



INTERREG V-A
SLOVENSKÁ REPUBLIKA
ČESKÁ REPUBLIKA



EURÓPSKA ÚNIA
EURÓPSKY FOND
REGIONÁLNEHO ROZVOJA

SPOLOČNE BEZ HRANÍC

DŘEVĚNÉ MOSTY

Struktura a vlastnosti dřeva

NÁZOV PROJEKTU:



**Podpora edukačných aktivít pre výchovu mladých odborníkov
v oblasti mostného staviteľstva v cezhraničnom regióne
(Kód projektu v ITMS2014+: 304011U647)**

**VŠB TECHNICKÁ
UNIVERZITA
OSTRAVA**

EDUMOS

Projekt je podporovaný z programu Interreg V-A Slovenská republika – Česká republika
a spolufinancovaný z Európskeho fondu regionálneho rozvoja

STAVBA DŘEVA – CHEMICKÉ SLOŽENÍ

Chemické složení dřeva:

uhlík	49,5%
kyslík	44,2%
vodík	6,1%
dusík	0,2%

Tyto prvky vytvářejí organické látky:

celulóza	40 – 50%
hemicelulóza	20 – 30%
lignin	20 – 30%

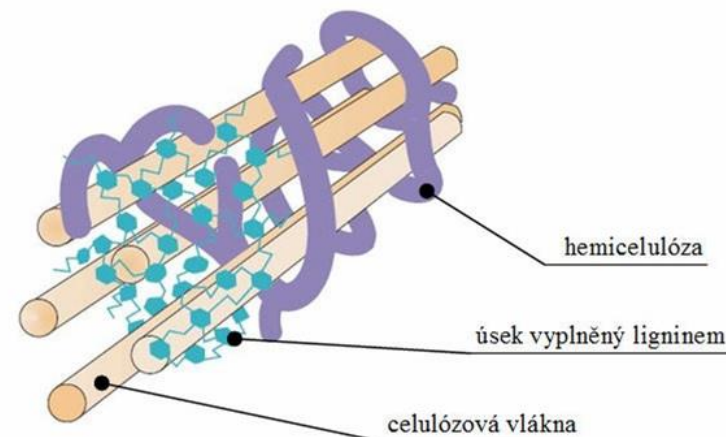
} POLYSACHARIDY

STAVBA DŘEVA – CHEMICKÉ SLOŽENÍ

Celulóza – makromolekulární látka, vznikající z produktu listů – glukózy. Celulóza má zásluhou znásobené řetězovité struktury vláknitou podobu. To je příčinou, že celulóza, a tím i dřevo jsou ve směru vláken velmi pevné.

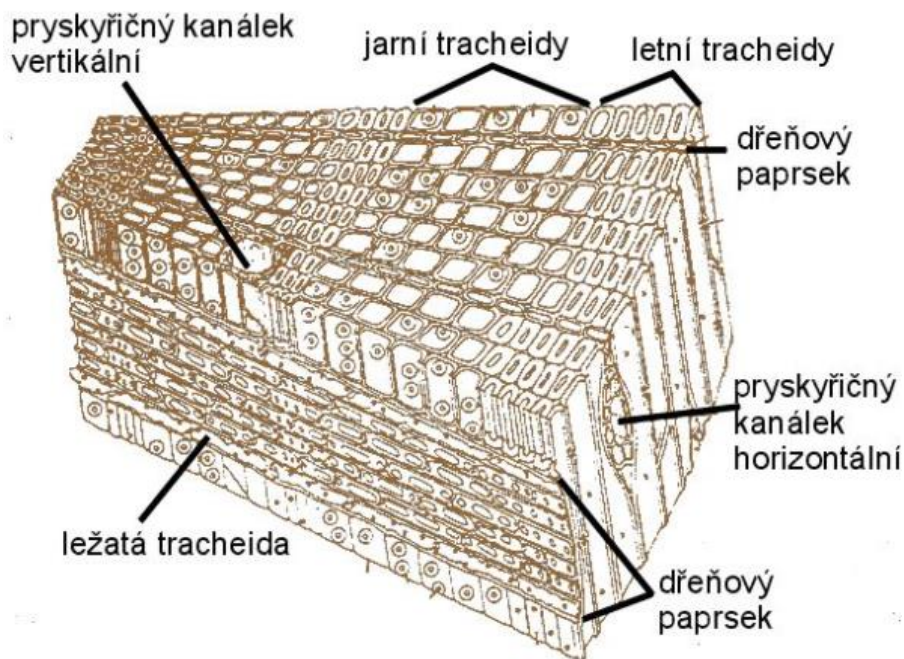
Hemicelulóza - Hemicelulózy jsou také makromolekulární látky, vznikají z různých cukrů a podobně jako celulóza jsou vláknité.

Lignin – amorfnní látka plnící hydrofobní funkci. Lignin prolíná celulózu a hemicelulózy, vyplňuje mezery. Chová se jako termoplast a plní ve dřevě funkci tmele látek vláknité struktury. Více ligninu obsahují listnáče, proto jsou tyto dřeviny těžší, ale také jsou po ohřátí tvárnější, plastičtější.



STAVBA DŘEVA - MIKROSKOPICKÁ

Jehličnaté dřeviny se vyznačují jednodušší anatomickou stavbou dřeva. Převládajícím buněčným elementem jehličnanů jsou tracheidy, které představují 90-94 % jehličnatého dřeva. Zbývající část dřeva tvoří parenchymatické buňky.



STAVBA DŘEVA - MIKROSKOPICKÁ

Jarní tracheidy – tenkostěnné buňky s četnými dvojtečkami plní vodící funkci.

Letní tracheidy - jsou tlustostěnné buňky vřetenovitého tvaru s ostrým zakončením a úzkými lumeny, které plní mechanickou (vyztužovací) funkci.

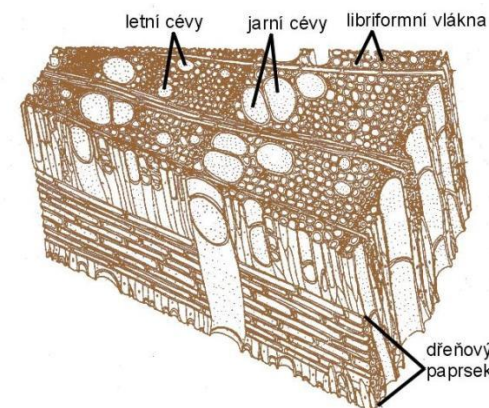
Parenchymatické buňky jehličnanů mají obdélníkový tvar. Slouží k vedení a ukládání zásobních látek (např. škrobu, tuků, bílkovin). Podílejí se na stavbě dřevných paprsků, pryskyřičných kanálků a podélného parenchymu.

STAVBA DŘEVA - MIKROSKOPICKÁ

Dřevo **listnatých** dřevin je tvořeno větším počtem různých buněk, které jsou více specializovány a přizpůsobeny své funkci při porovnání s buňkami jehličnatých dřevin.

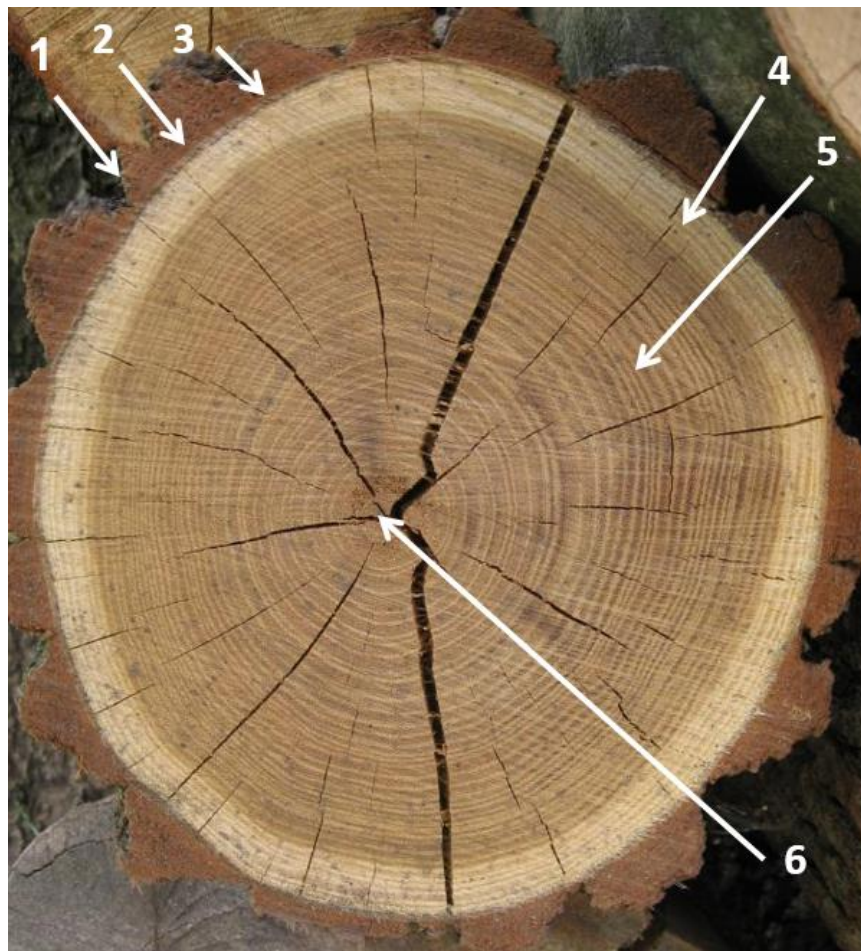
Dřevo listnáčů obsahuje následující typy buněk:

- cévy (tracheje) – vodivá funkce,
- cévice (tracheidy) – vodivá a vyztužovací funkce,
- libriformní buňky (dřevní vlákna) – vyztužovací funkce,
- parenchymatické buňky – vodivá a zásobní funkce



STAVBA DŘEVA - MAKROSKOPICKÁ

1. Kůra – nejsvrchnější část dřeva, chrání kmen před výkyvy teplot
2. Lýko – zásobuje strom živinami (produkty fotosyntézy)
3. Kambium – dělivé pletivo nacházející se mezi lýkem a dřevem (vznik nových dřevních buněk)
4. Běl – nevyzrálé dřevo, snadno podléhá hnilobě a škůdcům
5. Jádro – tmavší dřevo ve vnitřní části kmene (pevnější, tvrdší)
6. Dřeň – střed stromu
7. Letokruhy (jarní, letní)

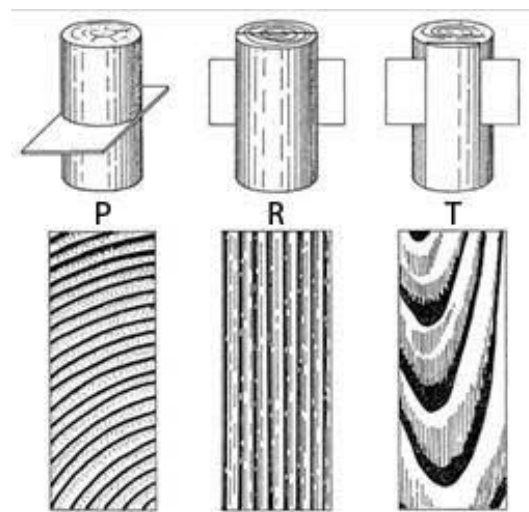


STAVBA DŘEVA – ZÁKLADNÍ VLASTNOSTI

Nehomogenní – v různých místech má různé vlastnosti.

Anizotropní – má odlišné vlastnosti v různých směrech.

Hygroskopické – má schopnost přijímat nebo odevzdávat vodu podle vlhkosti okolního prostředí.



FYZIKÁLNÍ VLASTNOSTI

Vlastnosti, které lze získat bez narušení chemického složení a celistvosti posuzovaného materiálu – nedestruktivním testováním.

Vlhkost

Vlhkost dřeva je dána množstvím vody obsaženým ve dřevě (poměr hmotnosti vody a dřevní sušiny).

Měření vlhkosti:

- laboratorní měření – váhová metoda;
- elektrické vlhkoměry.



FYZIKÁLNÍ VLASTNOSTI

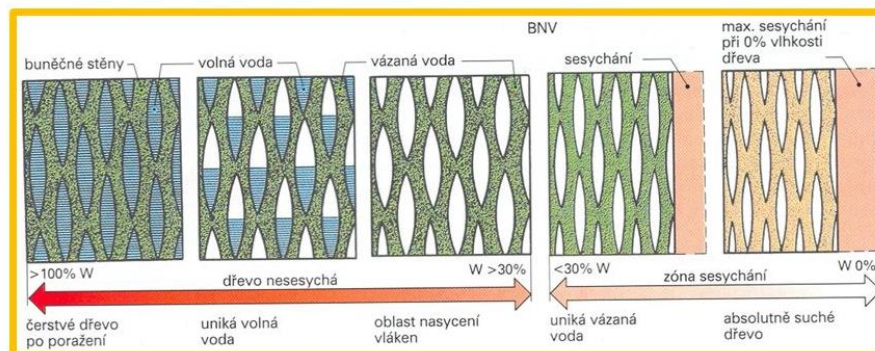
Vlhkost

V dřevní hmotě se nachází 3 typy vod: voda volná, voda vázaná a voda chemicky vázaná.

Volná voda vyplňuje ve dřevě lumény buněk a mezibuněčné prostory. Ve dřevě je přítomna jen za předpokladu výskytu vázané vody – při vlhkosti nad 30% do maximální vlhkosti cca 150 – 200%.

Vázaná voda se nachází v buněčných stěnách. Ve dřevě se nachází při vlhkosti 0 – 30%.

Chemicky vázaná voda je součástí chemických sloučenin a ze dřeva se nedá odstranit sušením, ale jen spálením.



FYZIKÁLNÍ VLASTNOSTI

Vlhkost (sesychání)

Dřevo je hygroskopický materiál, tj. jeho obsah vlhkosti závisí na relativní vlhkosti vzduchu okolního prostředí.

Relativní vlhkost vzduchu	Obsah vlhkosti ve dřevě
0%	0%
25%	5%
50%	9%
75%	14%
99%	23-30%



FYZIKÁLNÍ VLASTNOSTI

Objemová hmotnost

Objemová hmotnost dřeva (hustota) je vlastnost plně závislá na jeho vlhkosti.

Základní vlhkosti dřeva:

hustota dřeva v suchém stavu ($w = 0\%$)

hustota dřeva při 12% vlhkosti ($w = 12\%$)

hustota dřeva vlhkého ($w > 0\%$)

Dle hustoty při 12% vlhkosti rozeznáváme dřevo
s hustotou:

nízkou (do cca 540 kg.m^{-3}) – borovice, smrk, jedle, ...

střední (do cca 750 kg.m^{-3}) – buk, dub, modřín, ...

vysokou ($> 750 \text{ kg.m}^{-3}$) – habr, akát, ...



FYZIKÁLNÍ VLASTNOSTI

Objemová hmotnost

Nízká hmotnost a výborné mechanické vlastnosti (porovnání na jednotku hmotnosti).

Materiál	Hmotnost [kg.m^{-3}]
Dřevo – měkké	350 - 500
Dřevo - tvrdé	500 - 800
Zdivo	1 800
Železobeton	2 500
Sklo	2 500
Ocel	7 800

Materiál	Dřevo	Beton	Ocel
Pevnost v tahu 	2250	10	509
Pevnost v tlaku 	950	100	445
Pevnost v ohybu 	2800	7	182

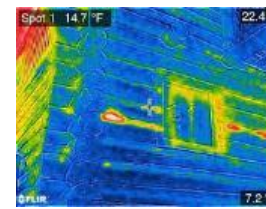
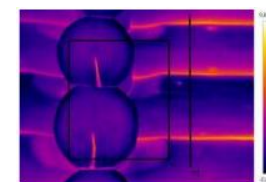
FYZIKÁLNÍ VLASTNOSTI

Tepelná vodivost

Tepelná vodivost - schopnost dané látky vést teplo.

Dřevo má malou objemovou hmotnost, je pórovité a tepelná vodivost vlastní dřevní hmoty je malá.

Materiál	Tepelná vodivost [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]
Dřevo – kolmo na vlákna	0,12 – 0,18
Dřevo rovnoběžně s vlákny	0,25 – 0,45
Zdivo	0,7
Beton	0,93
Sklo	1,05
Ocel	20



FYZIKÁLNÍ VLASTNOSTI

Akustické vlastnosti

Akustickými vlastnostmi jsou především zvuková vodivost, pohltivost a průzvučnost.

Orientační průměrná zvuková vodivost dřeva je 4500 m.s-1 v podélném směru vláken a 1000 m.s-1 napříč vláken.

Zvuková pohltivost dřeva v procentech dopadající energie je přibližně 50%.

Zvuková průzvučnost vyjádřená úbytkem intenzity zvuku při průchodu materiálem je u dřeva tl. 50 mm 27 dB a u překližky tl. 12 mm 23 dB.



MECHANICKÉ VLASTNOSTI

Mechanické vlastnosti dřeva jsou vlastnosti pevnostního a pružnostního charakteru, které se liší v různých směrech k vláknům a udávají jeho schopnost odolávat účinkům vnějších sil. Tyto vlastnosti závisí na vlhkosti, délce trvání a charakteru zatížení dřeva a stanovují se především laboratorním destruktivním testováním dle platných normových postupů.

Pružnost dřeva

Pružnost dřeva je vratná deformace způsobená působením vnějších sil. Modul pružnosti vyjadřuje napětí, při němž se v mezích pružnosti mění parametry dřeva (s rostoucím modulem pružnosti je potřebné větší napětí k vyvolání deformací).

Dle způsobu namáhání rozlišujeme moduly pružnosti:

- normálové – E (Youngův modul pružnosti) – tah, tlak, ohyb;
- smykové – G – smyk, krut.

MECHANICKÉ VLASTNOSTI

Pevnost dřeva

Pevnost dřeva udává nevratnou deformaci prvku nebo jeho celkové porušení vlivem působení vnějších sil.

Základní pevnostní charakteristiky dřeva jsou:

- pevnost v tlaku (rovnoběžně a kolmo na vlákna),
- pevnost v tahu (rovnoběžně a kolmo na vlákna),
- pevnost v ohybu
- pevnost ve smyku.



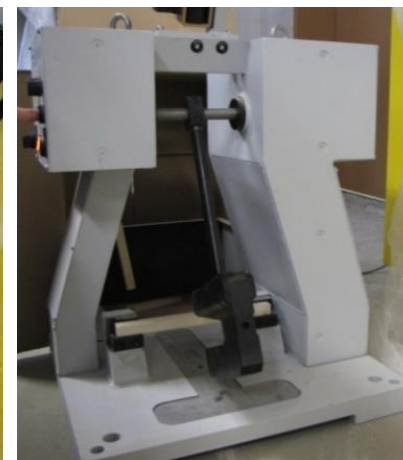
MECHANICKÉ VLASTNOSTI

Tvrdosť dřeva

Tvrdosť dřeva udává schopnost dřeva odolávat (odpor) vniknutí cizího tělesa. Tuto vlastnost ovlivňuje především úhel působící síly a směru vláken, objemová hmotnost a vlhkost dřeva.

Houževnatost dřeva

Rázová houževnatost je schopnost dřeva absorbovat práci vykonanou rázovým ohybem.



MECHANICKÉ VLASTNOSTI

EN 338 – Konštrukčné drevo – triedy pevnosti

		Jehličnaté dreviný												Listnaté dreviný							
		C14	C16	C18	C20	C22	C24	C27	C30	C35	C40	C45	C50	D18	D24	D30	D35	D40	D50	D60	D70
Pevnostní vlastnosti [N.mm ⁻²]																					
Ohyb	$f_{m,k}$	14	16	18	20	22	24	27	30	35	40	45	50	18	24	30	35	40	50	60	70
Tah rovnoběžně s vlákny	$f_{t,0,k}$	8	10	11	12	13	14	16	18	21	24	27	30	11	14	18	21	24	30	36	42
Tah kolmo na vlákna	$f_{t,90,k}$	0,6	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Tlak rovnoběžně s vlákny	$f_{c,0,k}$	16	17	18	19	20	21	22	23	25	26	27	29	18	21	23	25	26	29	32	34
Tlak kolmo na vlákna	$f_{c,90,k}$	2,0	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2	7,5	7,8	8,0	8,1	8,3	9,3	10,5	13,5
Smyk	$f_{v,k}$	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	3,4	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,5	5,0
Tuhostní vlastnosti [kN.mm ⁻²]																					
Prům. hodnota modulu pruž. rovnoběžně s vlákny	$E_{0,mean}$	7	8	9	9,5	10	11	11,5	12	13	14	15	16	9,5	10	11	12	13	14	17	20
5% kvantil modulu pruž. rovnoběžně s vlákny	$E_{0,05}$	4,7	5,4	6,0	6,4	6,7	7,4	7,7	8,0	8,7	9,4	10,0	10,7	8,0	8,5	9,2	10,1	10,9	11,8	14,3	16,8
Prům. hodnota modulu pruž. kolmo k vláknům	$E_{90,mean}$	0,23	0,27	0,30	0,32	0,33	0,37	0,38	0,40	0,43	0,47	0,50	0,53	0,63	0,67	0,73	0,80	0,86	0,93	1,13	1,33
Průměrná hodnota modulu pruž. ve smyku	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	0,59	0,62	0,69	0,75	0,81	0,88	1,06	1,25
Hustota [kg.m ⁻³]																					
Hustota	ρ_k	290	310	320	330	340	350	370	380	400	420	440	460	475	485	530	540	550	620	700	900
Průměrná hodnota hustoty	ρ_{mean}	350	370	380	390	410	420	450	460	480	500	520	550	570	580	640	650	660	750	840	1080

1) Výše uvedené hodnoty pro pevnost v tahu, pevnost v tlaku, pevnost ve smyku, 5% kvantil modulu pružnosti, průměrný modul pružnosti kolmo k vláknům a průměrný modul pružnosti ve smyku byly vypočteny na základě vztahů uvedených v příloze A EN 338 (květen, 2010)