STANOVENÍ VLASTNOSTÍ KONSTRUKČNÍHO DŘEVA

PETR KUKLÍK

ČVUT v Praze , Fakulta stavební

seminář Stanovení vlastností materiálů při hodnocení existujících konstrukcí

Masarykova kolej, 3. 4. 2007

„Inovace metod hodnocení existujících stavebních konstrukcí"

Užitné vlastnosti dřeva Vzhled/Konstrukční vlastnosti /Trvanlivost

- **Vzhled**
  - Kresba a barva
  - Vady
  - Rozměrová stabilita & *emc*%



- **Konstrukční vlastnosti**
  - Významné např. pevnost a tuhost
  - Funkčnost např. rozměrová stabilita - sesychání a bobtnání/*emc*
  - Přímost- zborcení





- **Trvanlivost**
  - Biologické ohrožení
  - Přirozená trvanlivost / ochrana

Užitné vlastnosti dřeva

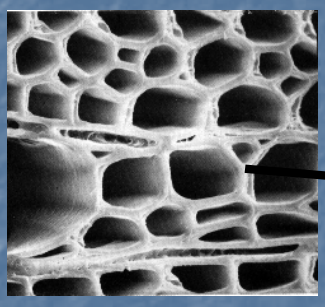
Požadované vlastnosti
- Vzhled
- Konstrukční vlastnosti
- Trvanlivost

Vlastnosti

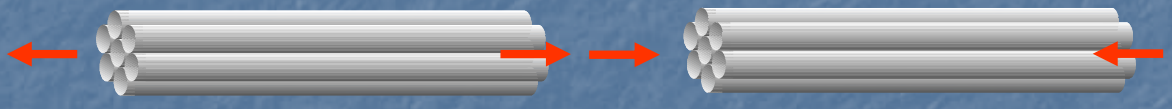
Specifikace
- Materiál / druh dřeviny
- Třída a vlhkost
- Rozměry
- Způsob ochrany

Mikrostruktura

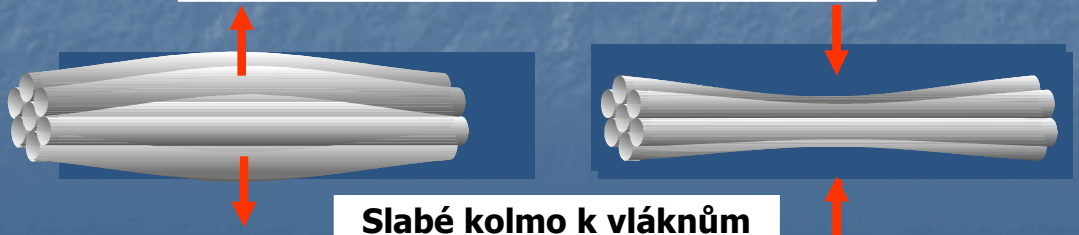
Směry pevnosti a tuhosti



Orientace vláken

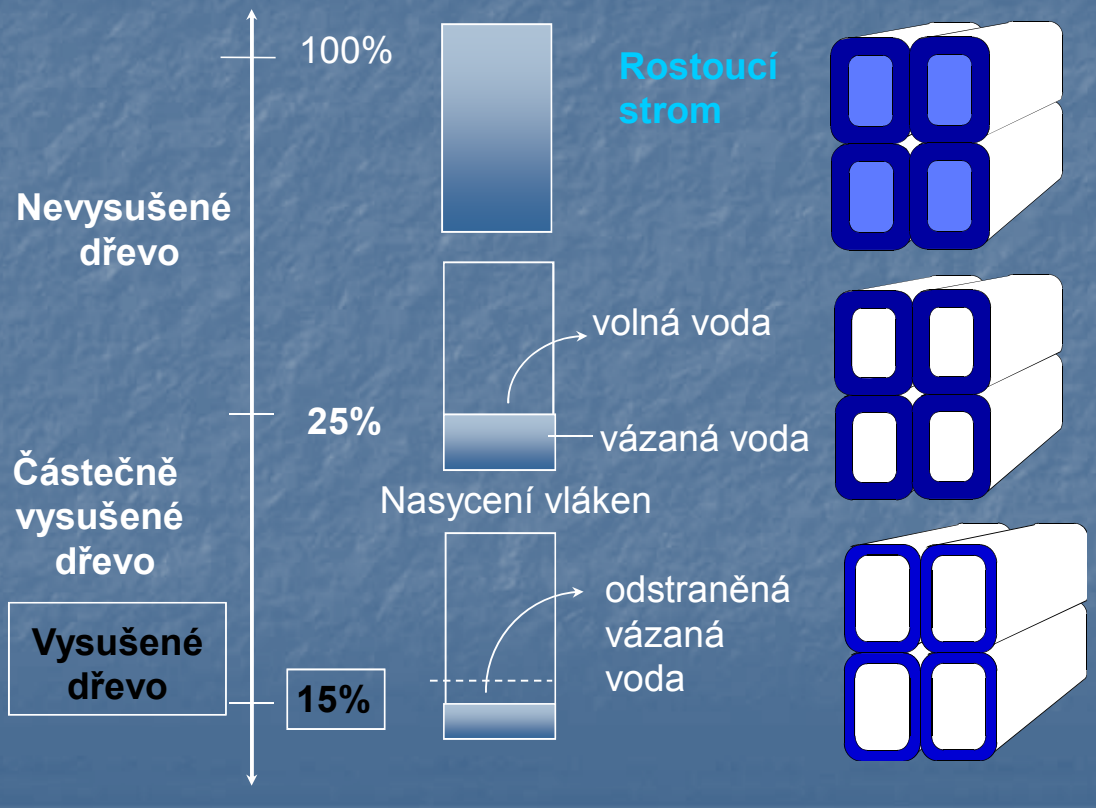


Pevné a tuhé rovnoběžně s vlákny



Slabé kolmo k vláknům

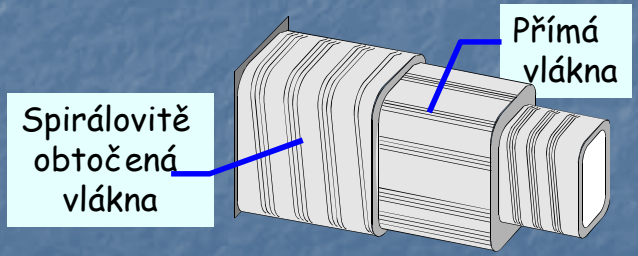
Vlhkost v buňkách dřeva



Trvání zatížení - Dotvarování

Tuhost:

- Dotvarování (přídavná deformace od zatížení)
  - funkce pohybu vlhkosti, velikosti a trvání zatížení
  - objeví se u všech zatížení
  - modelováno součinitelem dotvarování



Dotvarování důležité pro architekty a inženýry při stanovení mezních deformací

Trvání zatížení - Ztráta pevnosti



Pevnost:

s růstem doby trvání a velikosti zatížení se snižuje pevnost

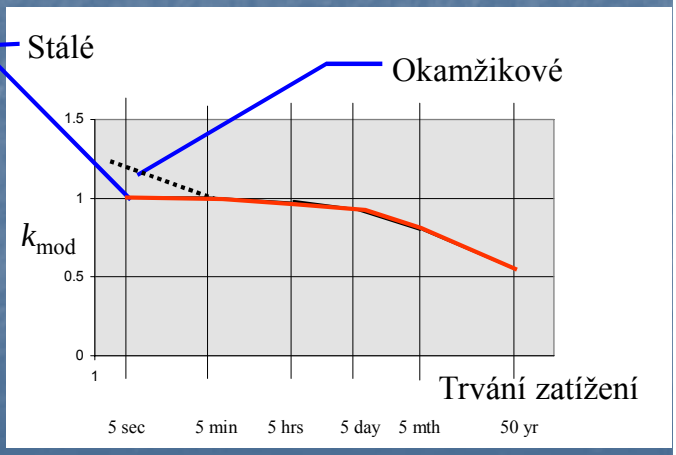
modelována pomocí modifikačního součinitele

- funkce trvání extrémů zatížení

v průběhu životnosti konstrukce

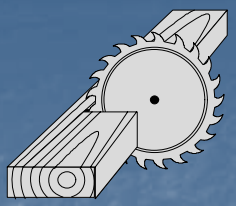
- různé kombinace zatížení mají

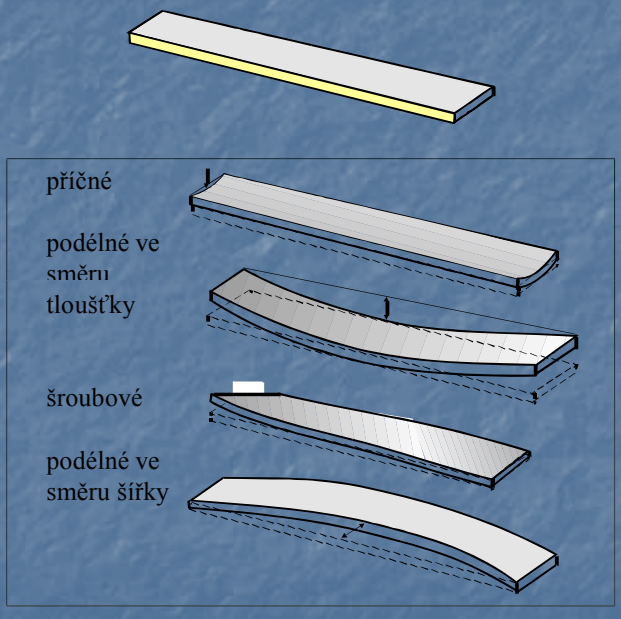
rozdílné trvání účinků zatížení



(Všechny kompozity se takto chovají)

Produkce řeziva





- Stromy jsou předepnuty
- Řezáním prken z kmenů se uvolní vnitřní napětí a nastane pomalá změna tvaru řeziva
- Ohnuté stromy vykazují velký odklon vláken

Výrobci minimalizují problémy

·kvalitním řezáním
·kontrolou kvality - tříděním

Přirozené vady dřeva

- **Suky**
  - diskontinuita vláken na okraji
  - odklon vláken na okraji
  - většinou redukce pevnosti a tuhosti
- **Pryskyřičné kapsičky**
  - ztráta spojení napříč vláken
  - menší pevnost ve smyku a tuhost
- **Trhliny**
  - menší spojení napříč vláken
  - snížení pevnosti ve smyku a tuhosti
- **Dřeň a jádrové dřevo**
  - obsahuje slabé juvenilní dřevo
- **Reakční dřevo –tlakové dřevo**







Metody stanovení vlastností dřeva

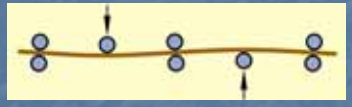
- **Průkazné zkoušky**



- **Vizuální třídění**



- **Strojní třídění**





- **Nedestruktivní zkoušky**





Průkazné zkoušky

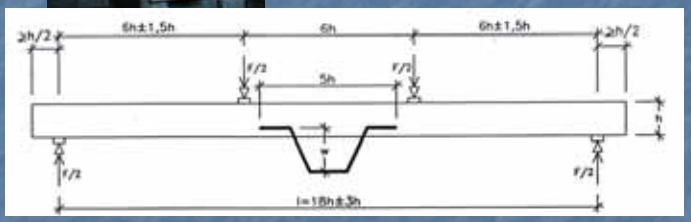


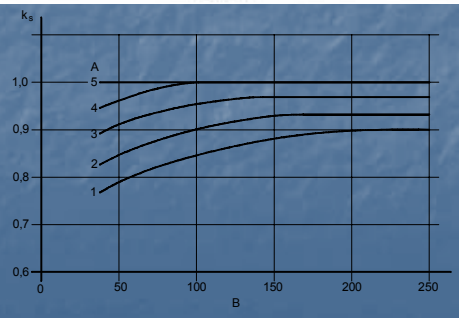
ČSN EN 384
ČSN EN 408

S0 = S13

SI = S10

SII = S7





Způsob namáhání		Třída konstrukčního dřeva podle ČSN 49 1531-1			
		Jehličnaté dřeviny (smrk, jedle, borovice, modřín)			Listnaté dřeviny (dub, buk, jasan)
		S0	SI	SII	SI
Ohyb	$f_{m,k}$	27	22	16	30
Tah	$f_{t,0,k}$	16	13	10	18
	$f_{t,90,k}$	0,3	0,3	0,3	0,6
Tlak	$f_{c,0,k}$	22	20	17	23
	$f_{c,90,k}$	5,1	5,1	4,6	8
Smyk	$f_{v,k}$	2,5	2,4	1,8	3
Modul pružnosti E	$E_{0,mean}$	12 000	10 000	8 000	12 500
	$E_{0,05}$	8 000	6 700	5 400	10 500
	$E_{90,mean}$	400	330	270	830
	$E_{90,05}$	270	220	180	690
Modul pružnosti G	G_{mean}	750	630	500	780
	G_{05}	500	420	330	650
Hustota	ρ_k	380	370	350	530

Vyšetřování konstrukčních vlastností

- **Malá bezvadá tělíska** - data vystihují pouze pevnost dřevní hmoty
  - pro konstrukční dřevo musíme redukovat pevnost s ohledem na růstové vady
- **Konstrukční tělesa** – řezivo konstrukčních rozměrů při reálných podmínkách zatížení
- **Konstrukční dřevo**
  - pevnost v tahu < pevnost v tlaku
  - tahové poruchy - třískové, křehké, náhlé, hlasité
  - tlakové poruchy - záhybové, duktilní, vleklé, nehlučné





Vizuální třídění

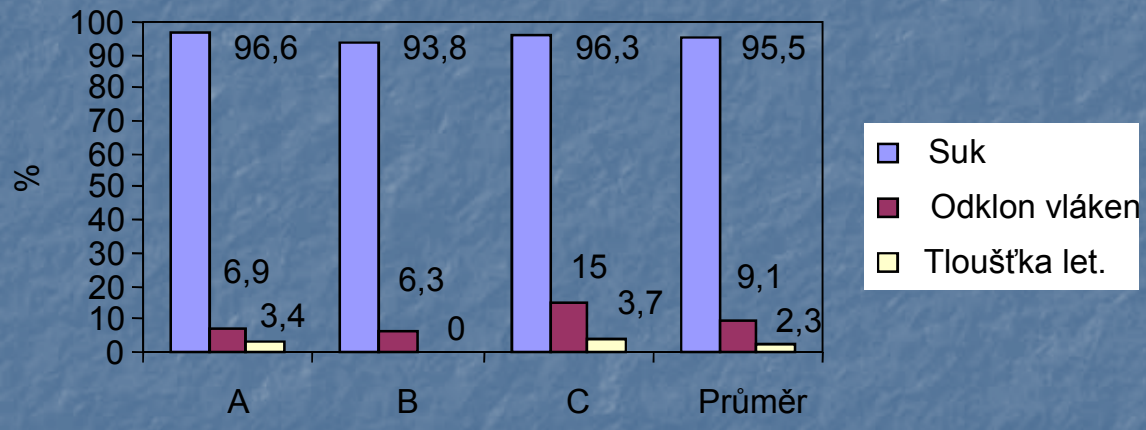
- ČSN 73 2824 -1 (idt DIN 4074 -1) splňuje podmínky ČSN EN 518 třídy S7, S10 a S13

- ČSN EN 338 (C22, C24 atd.)
  ČSN EN 1912 (S10 = C24)

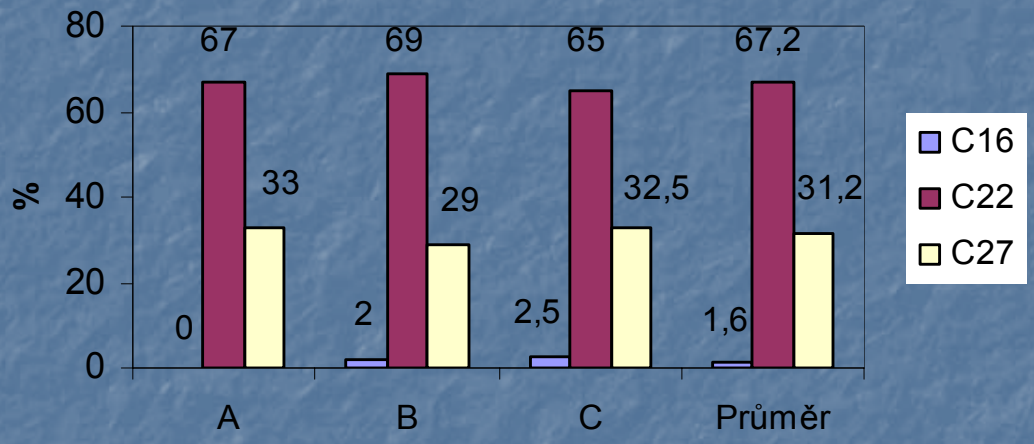
Příklad měření

Těleso	ρ_{12} [kg/m^3]	Suk poměr [mm/mm]	Tloušťka letokruh [mm]	Odklon vláken [mm/m]	E_{stat} [MPa]	f_m [MPa]
11	537	0,17	0,88	42,0	18 197	77,22
12	437	0,22	1,43	2,0	11 375	55,85
13	449	0,22	1,59	19,0	13 225	51,93
14	441	0,26	2,65	27,0	11 650	47,04
15	450	0,24	1,80	14,0	14 037	39,54
16	554	0,12	1,00	14,0	16 184	75,81
17	541	0,30	1,51	43,0	17 244	61,68
18	539	0,10	1,45	44,0	14 195	69,79
19	406	0,30	3,72	60,0	6 718	24,33
20	473	0,25	3,53	59,0	8 675	27,32
21	479	0,20	2,10	15,0	14 577	50,88

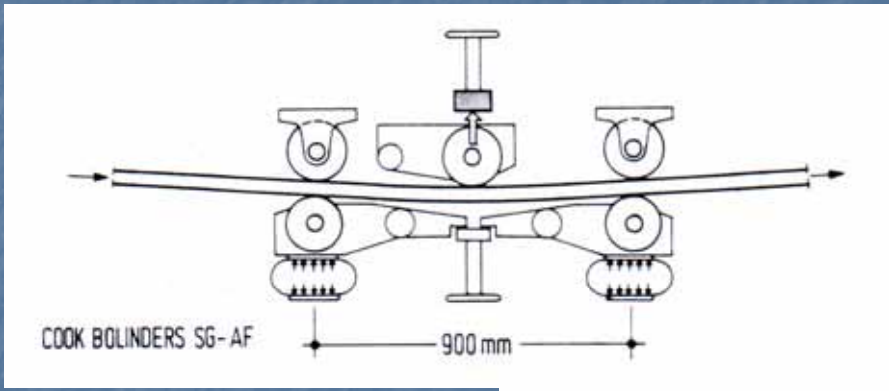
Vliv kritérií třídění

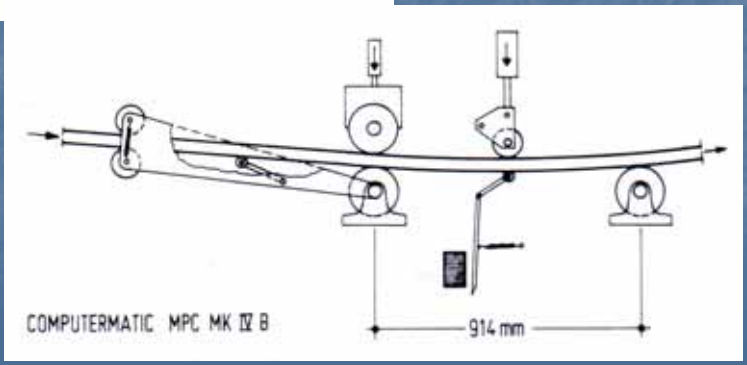


Četnost tříd pevnosti



Strojní třídění





Nedestruktivní zkoušky



Vlhkost



Ultrazvuk



Penetrace



Vytažení vrutu



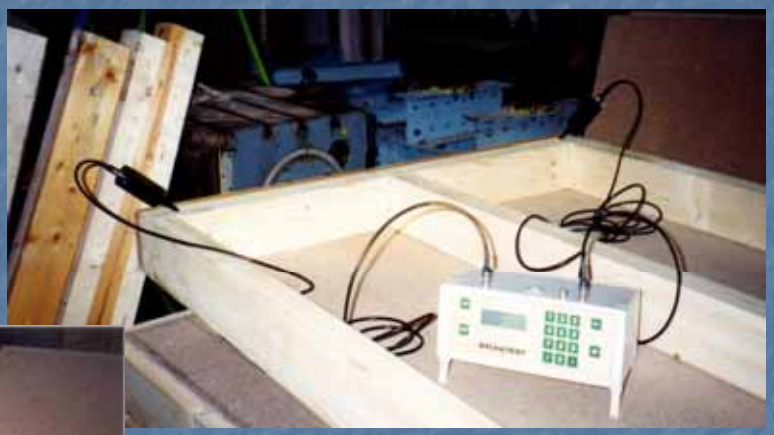
Ozvučení





Příklad použití nedestruktivní zkoušky

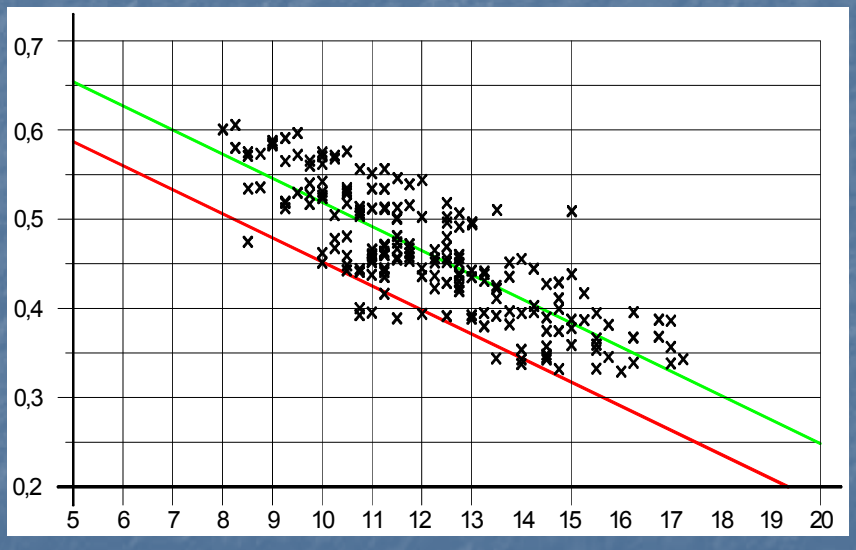
Ultrazvuk





Tlaková vlna

Vztah mezi hustotou dřeva a hloubkou vniku rázového kolíku





$$\Delta w = w - 12$$

$$t_{p,12} = t_p \left(1 - 0{,}007\ \Delta w\right)$$



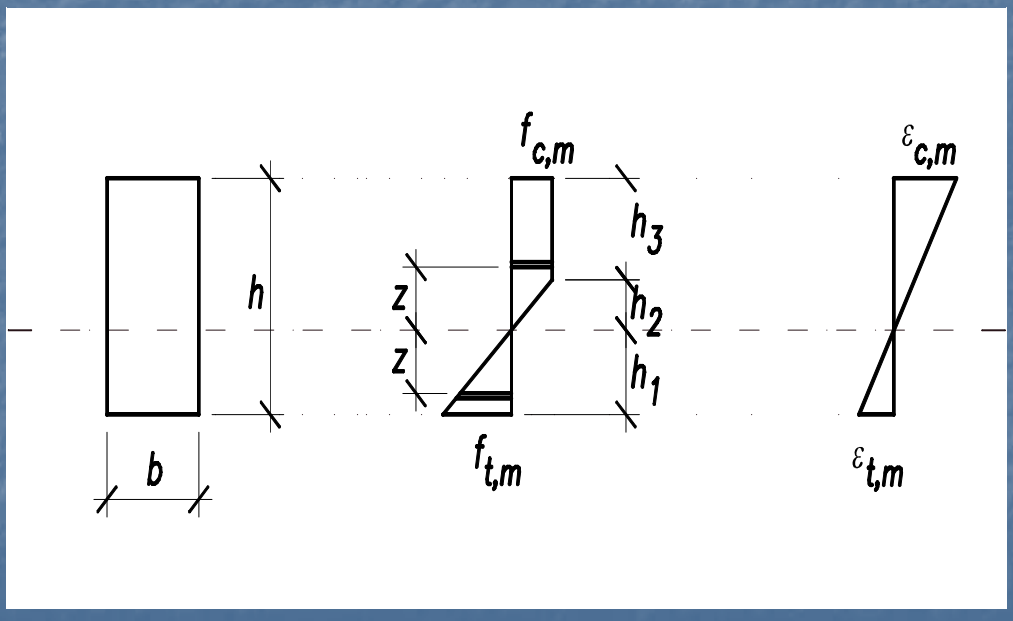
$$\rho_{12} = -0{,}027\,102\ t_{p,12} + 0{,}727\,987$$

Porovnání pevností dřeva v ohybu

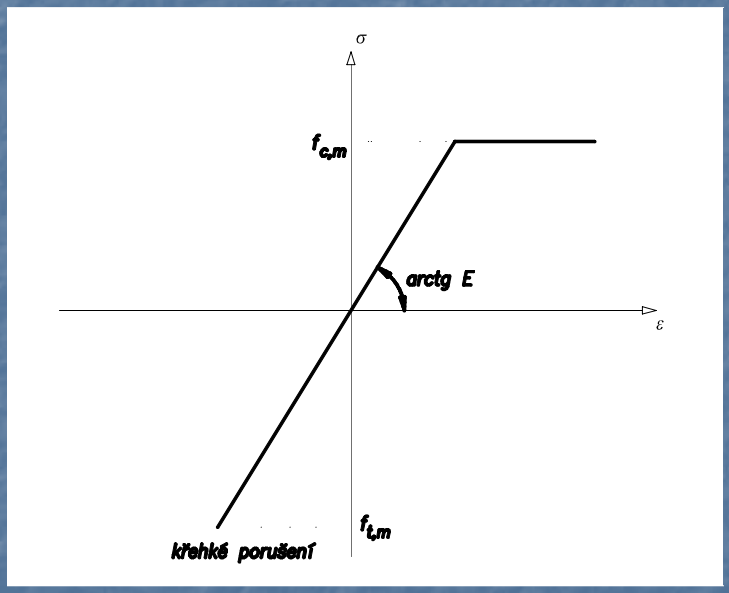
Třídy podle ČSN 73 2824-1 idt DIN 4074-1 (Třídy podle ČSN 491531-1)	Pevnost podle ČSN P EN 1995-1-1 a ČSN P EN 1995-2 [MPa]	Hustota [kg/m^3]	Pevnost výpočet [MPa]	Pevnost zkouška [MPa]
S 10 (SI)	22	460	33,983	40,04
S 10 (SI)	22	402	34,221	41,50
S 13 (S0)	27	437	31,282	49,37
S 10 (SI)	22	492	44,040	50,90
S 13 (S0)	27	409	39,775	55,41
S 13 (S0)	27	537	61,395	77,22

Nelineární chování dřeva

Zplastizování tlačeného okraje nosníku



Bilineární pracovní diagram konstrukčního dřeva namáhaného ohybem



$$f_{c,m} = 1{,}288\ f_c \quad (1)$$

$$f_{t,m} = 1{,}698\ f_t \quad (2)$$

$$f_m = f_{c,m}\,\frac{3\,\frac{f_{t,m}}{f_{c,m}} - 1}{\frac{f_{t,m}}{f_{c,m}} + 1} \quad (3)$$

$$\frac{f_t}{f_c} = \frac{f_{t,m}}{f_{c,m}}\left[\frac{0{,}4\,\frac{f_{t,m}}{f_{c,m}}}{2{,}2\,\frac{f_{t,m}}{f_{c,m}} + 1{,}2}\right]^{0,2} \quad (4)$$

Hodnoty pevností dřeva v ohybu f_m, tahu f_t, tlaku f_c, tahu za ohybu $f_{t,m}$ a tlaku za ohybu $f_{c,m}$ v MPa

f_m	f_t	f_c	podle rovnic (1) a (2)		podle rovnic (3) a (4)	
			$f_{t,m}$	$f_{c,m}$	$f_{t,m}$	$f_{c,m}$
22	13	20	22	26	22	22
27	16	22	27	28	27	25
30	18	23	30	30	30	26
40	24	26	41	33	41	32
50	30	29	51	37	53	37
60	36	32	61	41	67	40
70	42	34	71	44	80	45



DĚKUJI ZA POZORNOST

