

**WADY:**

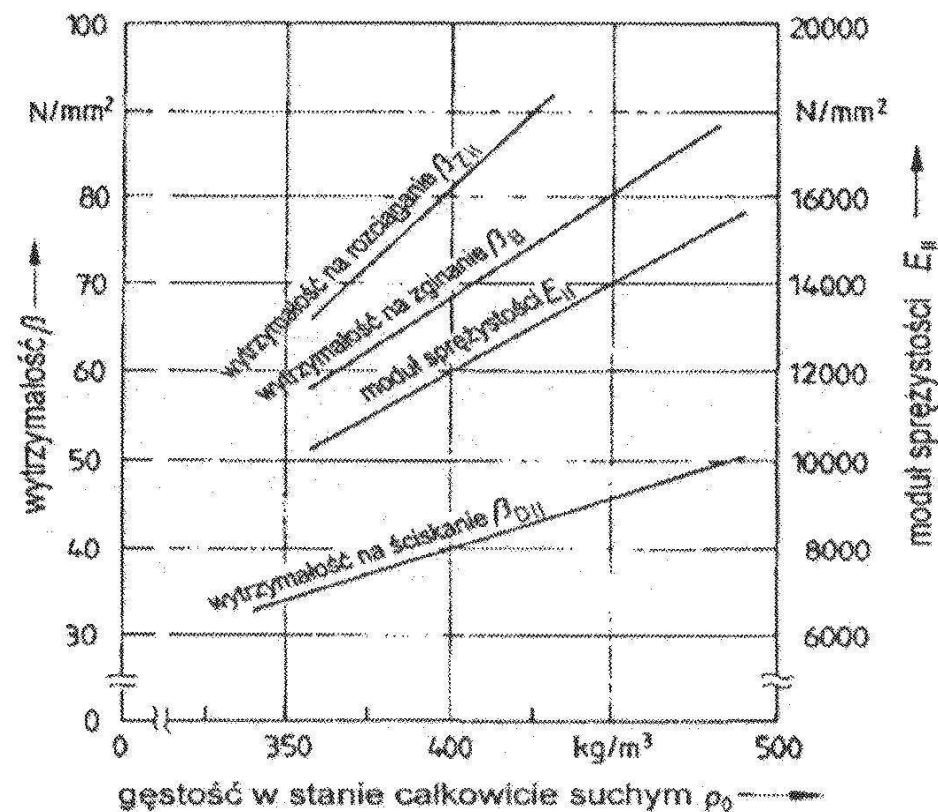
- 1. usterki i odchylenia od normalnego rozwoju (sęki, skręt, skośności włókien, pęknięcia, zgnilizny),**
- 2. ograniczenie wymiarów asortymentów drewna,**
- 3. wpływ wilgotności na właściwości konstrukcyjne i fizyczne,**
- 4. wpływ czasu na wytrzymałość i odkształcalność**
- 5. łatwopalność,**
- 6. gnicie, korozja biologiczna,**
- 7. możliwość porażenia drewna przez owady**
- 8. krótkotrwałość,**
- 9. anizotropowa budowa drewna, wpływająca na cechy wytrzymałościowe i sprężyste.**

## Gęstość

- ciało porowate
- szkielet ścian komórkowych wypełniony jest powietrzem lub wodą
- gęstość zależy od gatunku drewna, wilgotności, położenia w pniu
- bardzo duży wpływ na gęstość drewna ma jego wilgotność dlatego najczęściej gęstość podaje się dla wilgotności 15 % -  $\rho_N$ ,
- gęstość drewna całkowicie suchego –  $\rho_0$
- gęstość samej substancji komórkowej jest dla wszystkich gatunków praktycznie taka sama i wynosi ok.1,5 kg/m<sup>3</sup>

gatunek	gęstość kg/m <sup>3</sup>
jodła	0,45
sosna	0,55
świerk	0,47
modrzew	0,69
topola	0,45
olcha	0,53
brzoza	0,65
klon	0,66
wiąz	0,68
dąb	0,71
buk	0,73
jesion	0,75

## Wpływ gęstości drewna na cechy wytrzymałościowe



Rys. 1.6 Zależność wytrzymałości i modułu sprężystości  $E_t$  drewna świerkowego o wilgotności  $u = 15\%$  od gęstości  $\rho_0$  (w stanie całkowicie suchym) według badań EMPA, LIGNUM [210]

## Wilgotność

$$\text{wilgotność drewna} = \frac{\text{masa wody zawarta w drewnie}}{\text{masa drewna absolutnie suchego}} \times 100\%$$

$$u = \frac{G_N - G_T}{G_T} \times 100\%$$

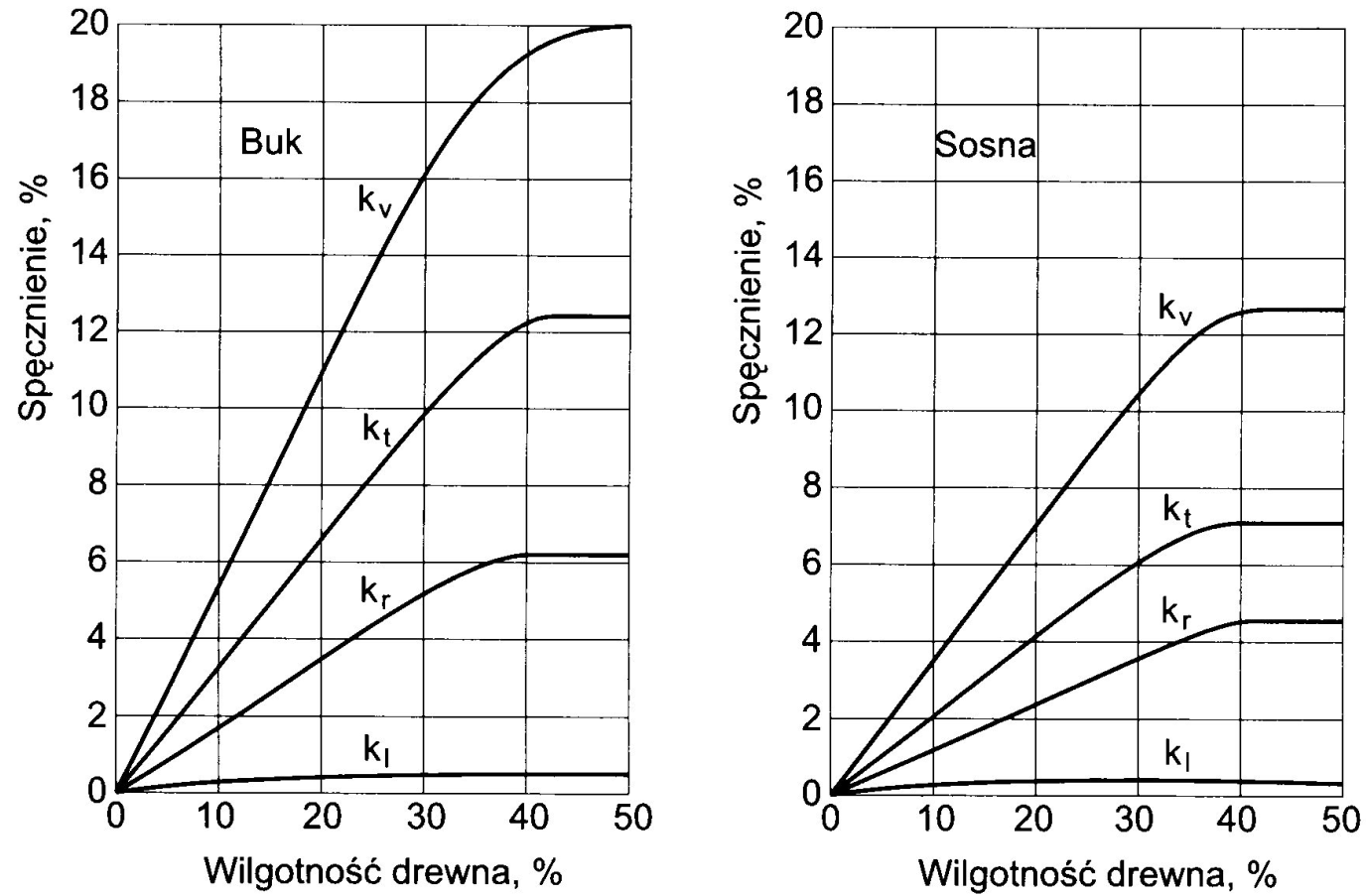
$G_N$  – ciężar drewna w stanie wilgotnym

$G_T$  – ciężar w stanie absolutnie suchym

- wilgotność świeżo ściętego drewna drzew iglastych wynosi 100 -160%
- wilgotność świeżo ściętego drewna drzew liściastych twardych wynosi 50 -130%
- drewno mokre składowane na wolnej przestrzeni traci część wilgoci i dochodzi do stanu powietrzno-suchego o wilgotności 13-20%, przeciętnie 15%

## Zachowanie się drewna – a woda

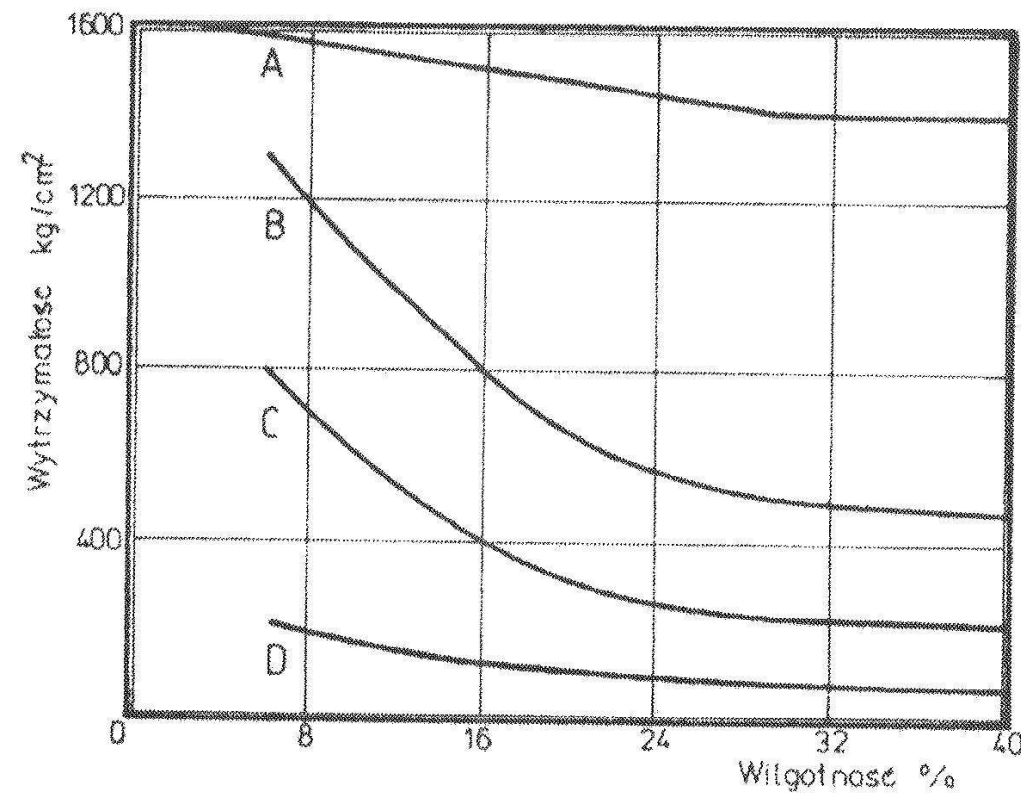
- **Pęcznienie** – proces polegający na zwiększaniu wymiarów liniowych i objętości drewna przy wchłanianiu pary wodnej lub wody z otoczenia i wnikaniu jej w pory błony komórkowej
- **Kurczenie** – proces odwrotny do pęcznienia; zmniejszanie się wymiarów na skutek wysychania



**Rysunek 1.3.** Wielkość spęczenia objętościowego drewna wg [44]:  $k_v$  – spęczenie jednostkowe objętościowe,  $k_t$  – spęczenie jednostkowe w kierunku stycznym,  $k_r$  – spęczenie jednostkowe w kierunku promieniowym,  $k_l$  – spęczenie jednostkowe wzdłuż włókien

## Wilgotność a wytrzymałość

- A – rozciąganie wzdłuż włókien
- B – zginanie
- C – ściskanie wzdłuż włókien
- D – ścinanie wzdłuż włókien





## Stany ochronne drewna

Poziom wilgotności drewna ma istotny wpływ na porażenie drewna przez czynniki biotyczne

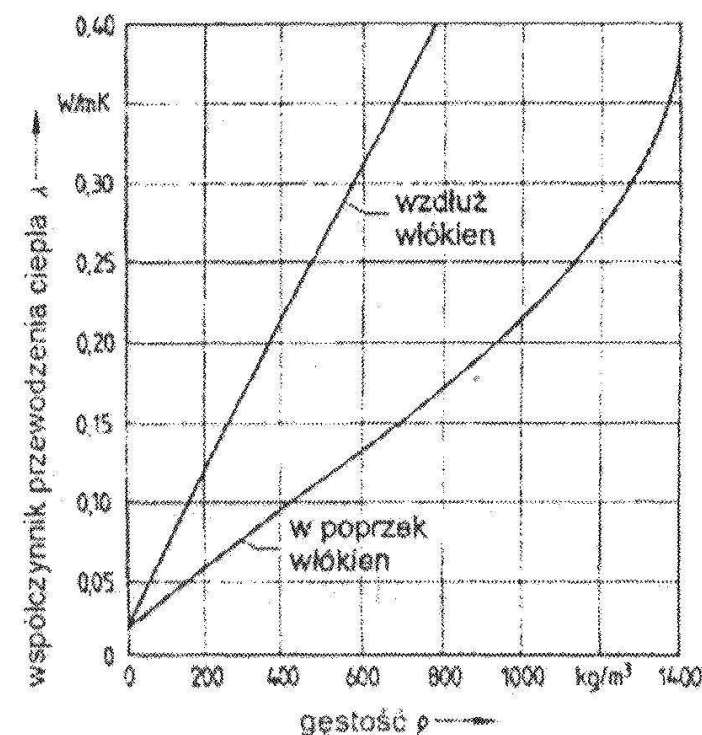
- **wilgotny** - powyżej 80 % zapobiega rozwojowi grzybów z powodu braku powietrza
- **suchy** - poniżej 20 % zapobiega rozwojowi grzybów z powodu braku wody

## Izolacyjność cieplna

- drewno w porównaniu z innymi materiałami budowlanymi charakteryzuje się stosunkowo niskim współczynnikiem przewodzenia ciepła, zaliczane jest raczej do materiałów termoizolacyjnych
- przykładowo współczynnik przewodzenia ciepła  $\lambda$  [W/mK] drewna świerkowego i sosnowego w warunkach średniowilgotnych wynosi:

➤ w poprzek włókien 0,16 W/mK

➤ wzdłuż włókien 0,30 W/mK



Rys. 1.15 Przewodność cieplna drewna wzdłuż i w poprzek włókien w zależności od gęstości przy wilgotności drewna  $u = 10\%$ , wg Kollmanna / Malmquista [178]

## Rozszerzalność cieplna

- wydłużenie na skutek zmian temperatury dla drewna w stanie użytkowym przebiega w przybliżeniu liniowo

$$\varepsilon = \alpha_T \times \Delta T$$

- zmiana długości elementu konstrukcyjnego wynosi

$$\Delta l_T = \alpha_T \times \Delta T \times l$$

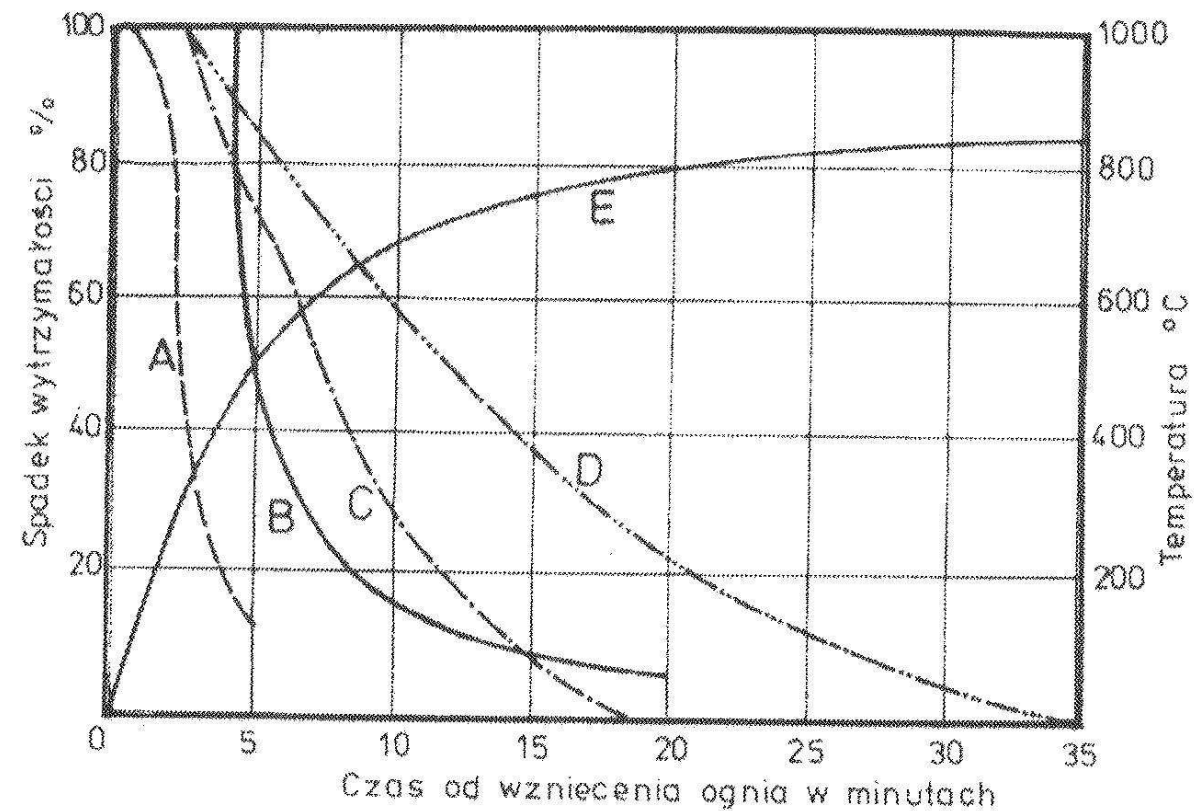
- współczynnik rozszerzalności liniowej  $\alpha_T$
- styczny                      45 - 60 x               $10^{-6}/^{\circ}\text{C}$
- promieniowy              25 - 45 x               $10^{-6}/^{\circ}\text{C}$
- wzdłuż włókien      2,5 -5,0 x               $10^{-6}/^{\circ}\text{C}$

## Łatwopalność

- poważną wadą drewna jest łatwopalność
- drewno im bardziej wysuszone tym łatwiej ulega zapłonowi
- drewno w wysokiej temperaturze wydziela gazy, które w temp.  $250^{\circ}\text{C}$  ulegają zapłonowi od płomienia, temperaturę samozapłonu dla drewna przyjmuje się w zależności od gatunku od  $300 - 470^{\circ}\text{C}$
- środki ogniochronne:
  - wydzielające w wysokiej temperaturze gaz niepalny ograniczający dopływ tlenu do konstrukcji (siarczan, węglan, fosforan amonu, kwaśny węglan sodu i potasu)
  - stapiające się, pęczniejące, tworzące szczelną warstwę nieprzepuszczającą tlenu oraz stanowiące termoizolację (chlorek cynku, fosforan sodu, szkło wodne)

## Spadek wytrzymałości więźb dachowych z różnych materiałów w czasie pożaru

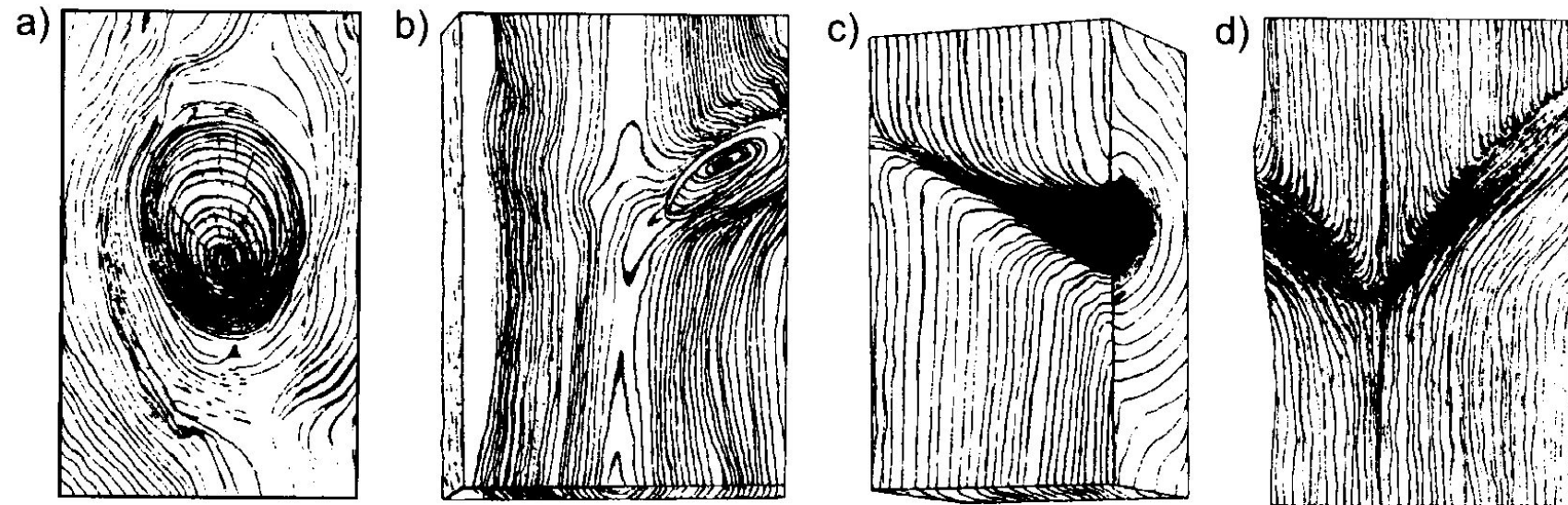
- A – więźba aluminiowa
- B – więźba stalowa
- C – kratownice z desek
- D – więźby ciesielskie



## Wytrzymałość drewna

- włókna – łańcuchy celulozy mają przebieg zbliżony do osi pnia i w tym kierunku drewno charakteryzuje się największą wytrzymałością
- wytrzymałość w poprzek włókien jest znacznie mniejsza
- podczas rozciągania rozrywane są słabe wiązania poprzeczne między poszczególnymi łańcuchami celulozowymi
- ściskanie zgniata niczym nie wzmocnione ściany komórek
- na wytrzymałość ma wpływ:
  - wilgotność
  - wady naturalne
  - sęki,
  - skręt włókien
  - krzywizny
  - wady spowodowane przez czynniki zewnętrzne
  - pęknięcia
  - degradacja biologiczna

### WADY DREWNA - SĘKI



Rysunek 1.5. Sęki wg [36]: a) zdrowy, częściowo zrośnięty sęk okrągły na stycznej płaszczyźnie tarcicy, b) zdrowy, zrośnięty sęk owalny na promieniowej płaszczyźnie tarcicy, c) sęk podłużny smołowy (zepsuta tkanka przesycona żywicą), d) zdrowy sęk skrzydlaty na promieniowej płaszczyźnie tarcicy





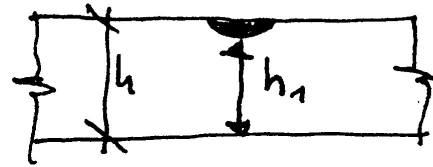


***SKRĘT WŁÓKIEN***



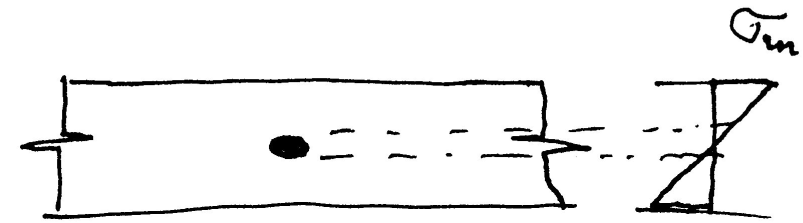
***PĘKNIĘCIA I SINIZNA***





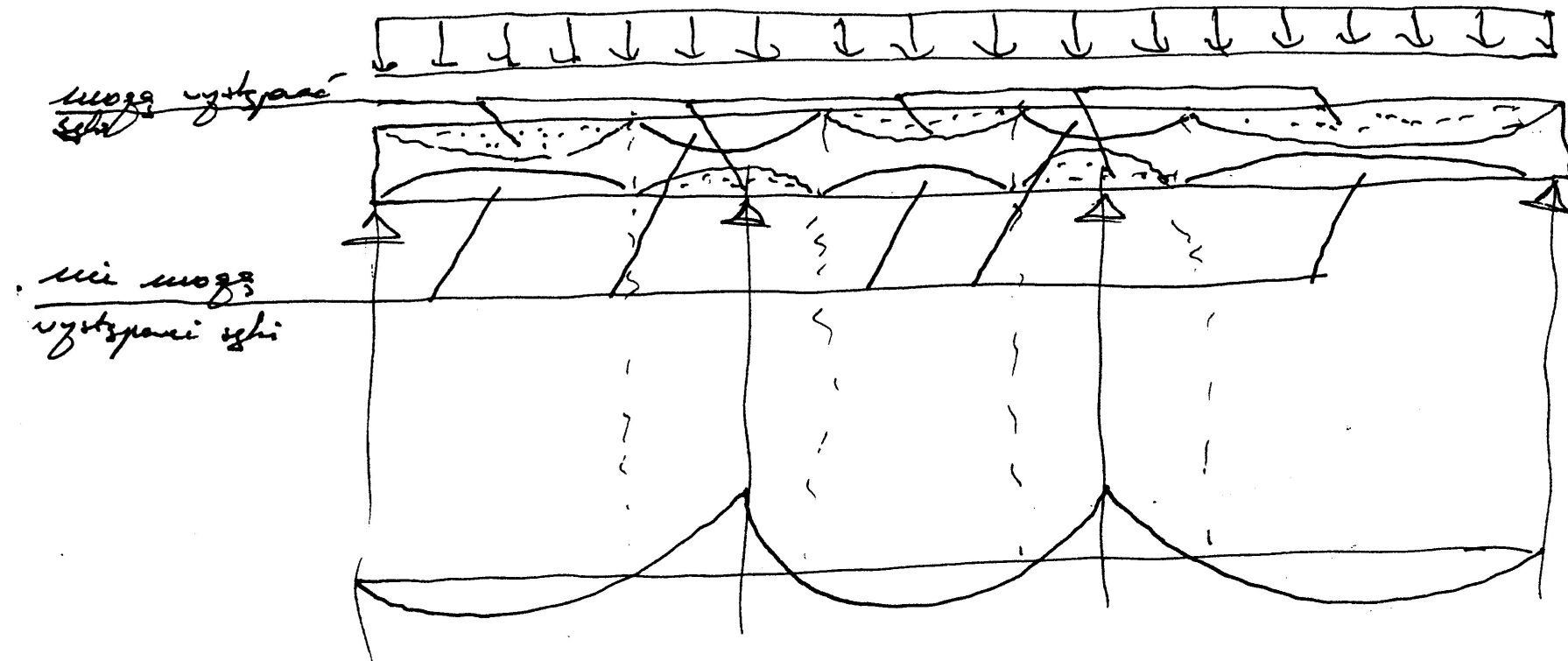
$$h = h_1$$

zle

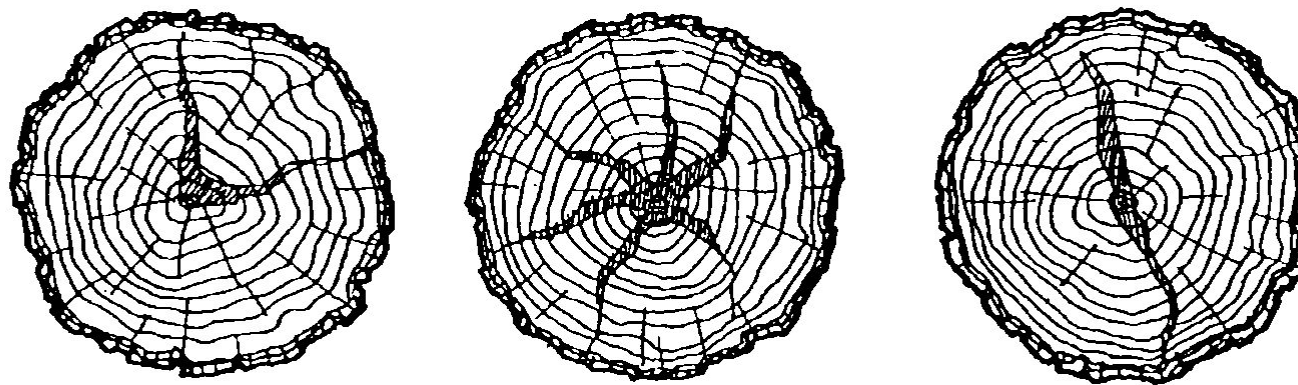


NIEPOŻĄDANE

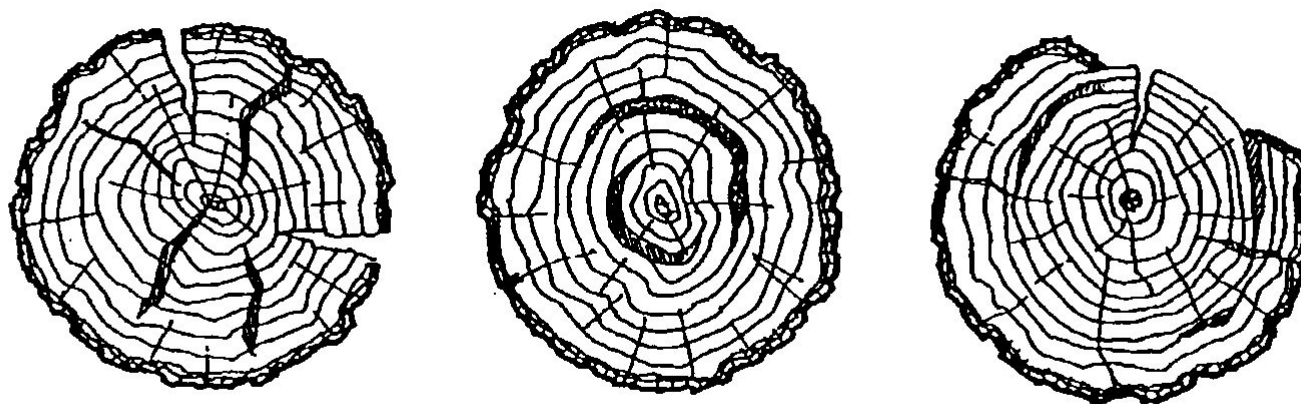
wskazuje zmniejszenie w osi J



### ***PĘKNIĘCIA WPŁYWAJĄCE NA JAKOŚĆ DREWNA***

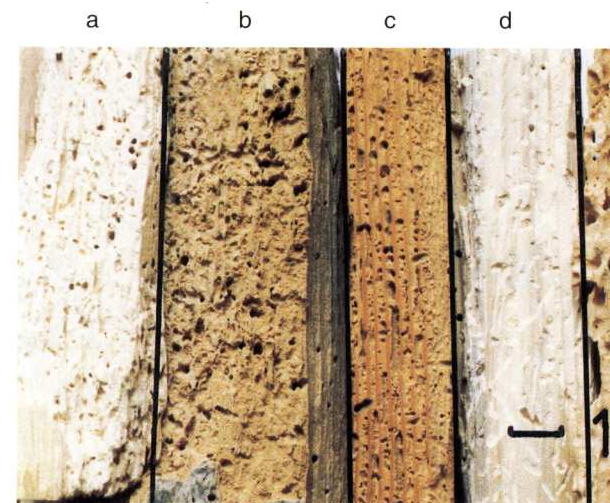
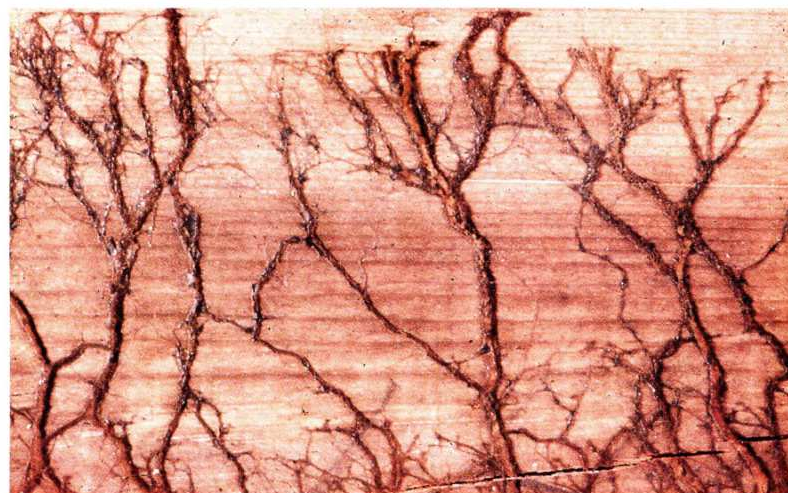
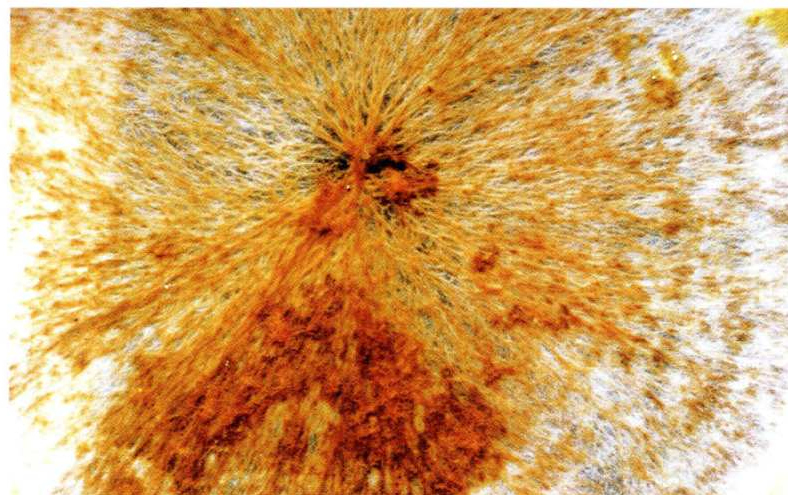


Rysunek 1.6. Pęknięcia rdzeniowe



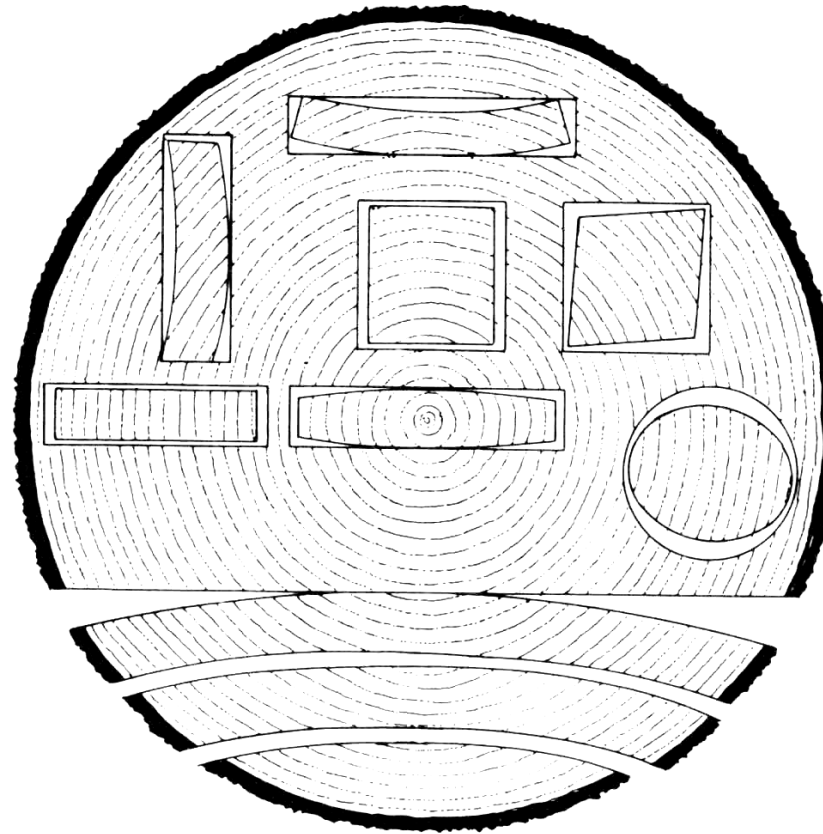
Rysunek 1.7. Pęknięcia mrozowe i okrężne

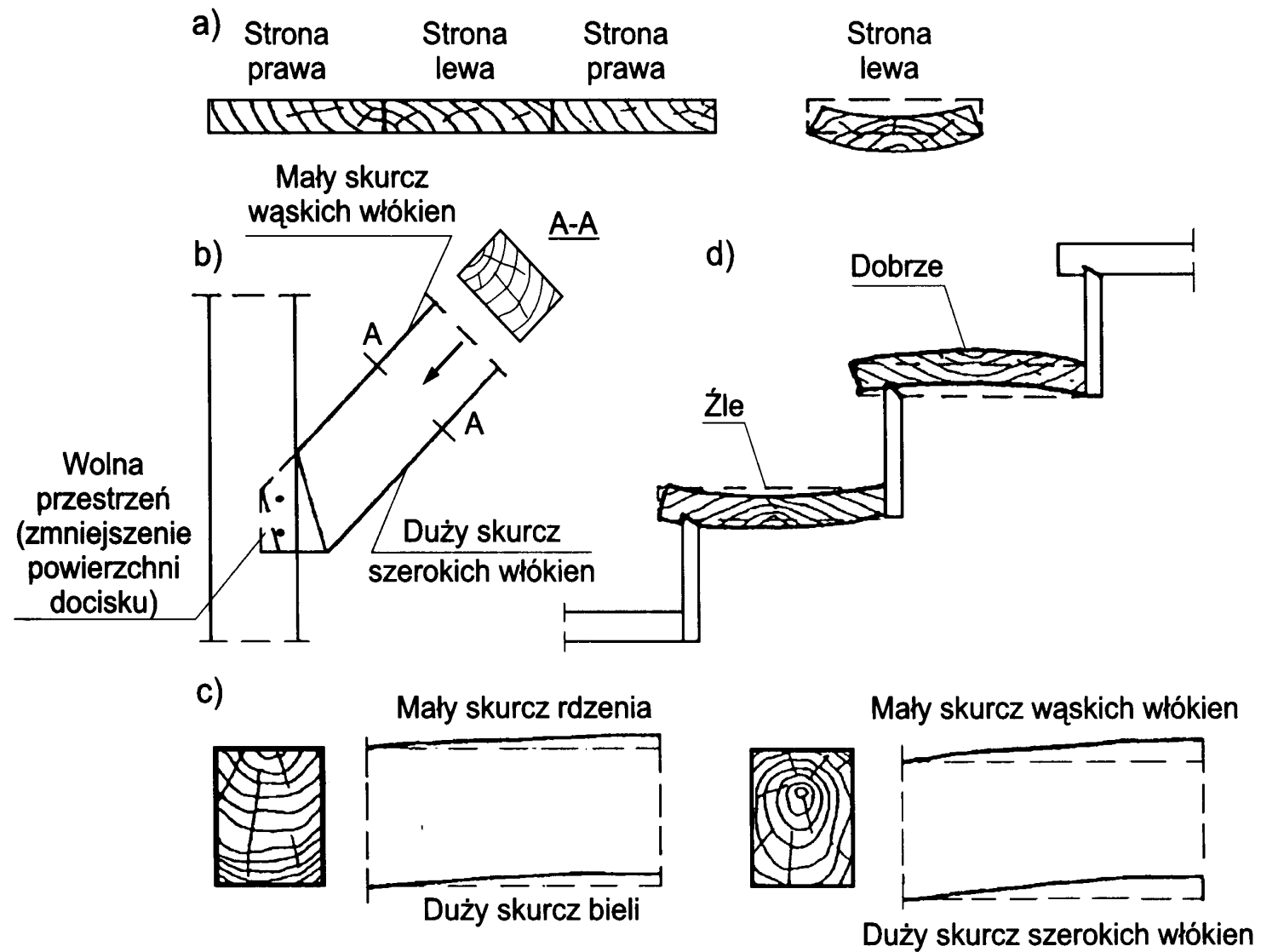
## KOROZJA BIOLOGICZNA



*Grzyby oraz żerowiska larw*

## ***RÓZNICA W KURCZENIU SIĘ DREWNA – KIERUNEK STYCZNY I PROMIENIOWY***





**Rysunek 2.8.** Sposób wykonania elementów drewnianych z uwzględnieniem skurczu: a) klejenie desek, b) nieprawidłowe połączenie ciesielskie pod kątem, c) prawidłowe usytuowanie rdzenia w belkach zginanych, d) usytuowanie rdzenia w podnózkach schodów drewnianych



## **ANIZOTROPIA DREWNA**

Drewno jest materiałem anizotropowym i niejednorodnym. Właściwości drewna są przykładem szczególnie wyraźnej anizotropii. Poniżej wyjaśniamy pojęcia związane z tym zagadnieniem:

### **anizotropowy**

Materiał jest anizotropowy, gdy jego właściwości zależą od kierunku (są wektorowe), to znaczy że materiał ma w jednym kierunku inne właściwości niż w innym, na przykład wytrzymałość. Typowymi przedstawicielami anizotropowych materiałów budowlanych są drewno i tworzywa sztuczne wzmacniane włóknami.

### **izotropowy**

Materiał jest izotropowy, jeśli jego właściwości są niezależne od kierunku, to znaczy, że są jednakowe we wszystkich kierunkach.

Typowym przedstawicielem izotropowego materiału budowlanego jest stal.<sup>1)</sup>

---

<sup>1)</sup> stal w procesie wytwarzania i przeróbki plastycznej uzyskuje wyraźne własności anizotropowe, które jednak w konstrukcjach budowlanych nie są uwzględniane (*przypis redakcji polskiej*).