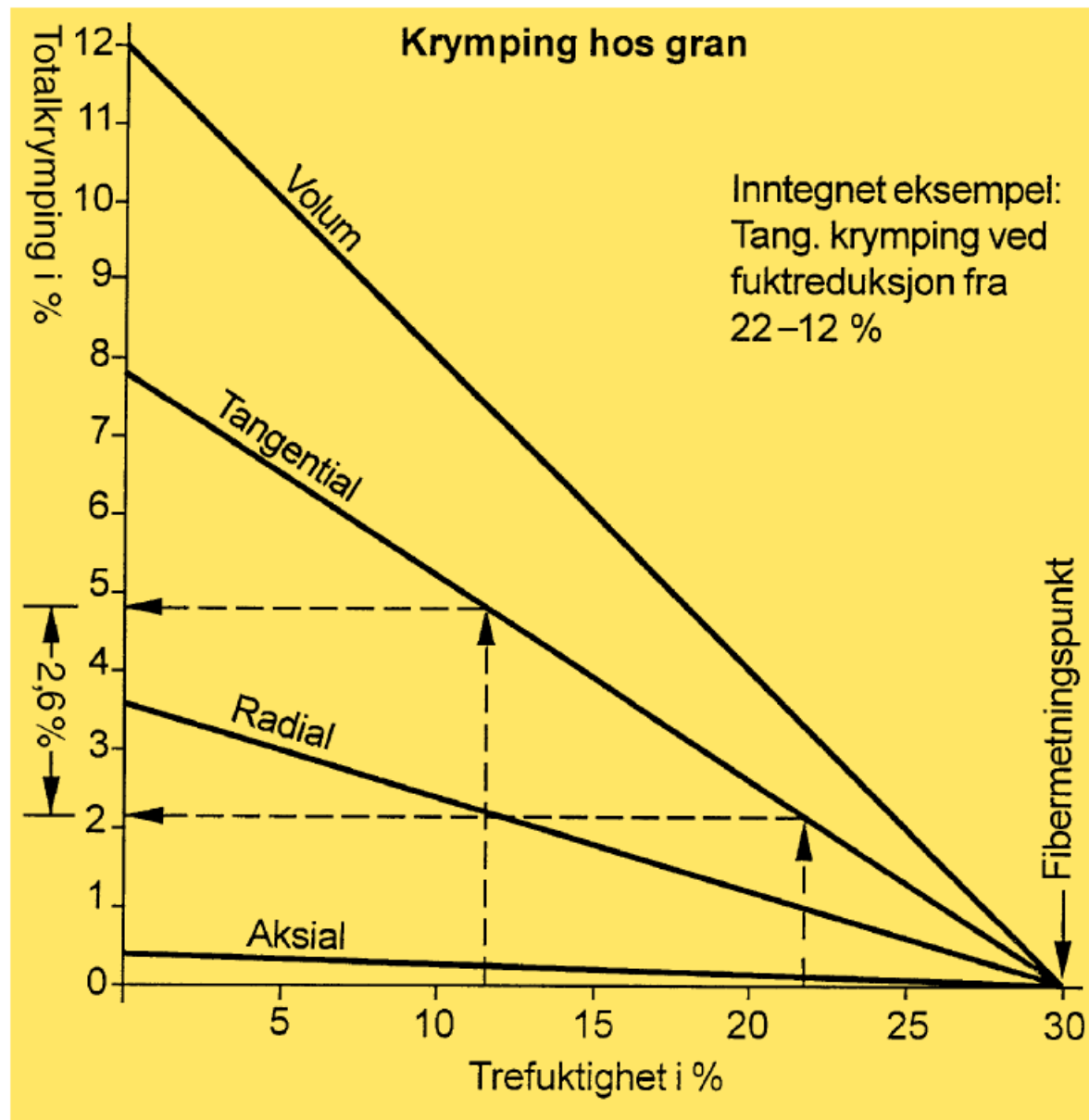
$m_\omega$  = massen av rått trevirke

Eksempel:

$m_\omega$  (massen av rått trevirke) = 43,7 g,  $m_0$  (tørrmassen) = 38,0 g

$$\omega = \frac{m_W}{m_0} \cdot 100 = \frac{m_\omega - m_0}{m_0} \cdot 100 =$$

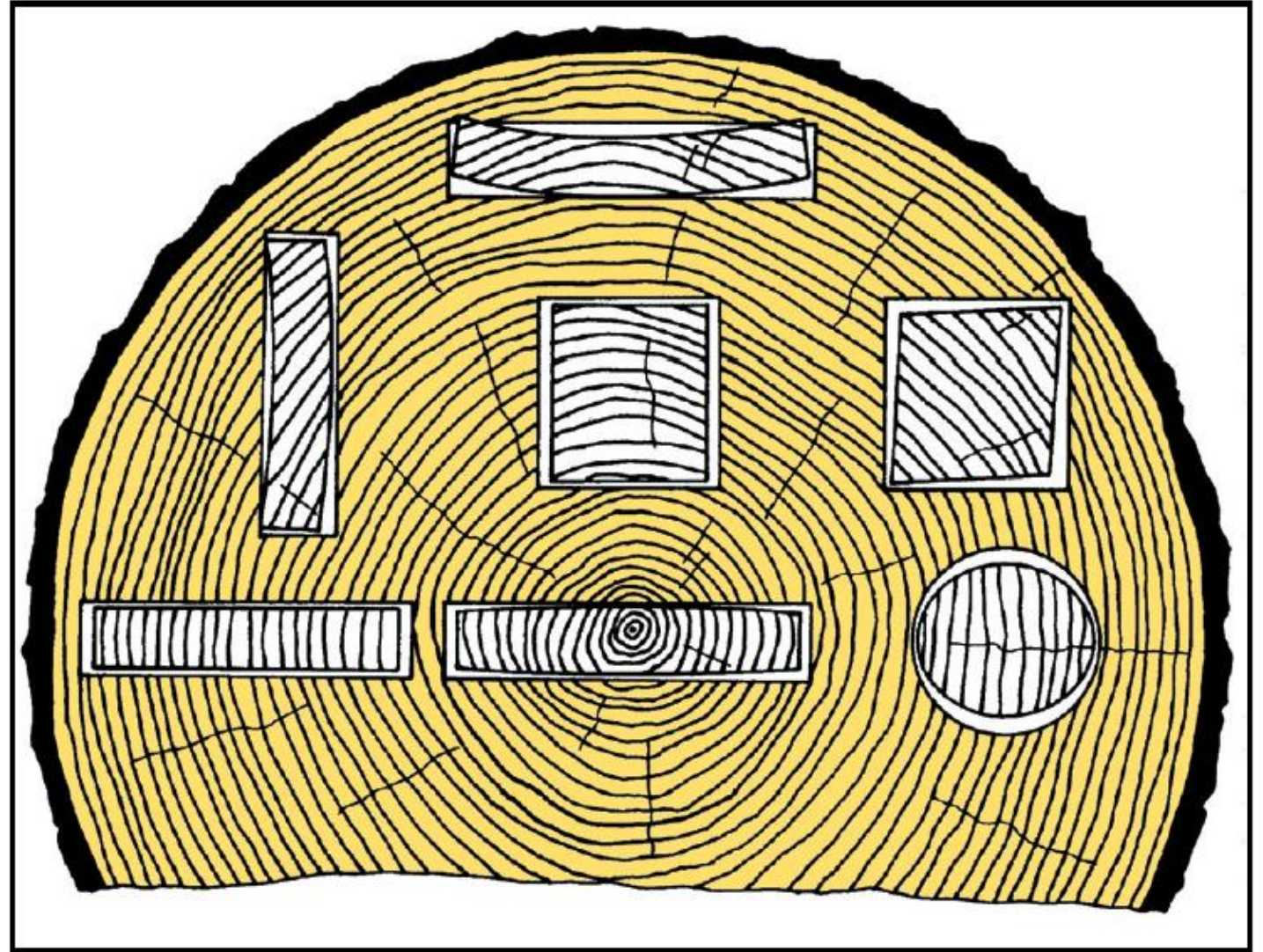
$$\frac{43,7 - 38,0}{38,0} \cdot 100 = 15,0 \% \text{ trefuktighet}$$



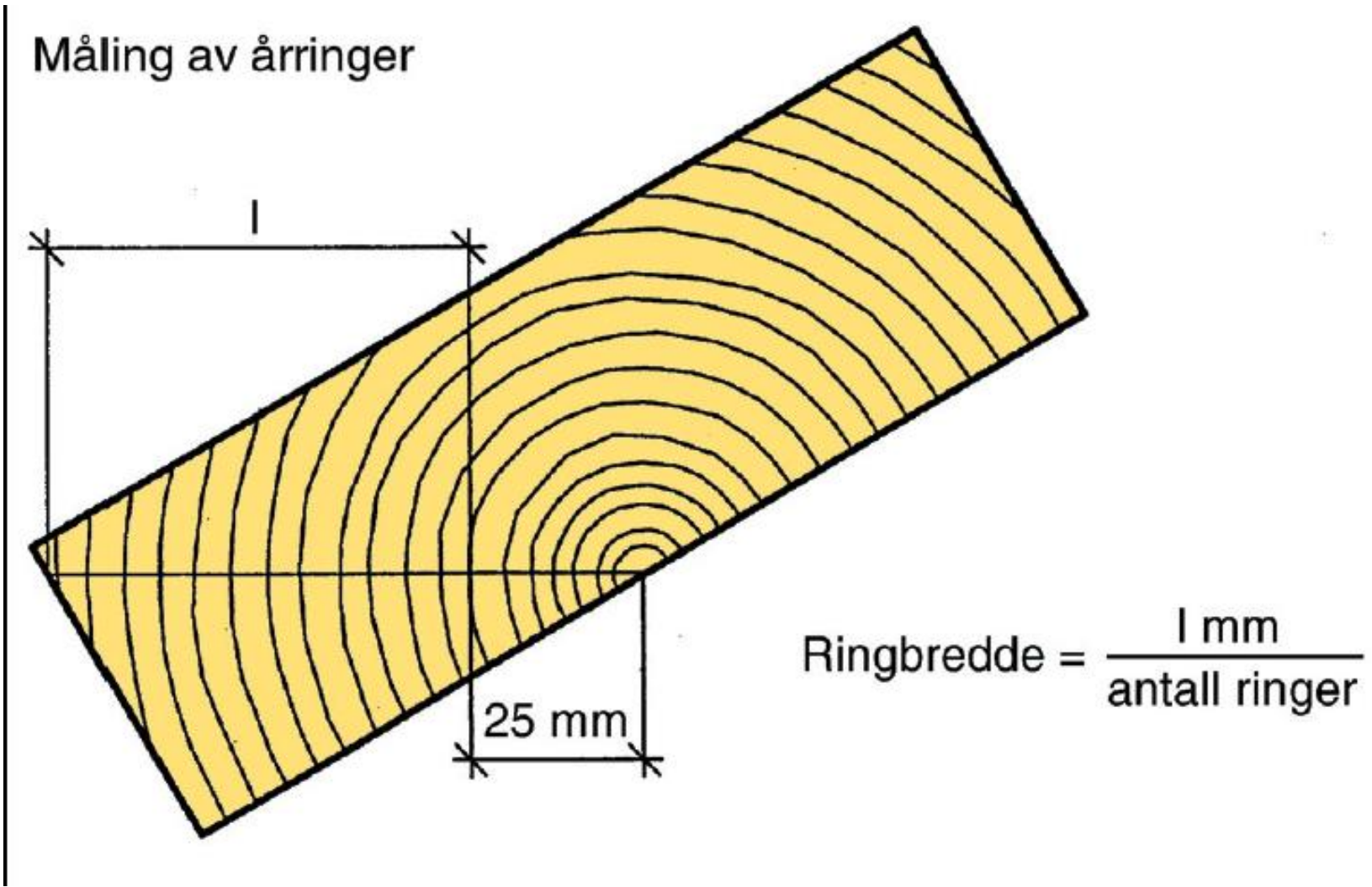
Figur 15.21 Krymping og svelling i de tre retningene.



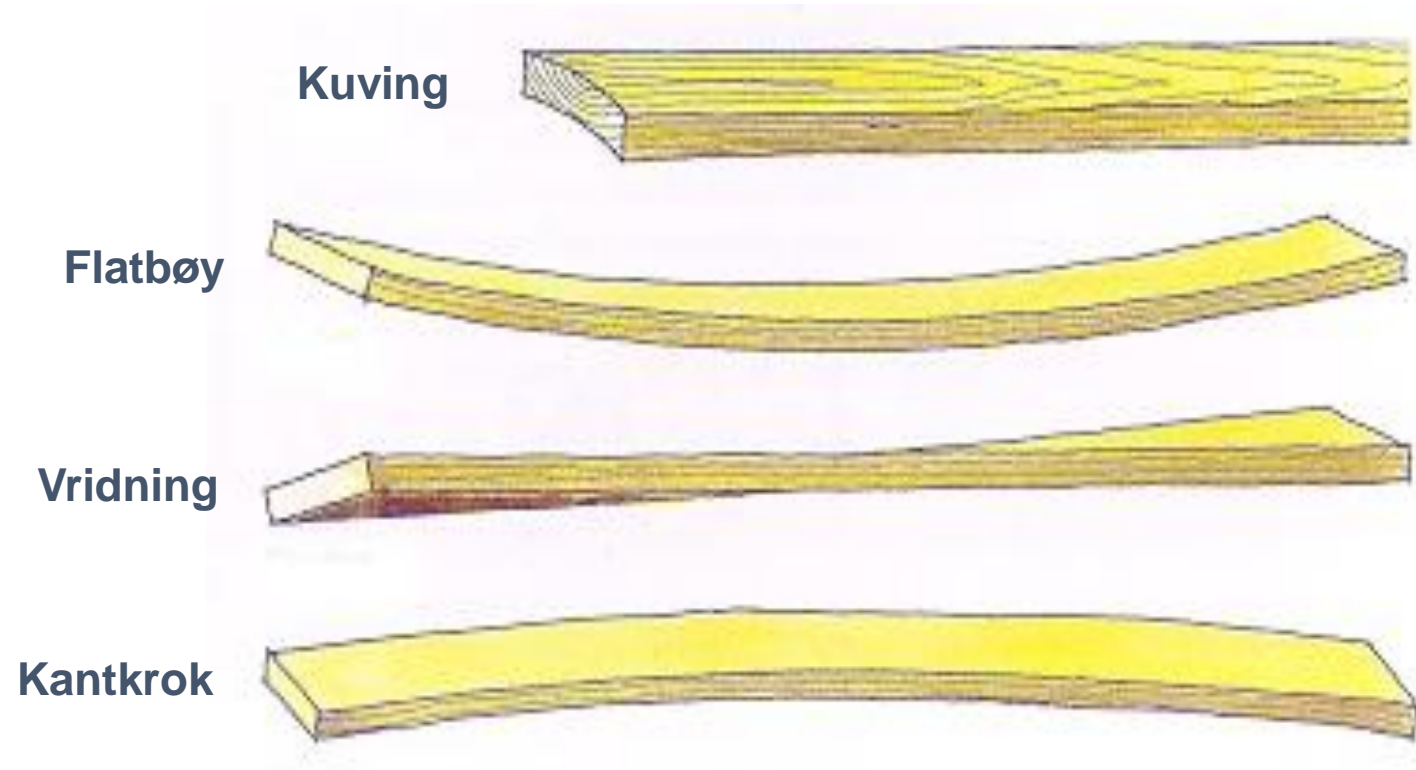
Derfor får vi formendring  
når trevirket tørker!

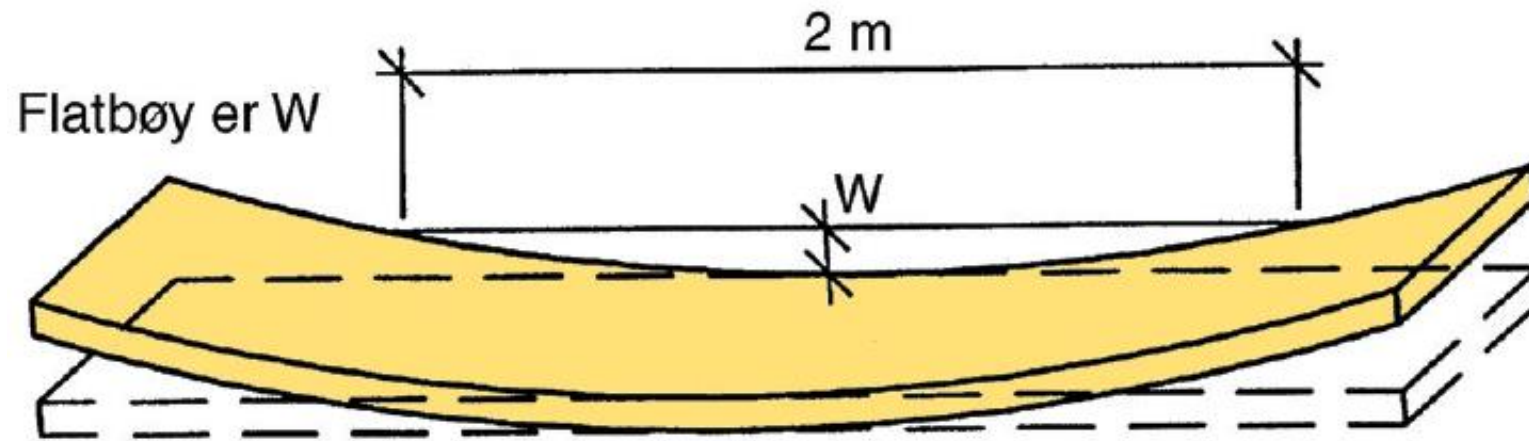


Figur 15.22 Formendringer i forskellige deler af tvær-  
snittet når trevirket tørker.

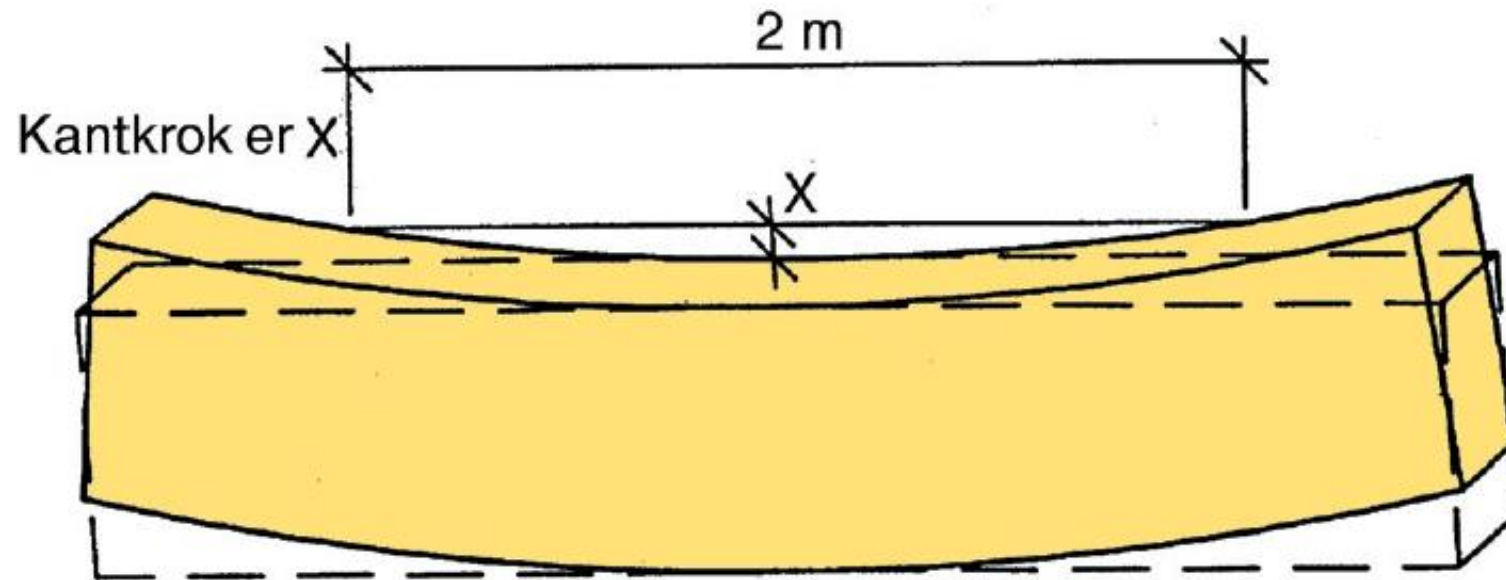


# Deformasjoner





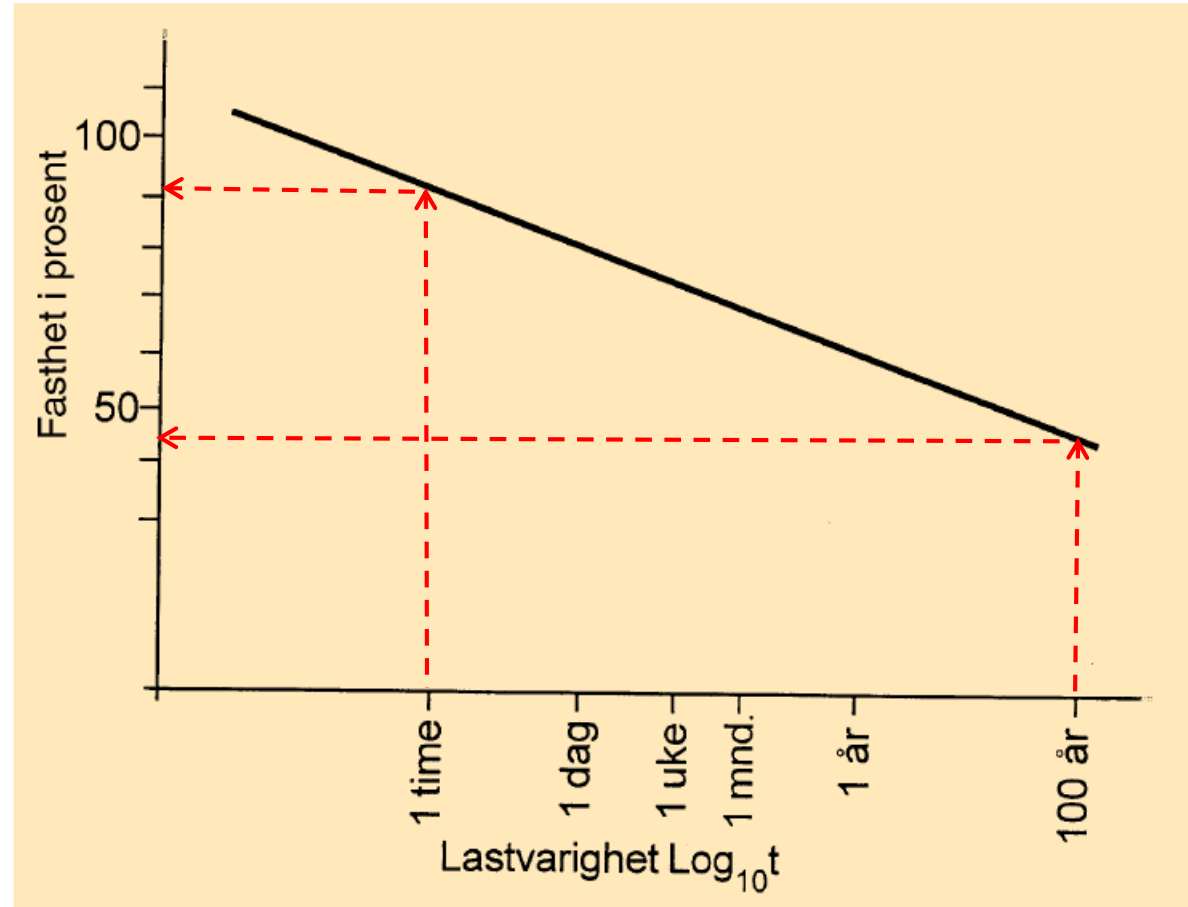
Måling av flatbøy, kantkrok og vindskjevhet



Egenskap	Enhet	Symbol	Endring (%)
Trykkfasthet i fiberretningen	N/mm <sup>2</sup>	$f_{c,0,k}$	5
Trykkfasthet normalt på fibrene	N/mm <sup>2</sup>	$f_{c,90,k}$	5
Bøyefasthet i fiberretningen	N/mm <sup>2</sup>	$f_{m,0,k}$	4
Strekfasthet i fiberretningen	N/mm <sup>2</sup>	$f_{t,0,k}$	2,5
Skjærfasthet i fiberretningen	N/mm <sup>2</sup>	$f_{v,0,k}$	3
Elastisitetsmodul i fiberretningen	N/mm <sup>2</sup>	$E_0$	1,5

Figur 15.24 Omtrentlig endring i fasthetsegenskapene per prosent endring i trefuktighet for feilfritt trevirke (kilde: STEP).

Dette er grunnlaget for  $k_{Mod}$   
– reduksjonsfaktor for  
lastvarighet og klimaklasse



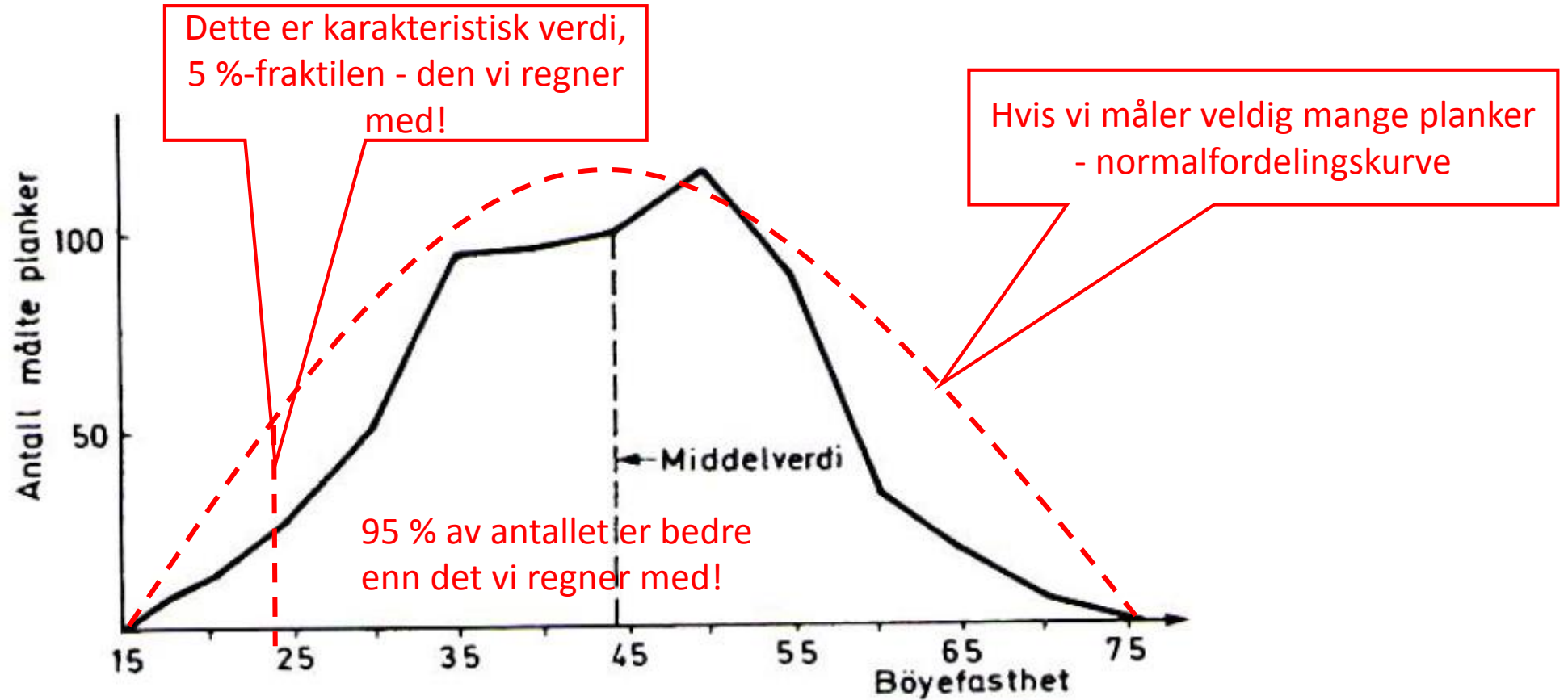
Figur 15.25 Madison-kurven som viser fasthetsreduksjonen for feilfritt trevirke over tid.

### 15.14.1 Visuell styrkesortering

Visuell styrkesortering har i stor grad vært utført ved å ta hensyn til de egenskaper som har betydning for styrken, for eksempel årringsbredde, kvist, fiberhelning osv. Nøyaktigheten ved visuell sortering har derfor sine klare grenser, men som regel vil styrkeverdiene ligge på den sikre siden.

Sorteringsparameter	Forklaringskoeffisient		
	$f_m$	$f_{t,0}$	$f_{c,0}$
Kvist	0,5	0,6	0,4
Fiberhelning	0,2	0,2	0,1
Densitet	0,5	0,5	0,6
Årringsbredde	0,4	0,5	0,5
Kvist + årringsbredde	0,5	0,6	0,5
Kvist + densitet	0,7-0,8	0,7-0,8	0,7-0,8
E-modul	0,7-0,8	0,7-0,8	0,7-0,8
E-modul + densitet	0,7-0,8	0,7-0,8	0,7-0,8
E-modul + kvist	> 0,8	> 0,8	> 0,8

Figur 15.26 Forklaringskoeffisienter for ulike sorteringsparametere (kilde: STEP).



*Fordeling av bøyefasthet for norsk gran i dimensjon 75 mm x 200 mm.*



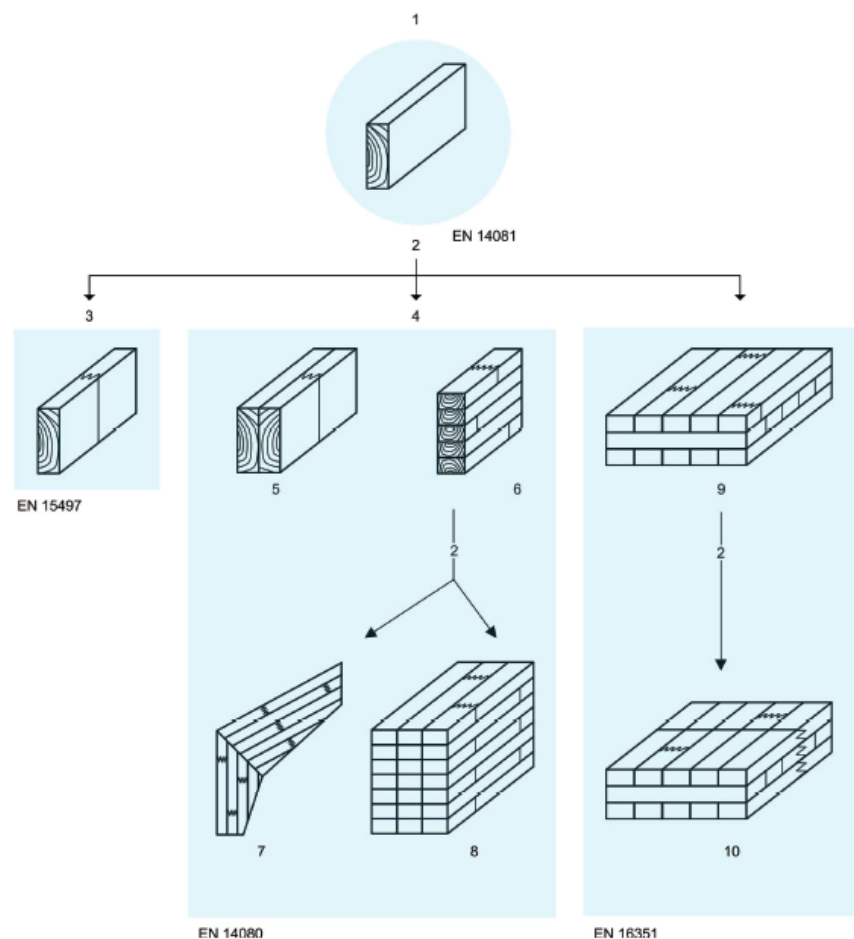
Table 1 — Strength classes - Characteristic values

		Softwood species											
		C14	C16	C18	C20	C22	C24	C27	C30	C35	C40	C45	C50
<b>Strength properties (in N/mm<sup>2</sup>)</b>													
Bending	$f_{m,k}$	14	16	18	20	22	24	27	30	35	40	45	50
Tension parallel	$f_{t0,k}$	8	10	11	12	13	14	16	18	21	24	27	30
Tension perpendicular	$f_{t90,k}$	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Compression parallel	$f_{c0,k}$	16	17	18	19	20	21	22	23	25	26	27	29
Compression perpendicular	$f_{c90,k}$	2,0	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2
Shear	$f_{v,k}$	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
<b>Stiffness properties (in kN/mm<sup>2</sup>)</b>													
Mean modulus of elasticity parallel	$E_{0,mean}$	7	8	9	9,5	10	11	11,5	12	13	14	15	16
5 % modulus of elasticity parallel	$E_{0,05}$	4,7	5,4	6,0	6,4	6,7	7,4	7,7	8,0	8,7	9,4	10,0	10,7
Mean modulus of elasticity perpendicular	$E_{90,mean}$	0,23	0,27	0,30	0,32	0,33	0,37	0,38	0,40	0,43	0,47	0,50	0,53
Mean shear modulus	$G_{mean}$	0,44	0,5	0,56	0,59	0,63	0,69	0,72	0,75	0,81	0,88	0,94	1,00
<b>Density (in kg/m<sup>3</sup>)</b>													
Density	$\rho_k$	290	310	320	330	340	350	370	380	400	420	440	460
Mean density	$\rho_{mean}$	350	370	380	390	410	420	450	460	480	500	520	550

Hardwood species							
D18	D24	D30	D35	D40	D50	D60	D70
18	24	30	35	40	50	60	70
11	14	18	21	24	30	36	42
0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
18	21	23	25	26	29	32	34
7,5	7,8	8,0	8,1	8,3	9,3	10,5	13,5
3,4	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,5	5,0
9,5	10	11	12	13	14	17	20
8	8,5	9,2	10,1	10,9	11,8	14,3	16,8
0,63	0,67	0,73	0,80	0,86	0,93	1,13	1,33
0,59	0,62	0,69	0,75	0,81	0,88	1,06	1,25
475	485	530	540	550	620	700	900
570	580	640	650	660	750	840	1080

EN 14080:2013 (E)

NS-EN 14080:2013



**Key**

- 1 boards
- 2 is a component for
- 3 structural finger jointed timber
- 4 glued laminated products
- 5 glued solid timber
- 6 glued laminated timber (glulam)
- 7 glulam with large finger joints
- 8 block glued glulam
- 9 cross laminated timber (X-Lam)
- 10 cross laminated timber (X-Lam) with large finger joints

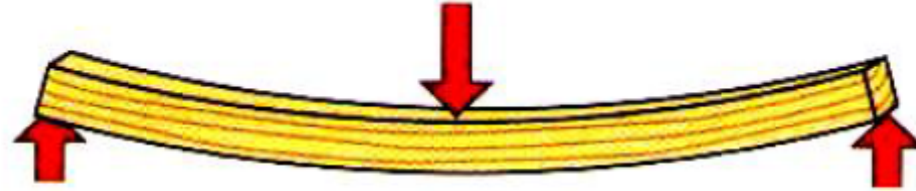
Figure 1 — Relation of European Standards for structural timber products prepared by CEN/TC 124

Table 4 — Characteristic strength and stiffness properties in N/mm<sup>2</sup> and densities in kg/m<sup>3</sup> for combined glulam

Property <sup>a</sup>	Symbol	Glulam strength class						
		GL 20c	GL 22c	GL 24c	GL 26c	GL 28c	GL 30c	GL 32c
Bending strength	$f_{m,g,k}$	20	22	24	26	28	30	32
Tensile strength	$f_{t,0,g,k}$	15	16	17	19	19,5	19,5	19,5
	$f_{t,90,g,k}$	0,5						
Compression strength	$f_{c,0,g,k}$	18,5	20	21,5	23,5	24	24,5	24,5
	$f_{c,90,g,k}$	2,5						
Shear strength (shear and torsion)	$f_{v,g,k}$	3,5						
Rolling shear strength	$f_{r,g,k}$	1,2						
Modulus of elasticity	$E_{0,g,mean}$	10 400	10 400	11 000	12 000	12 500	13 000	13 500
	$E_{0,g,05}$	8 600	8 600	9 100	10 000	10 400	10 800	11 200
	$E_{90,g,mean}$	300						
	$E_{90,g,05}$	250						
Shear-modulus	$G_{g,mean}$	650						
	$G_{g,05}$	540						
Rolling shear modulus	$G_{r,g,mean}$	65						
	$G_{r,g,05}$	54						
Density <sup>b</sup>	$\rho_{g,k}$	355	355	365	385	390	390	400
	$\rho_{g,mean}$	390	390	400	420	420	430	440

<sup>a</sup> Properties given in this table have been calculated according to 5.1.5 on the basis of the layups given in Table 2. If different layups for a certain strength class lead to different characteristic values the lowest values are given here.

<sup>b</sup> Calculated as the weighted mean of the densities of the different lamination zones, see 5.1.5.3, 5<sup>th</sup> paragraph.



### STATISK BØYEFASTHET

Meget liten < 60	Liten >60 til 90	Middels stor >90 til 120	Stor >120 til 160	Meget stor >160
Hvitpil Selje	Edelgran Furu Gran Kontorta	Osp Sitkagran Villapal	Alm Lerk Bjørk Lind Bøk Lønn Eik Or Einer Pæretre Kirsebær Rogn	Ask

Statisk bøyefasthet ved 12 % fuktighet (MPa)

## TRYKKFASTHET

Meget liten < 30	Liten >30 til 50	Middels stor >50 til 70	Stor >70 til 90	Meget stor >90
	Edelgran	Ask	Kirsebær	
	Osp	Alm	Lerk	
	Einer	Or	Lind	
	Gran	Selje	Barlind	
	Hvitpil	Sitkagran	Bjork	Lønn
	Kontorta	Villapal	Bøk	Pæretre
	Furu	Eik	Rogn	

Trykkfasthet parallelt med fibrene ved 12 % fuktighet (MPa)



Dette mikroskopbildet viser hva som skjer når en stolpe utsettes for høy trykkbelastning. Vi ser på bildet at fibrene bryter sammen. Foto Bohumil Kucera

Feilfritt virke av gran eller furu:

Vi kan henge opp en personbil etter en «blyant»!!!!!!

Styrkesortert strekklamell i limtre – SL 22 – med dimensjon 45 x 100 mm:

Vi kan henge opp 12 personbiler etter denne!!!!!!

**Trevirket er et av de sterkeste materialer vi har i forhold til vekt!!**

**Hvis du vil lære mere om trevirkets struktur og egenskaper:**

**Spikk ut denne kun ved bruk av tollekniv - og legg gjerne inn et par kvister i emnet!**

**A: Med tørt virke**

**B: Med vått virke**



**Takk for oppmerksomheten!**