

UNIVERZITA MATEJA BELA V BANSKEJ BYSTRICI
FAKULTA PRÍRODNÝCH VIED
Katedra techniky a technológií

Alena OČKAJOVÁ

MATERIÁLY A TECHNOLOGIE 1

Vlastnosti dreva



2007

UNIVERZITA MATEJA BELA V BANSKEJ BYSTRICI
FAKULTA PRÍRODNÝCH VIED
Katedra techniky a technológií

Alena OČKAJOVÁ

MATERIÁLY A TECHNOLOGIE 1
Vlastnosti dreva

2007

Autor: doc. Ing. Alena Očkajová, PhD.

Recenzenti: Prof. Ing. Igor Čunderlík, CSc.
Prof. Ing. Ladislav Várkoly, PhD.

Schválila edičná komisia Fakulty prírodných vied Univerzity Mateja Bela v Banskej Bystrici, dňa 5. 10. 2007 ako vysokoškolskú učebnicu pre študentov bakalárskeho štúdia na Katedre techniky a technológií.

Za obsah, formu a jazykovú úpravu zodpovedá autor.

ISBN

PREDHOVOR

Drevo je jedným zo základných prírodných materiálov, s ktorým prichádza každý jedinec do kontaktu po celý svoj život. Poznanie jeho základných vlastností je prvým predpokladom pre jeho správne využitie v jednotlivých odvetviach priemyslu a v živote človeka.

Predložená učebnica je určená pre študentov denného ako aj externého štúdia Fakulty prírodných vied UMB v Banskej Bystrici a jej cieľom je poskytnúť základné vedomosti o štruktúre dreva a jeho základných fyzikálnych a mechanických vlastnostiach.

Text učebnice je rozdelený do piatich kapitol, ktoré čitateľa oboznámia so základnými charakteristikami dreva ako prírodného materiálu, s jeho kladnými a zápornými vlastnosťami a jeho mnohorakým využitím. Každá kapitola je v úvode doplnená o kľúčové slová aj s cudzojazyčným prekladom.

V úvodnej kapitole čitateľ získa základné informácie o lesoch Slovenska, ich funkciách, percentuálnom zastúpení lesov v jednotlivých krajoch Slovenska, ako aj o percentuálnom zastúpení jednotlivých drevín a informácie o zaradení lesov do lesných vegetačných stupňov v závislosti od nadmorskej výšky.

Základná terminológia a stručná charakteristika dreva ako prírodného materiálu a výrobkov na báze dreva je náplňou druhej kapitoly.

Tretia kapitola pojednáva o strome, jeho častiach, funkciách, využití, anatomických rezoch a smeroch. Podkladom pre poznanie jednotlivých drevín, ich vlastností a možností použitia je makroskopická, mikroskopická a submikroskopická štruktúra dreva, ako aj chyby dreva, ktoré v podstatnej miere ovplyvňujú jeho využitie.

Štúdium fyzikálnych vlastností dreva je náplňou štvrtej kapitoly. Jej obsah je zameraný predovšetkým na vzťah dreva k vode (vlhkosť, navlhavosť, napúčanie, zosychanie, šúverenie), na praktické dôsledky pri nedodržaní základných zákonitostí tohto vzťahu a na hustotu dreva a jej význam pre prax.

Hlavnou náplňou poslednej kapitoly sú mechanické vlastnosti dreva – pružnosť, pevnosť, plasticosť, húževnatosť ako základné mechanické vlastnosti a tvrdosť a rázová húževnatosť ako odvodené mechanické vlastnosti. Z praktického hľadiska je dôležité poznať anizotropiu týchto vlastností v celom objeme dreva ako aj v jednotlivých smeroch, základné druhy namáhania – ťah, tlak, ohyb a šmyk, príklady praktického využitia. V závere kapitoly je spomenutá ohýbateľnosť dreva ako jedna z technologických vlastností dreva.

Na záver by som sa chcela poďakovať za cenné rady a pripomienky k napísanému textu recenzentom, prof. Ing. Igorovi Čunderlíkovi, CSc. a prof. Ing. Ladislavovi Várkolymu, CSc.

OBSAH

1 LES NIELEN AKO ZDROJ DREVA	11
1.1 Lesy Slovenska	12
1.2 Kategórie lesov Slovenska	14
1.3 Lesné vegetačné stupne.....	15
2 DREVO A DREVNÉ MATERIÁLY	17
2.1 Surové drevo.....	18
2.2 Dyhy a preglejované materiály	20
2.3 Aglomerované materiály	21
3 ŠTRUKTÚRA A CHYBY DREVA	25
3.1 Strom a jeho časti.....	26
3.2 Rast stromu	30
3.3 Fyziologické procesy v kmeni.....	31
3.4 Rezy a smery v dreve	31
3.5 Makroskopická štruktúra dreva.....	33
3.6 Mikroskopická štruktúra dreva.....	40
3.61 Bunkové elementy ihličnatého dreva	41
3.62 Bunkové elementy listnatého dreva.....	41
3.63 Anatomická stavba na rezoch ihličnatých drevín	42
3.64 Anatomická stavba na rezoch listnatých drevín	43
3.65 Životnosť buniek a tvorba pravého jadra	44
3.7 Submikroskopická štruktúra dreva	44
3.71 Rastlinná bunka.....	44
3.72 Štruktúra bunkovej steny drevného vlákna	45
3.73 Elementárne a chemické zloženie dreva.....	47
3.8 Chyby dreva	49
3.81 Hrče a trhliny.....	49

3. 82	Chyby tvaru a štruktúry dreva	51
3. 83	Poškodenie dreva hubami.....	54
3. 84	Sfarbenie dreva neorganického pôvodu	55
3. 85	Nepравé jadro	55
3. 86	Poškodenie dreva hmyzom.....	56
4	FYZIKÁLNE VLASTNOSTI DREVA	59
4. 1	Vlhkosť dreva.....	60
4. 2	Hustota dreva	67
4. 3	Ostatné fyzikálne vlastnosti dreva	69
5	MECHANICKÉ VLASTNOSTI DREVA.....	73
5. 1	Základné mechanické vlastnosti dreva a druhy namáhania	74
5. 2	Napätie a deformácie vznikajúce pri zaťažovaní dreva	76
5. 3	Pevnosť dreva.....	80
5. 4	Technologické vlastnosti dreva	87
	PRÍLOHA	89

ZOZNAM SKRATIEK A SYMBOLOV

Symbol	Jednotka
$a_{i \max}$	– lineárny rozmer v ťubovoľnom smere, plocha, objem pred zoschnutím/po napučaní
$a_{i(w)}$	– lineárny rozmer v ťubovoľnom smere, plocha, objem po zoschnutí
a_{i0}	– lineárny rozmer v ťubovoľnom smere, plocha, objem v suchom stave
AS; l	– axiálny smer
B	– beľ
BNV	– bod nasýtenia vlákien
D	– stržeň
DL	– stržňový lúč
DTD	– drevotriesková doska
DVD	– drevovláknitá doska
J	– jadro
JD	– jarné drevo
K	– kambium
L	– lyko
LD	– letné drevo
M	– membrána
OSB	– doska z orientovaných triesok (Oriented Strand Board)
P_1, P_2	– vrstvy primárnej steny
PR	– priečny rez
R	– ročné kruhy
RR	– radiálny rez
RS; r	– radiálny smer
S_1, S_2, S_3	– vrstvy sekundárnej steny
SL	– stredná lamela
TR	– tangenciálny rez
TS; t	– tangenciálny smer
ε_p	– pružná deformácia
ε_{pl}	– plastická deformácia
$\varepsilon_{\dot{e}}$	– deformácia pružná v čase
a	– koeficient teplotnej vodivosti [m ² ·s ⁻¹]
a, b	– priečne rozmery telesa [mm]
A	– rázová húževnatosť v ohybe [J·cm ⁻²]
c	– špecifická tepelná kapacita [J·kg ⁻¹ ·K ⁻¹]
d	– priemer odtlačenej plochy v dreve [mm]
D	– priemer guľôčky [mm]
E	– Youngov modul pružnosti [MPa]
F	– zaťažujúca sila [N]
$F_{\max}$	– maximálna hodnota zaťažujúcej sily [N]
h	– hrúbka skúšobného telesa [mm]
H _B	– tvrdosť podľa Brinella [MPa]

Symbol		Jednotka
l	– dĺžka šmykovej plochy	[mm]
l_0	– vzdialenosť medzi stredmi podpier	[mm]
m_0	– hmotnosť dreva v absolútne suchom stave	[kg]
m_v	– hmotnosť vody	[kg]
m_w	– hmotnosť dreva pri vlhkosti w	[kg]
p	– pórovitosť dreva	[%]
Q	– množstvo tepla	[J]
Q	– práca spotrebovaná na porušenie skúšobného telesa	[J]
S	– plocha toku; plocha	[m ² ; mm ²]
$t_{1,2}$	– teploty povrchových plôch	[°C]
V	– objem dreva	[m ⁻³]
V_0	– objem dreva pri nulovej vlhkosti	[m ⁻³]
$V_{\max}$	– maximálny napučený objem dreva	[m ⁻³]
V_p	– objem pórov v dreve	[m ⁻³]
V_w	– objem dreva pri vlhkosti w	[m ⁻³]
w	– vlhkosť dreva	[%]
w_a	– absolútna vlhkosť dreva	[%]
w_r	– relatívna vlhkosť dreva	[%]
$x_{1,2}$	– súradnice povrchových plôch	[m]
α_i	– zosychanie dreva	[%]
α_r	– zosychanie dreva v radiálnom smere	[%]
α_t	– zosychanie dreva v tangenciálnom smere	[%]
α_l	– zosychanie dreva v pozdĺžnom smere	[%]
β_i	– napúčanie dreva	[%]
ε_1	– pomerná pružná deformácia – predĺženie	[-]
ε_2	– pomerná pružná deformácia – skrátenie	[-]
λ	– koeficient tepelnej vodivosti	[W·m ⁻¹ ·K ⁻¹]
μ	– Poissonovo číslo	[-]
Δv	– rozdiel teplôt	[K]
ρ_0	– hustota dreva v absolútne suchom stave	[kg·m ⁻³ ; g·cm ⁻³]
ρ_s	– hustota drevnej substancie	[kg·m ⁻³]
ρ_w	– hustota dreva pri vlhkosti w	[kg·m ⁻³ ; g·cm ⁻³]
$\rho_{r\check{c}}$	– redukovaná hustota dreva v čerstvom stave	[kg·m ⁻³]
ρ_{rw}	– redukovaná hustota dreva	[kg·m ⁻³]
σ	– normálové napätie	[MPa]
τ	– čas trvania tepelného toku	[s]
τ	– tangenciálne napätie	[MPa]

1 LES NIELEN AKO ZDROJ DREVA

Lesy dýchajú našimi pľúcami, tečú našimi vodovodnými kohútikmi, sú našim chlebom, príbytkom a nádejou.

Sú chrámom harmónie a zdravia.

Poznávajme ich. Chráňme. A milujme ich.

Stromy sú krásne.

Stromy sú užitočné.

Stromy sú nenahraditeľné.

(Stromy poznania, Lesy SR, š.p. Banská Bystrica)

Úvodná kapitola oboznamuje čitateľa so základnou terminológiou a stručnou charakteristikou týkajúcou sa lesa, jeho funkciami a dôležitosťou pre človeka a ľudstvo ako celok. Les nie je len zdrojom drevnej suroviny ale má mnoho ďalších významných funkcií.

Produkcia dreva

Na Slovensku sa nachádzajú desiatky druhov drevín. Medzi najrozšírenejšie a najdôležitejšie patrí smrek, jedľa a borovica z ihličnatých drevín a buk a dub z listnatých drevín. Ročne prirastie približne 5 321 500 m³ ihličnatého a listnatého dreva.

Pitná voda

Lesy Slovenska trvale zadržiavajú a postupne nám dodávajú 4,5 miliardy m³ vody, čo je 4 krát viac, ako obsahujú všetky naše vodné nádrže.

Kyslík

1 ha lesa trvalo zásobuje kyslíkom 25 ľudí.

Čistý vzduch

1 ha lesa zachytí ročne 32 ton prachu. V 1 m³ mestského vzduchu je 36 000 choroboplodných baktérií, v lesnom vzduchu len 500.

Pôda

Vytvorenie 60 cm úrodnej pôdnej vrstvy trvá 7 000 rokov. Na 1 m² lesnej pôdy sa nachádza 1000 m koreňov, ktoré pôdu chránia pred eróziou.

Kľúčové slová:

les, ihličnatý strom, listnatý strom, smrek, jedľa, borovica, buk, dub, hrab, jaseň, javor, jelša, lipa, vrbica, topoľ

forest, coniferous tree, deciduous tree, spruce, fir, pine, beech, oak, hornbeam, ash, maple, alder, lime tree, willow, poplar

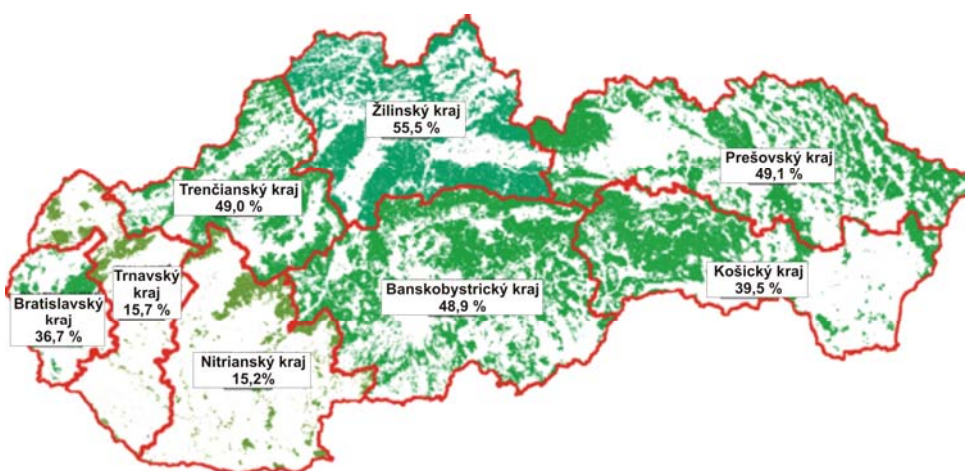
Wald (m), Nadelbaum (m), Laubbaum (m), Fichte(f), Tanne (f), Kiefer (f), Buche (f), Eiche (f), Weißbuche (f), Esche (f), Ahorn (m), Erle (f), Linde (f), Weide (f), Pappel (f)

1.1 Lesy Slovenska

Rozloha lesov na Slovensku je 1 978 057 ha a predstavuje takmer 41 % výmery krajiny. Slovensko patrí medzi najlesnatejšie európske krajiny. Najlesnatejší je stredoslovenský región, má zalesnenú takmer polovicu plochy – 47,6 % , nasleduje východoslovenský región – 33,2 % a západoslovenský región s výmerou lesov – 19,2 % (1.1).

Na obrázku 1.1 je percentuálne zastúpenie lesov v jednotlivých krajoch Slovenska.

Najucelenejšie lesné komplexy sú spravidla na pôdach, ktoré sa nedajú poľnohospodársky využívať, napr. Vihorlat a Slánske vrchy majú lesnatosť 90 %, Malé Karpaty 80 %, Vtáčnik 70 %, Vysoké a Nízke Tatry, Malá Fatra a Považský Inovec 60 – 65 %, Krupinská vrchovina iba 25 %, nížiny a kotliny 10 – 15 % (1.2).



Obrázok 1.1 Lesnatosť v Slovenskej republike (1.3)

Z hľadiska drevinového zloženia zaberajú (1.3):

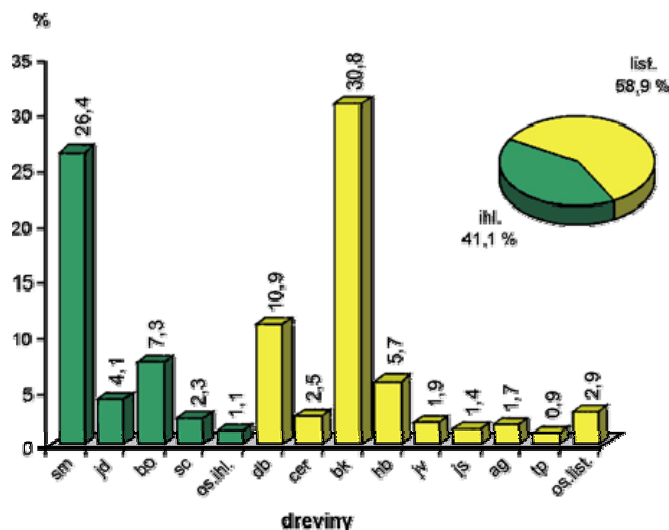
- ihličnaté dreviny – 41,1 %,
- listnaté dreviny – 58,9 %.

Z ihličnatých drevín má stále vysoké zastúpenie smrek – 26,4 %, pre lesné hospodárstvo sú významné aj jedľa – 4,1 %, borovica a smrekovec.

Z listnatých drevín má najvyššie zastúpenie buk 1/3 a duby. Zastúpenie buka je veľmi vysoké. Podiel lesných ekosystémov s jeho pôvodným zastúpením v slovenských lesoch dosahuje až 86 %, čo nemá obdobu v Európe. Buk má veľký význam pre drevospracujúci priemysel, ale aj veľký vodohospodársky význam a funkciu v stabilite ekosystémov.

Buk rastie často v zmiešaných porastoch s jedľou a smrekom – takéto zmiešanie dostalo v medzinárodnej odbornej literatúre názov „**karpatská zmes**“ (1.1).

Popri domácich druhoch drevín sa pri pestovaní lesa využívajú i mnohé introdukované dreviny – agát biely, borovice, topole, obrázok 1.2.



Obrázok 1.2 Zastúpenie drevín v lesoch Slovenska (1.3):

sm – smrek, jd – jedľa, bo – borovica, sc – smrekovec, os.ihl. – ostatné ihličnaté dreviny, db – dub, cer – dub cerový, bk – buk, hb – hrab, kv – javor, js – jaseň, ag – agát, tp – topol, os. list. – ostatné listnaté dreviny

Plánovaná ťažba (etát) predstavuje 5 – 7 mil. m³ ihličnatého a listnatého dreva. Prvoradým cieľom kvalitného hospodárenia s drevnou hmotou by mal byť princíp **trvale udržateľného rozvoja**.

Zásada trvalosti vyžaduje, aby za vyťažený porast v určitom veku (vhodný na ťažbu, okolo 100-ročný), stál na budúci rok k dispozícii na ťažbu ďalší porast dnes 99 – ročný, za ním 98-ročný atď. Len za predpokladu vytvorenia následnosti porastov môže les trvale a rovnomerne plniť svoje produkčné poslanie.

Možnosti obnovy lesa sú úpravou plochy pôvodného lesa a výsadbou malých stromčekov (sadeníc) – **pestovaný les** alebo sa les obnoví z vypadnutých semien alebo pňových výmladkov – **výmladkový les**.

Zdroj rozporov ochrany prírody a lesného hospodárstva:

- riadenie a výkony komplikuje mimoriadne dlhá výrobná doba (vyše 100 rokov),
- celý výrobný proces je veľmi zložitý – drevo je výrobkom 3 – 4 predchádzajúcich generácií lesníkov a nie lesníka, ktorý strom vyťažil,
- zložité prírodné podmienky – strmé svahy, terénne prekážky, využívanie nevhodných mechanizmov – to spôsobilo tvorbu erózných rýh, poškodzovanie prirodzeného zmladenia, poškodzovanie stojacich stromov, kontaminácie lesných stanovísk výfukovými plynmi a olejmi (1.2).

1.2 Kategórie lesov Slovenska

Lesy na Slovensku sa delia do nasledovných kategórií (1.4):

- lesy hospodárske,
- lesy ochranné,
- lesy osobitného určenia.

Lesy hospodárske – táto kategória zahŕňa lesné porasty, ktorých prvoradou funkciou je produkcia dreva (ale aj produkcia zveriny, produkcia lesných plodov, liečivých rastlín, húb a pod.). Okrem produkčnej funkcie plnia lesy aj iné funkcie ale ich význam je nižší.

Lesy ochranné – hlavnou funkciou týchto lesov je chrániť pôdu (pod porastom, prípadne vedľa porastu – vetrolamy), brehovú čiaru alebo nižšie položené porasty.

Ochranné lesy majú ešte aj ďalšie funkcie – vodohospodársku – ovplyvňuje množstvo a kvalitu vody, klimatizačnú – klimatické, filtračné a vzduch čistiace účinky.

Miera významnosti produkčnej funkcie je u týchto lesov znížená, pretože **pôdoochranná (protierózna) funkcia je nadradená všetkým ostatným funkciám lesa**, obrázok 1.3.



Obrázok 1.3 Erózia pôdy (1.5)

Dlhé roky prevažovala tendencia ponechávať tieto porasty úplne bez zásahu. No vplyvom nepriaznivých zmien životného prostredia a často aj nevhodnej štruktúry a drevinového zloženia je potrebné aj v týchto lesoch hospodáriť.

Lesy ochranné sa delia na:

- **lesy na mimoriadne nepriaznivých stanovištiach** – hlavná funkcia je ochrana pôdy pred eróziou, prípadne pred zamokrením (sutiny, skalnaté hrebene a úžľabiny, svahy s plytkou pôdou),

- **vysokohorské lesy pod hornou hranicou stromovej vegetácie** – hlavnou funkciou týchto porastov je ochrana nižšie ležiacich porastov a pozemkov pred lavínami a vo väčšine prípadov aj ochrana pôdy,
- **lesy v pásme kosodreviny** – hlavnou funkciou týchto porastov je ochrana nižšie ležiacich porastov a pozemkov pred lavínami ako aj ochrana pôdy,
- **ostatné lesy s prevažujúcou funkciou ochrany pôdy** – hlavnou funkciou je ochrana pôdy pred eróziou na rôznych zdegradovaných stanovištiach – výmole, zosuvy a pod.

Lesy osobitného určenia plnia osobitné verejnoprospešné funkcie a delia sa na:

- **lesy v ochranných pásmach vodných zdrojov** I. a čiastočne aj II. stupňa – hlavnou funkciou lesov je zabezpečiť kvalitu vody u vodných zdrojov – je to úzky pás lesa okolo samotnej nádrže, ktorý chráni vodnú hladinu pred znečistením vetrom alebo splavovaním pôdy, preto sú žiadúce len ihličnaté dreviny,
- **lesy v ochranných pásmach prírodných liečivých zdrojov a zdrojov stolových minerálnych vôd, kúpeľné lesy a lesy v okolí zariadení zdravotnícko-preventívnej starostlivosti** – táto subkategória zlučuje 2 navzájom si odporujúce kategórie - ochrana zdrojov liečivých a minerálnych vôd – vodoochranná funkcia a funkcia rekreačná,
- **prímestské lesy a ďalšie lesy s významnou zdravotno-rekreačnou funkciou** – prímestské rekreačné lesy, lesy v okolí rekreačných stredísk, chatových osád, turistických chodníkov a ciest,
- **lesy v uznaných zverníkoch a samostatných bažantniciach** – hlavnou funkciou je zabezpečiť záujmy poľovného hospodárstva (plodonosné dreviny, húštiny, porasty s hojnou spodnou etážou ako miesta úkrytu, ohryzové políčka....) – **poľovnú funkciu** plní do určitej miery väčšina lesov Slovenska, ale **nikde inde nie je prvoradá**,
- **lesy v chránených územiach a iné časti lesov významné z hľadiska ochrany prírody** – hlavná funkcia je ochrana prírody t.z. **funkcia konzervačná**, tieto porasty sa ponechávajú úplne bez zásahu a sú to prírodné rezervácie, prírodné pamiatky, chránené areály, národné parky, chránené krajinné oblasti,
- **časti lesov na lesnícky výskum, výučbu lesníckych škôl a učilišť** – plnia výchovno-výskumnú úlohu, to znamená, že slúžia na skúšanie, overovanie a predvádzanie rozličných (vrátane chybných) spôsobov hospodárenia,
- **lesy, ktoré sú nevyhnutné pre potreby obrany štátu podľa osobitných predpisov** (vojenské lesy).

1.3 Lesné vegetačné stupne

Charakter lesov Slovenska je výrazne ovplyvňovaný nadmorskou výškou. Rozlišuje sa 8 výškových zón – lesných vegetačných stupňov (1.2).

Lesný vegetačný stupeň (lvs) má rozhodujúci vplyv na „prirodzené“ resp. ekologicky najvhodnejšie drevinové zloženie lesných porastov (1.6).

Lesné vegetačné stupne:

1. lvs – dubový (nížinný stupeň, 200 – 300 m n.m.)

Tento vegetačný stupeň sa v prvom rade vyznačuje dominanciou duba (zimného, cérového alebo plstnatého) a neúčastou buka, ktorý tu nie je schopný rásť pre nedostatok vlhkosti.

2. lvs – bukovo-dubový (pahorkatinný stupeň, 400 – 500 m n.m.)

Tento vegetačný stupeň je charakterizovaný dominanciou duba (prevažne zimného) a spoluúčastou buka, neschopného utláčať dub. V tomto vegetačnom stupni dochádza teda k stretu 2 silných kompetítorov – duba a buka, dominantný je tu ešte dub.

3. lvs – dubovo-bukový (podhorský stupeň, 600 – 700 m n.m.)

Tento vegetačný stupeň je charakterizovaný dominanciou buka a prirodzenou spoluúčastou duba schopného tu ešte prežívať bez pomoci hospodárenia, jednoznačne dominantný je tu buk.

4. lvs – bukový (horský stupeň, 1100 – 1200 m n.m.)

Tento vegetačný stupeň je charakterizovaný výraznou dominanciou buka, ktorý takmer znemožňuje významnejšiu účasť ďalších drevín.

5. lvs – jedľovo-bukový (vyšší horský stupeň, cca 1550 m n.m.)

Tento vegetačný stupeň je charakterizovaný spoludominanciou buka a jedle, miestami aj spoludominanciou 3 hlavných drevín – buka, jedle a smreka.

6. lvs – smrekovo-bukovo-jedľový (nižší vysokohorský stupeň, 1800 – 1850 m n.m.)

Tento vegetačný stupeň je charakterizovaný spoludominanciou 3 hlavných drevín – buka, jedle a smreka.

7. lvs – smrekový (vysokohorský stupeň)

Tento vegetačný stupeň je charakterizovaný úplnou dominanciou smreka, v oblasti Vysokých a Západných Tatier sa vyskytujú hojne aj smrekovec a limba.

8. lvs - kosodrevinový

Tento vegetačný stupeň je charakterizovaný úplnou dominanciou kosodreviny.

Zoznam bibliografických odkazov – kapitola 1

- 1.1 Bublinec, E.: Lesné ekosystémy Slovenska. Zvolen: Ustav ekológie lesa SAV. [cit. 2007-01-09]. Dostupné na internete: <http://www.sazp.sk/slovak/periodika/enviromagazin/envito0/lesne.html>
- 1.2 Oszlanyi, J. a kol.: Aspekty implementácie národnej ekologickej siete Slovenska. 2. kapitola. Národná ekologická sieť a lesné hospodárstvo. Nadácia IUCN, Svetová únia ochrany prírody, Slovensko. Európsky program IUCN. [cit. 2007-01-09]. Dostupné na internete: <http://www.seps.sk//zp/iucn/projekty/nnp/nnpkap2.htm>
- 1.3 Zastúpenie drevín. Zvolen: Lesoprojekt. [cit. 2007-01-09]. Dostupné na internete: http://www.lesoprojekt.sk/lesop_sub/skladacka/subory/zastupeniedrevin.html
- 1.4 Schwarz, M.: Kategórie a subkategórie lesov. Zvolen: Lesoprojekt. [cit. 2007-01-09]. Dostupné na internete: <http://www.lesoprojekt.sk/>
- 1.5 Wikipedia the free encyclopedia. [cit. 2007-01-09]. Dostupné na internete: <http://www.wikipedia.org>
- 1.6 Zaradenie do lesného vegetačného stupňa. Zvolen: Lesoprojekt. [cit. 2007-01-09]. Dostupné na internete: <http://www.lesoprojekt.sk/>

2 DREVO A DREVNÉ MATERIÁLY

Kapitola drevo a drevné materiály oboznamuje čitateľa so základnou terminológiou a stručnou charakteristikou dreva ako prírodného materiálu a výrobkov na báze dreva, s ktorými sa bude stretávať pri ďalšom štúdiu tohto zaujímavého materiálu.

Drevo (2.1) predstavuje pružný, pevný a pritom ľahký materiál, ktorý má dobré tepelnoizolačné vlastnosti, je schopný znášať veľké zaťaženie, tlmiť vibrácie, ľahko sa opracúva reznými nástrojmi, možno ho spájať, spevňovať kovovými a inými výplňami. Drevo má pôsobivé dekoračné vlastnosti a niektoré druhy dreva majú aj výborné rezonančné vlastnosti.

Nežiadúce vlastnosti dreva ako je zmena vlastností, nerovnorodá štruktúra, anizotropia, prítomnosť chýb, zosychanie, napúčanie, šúverenie, praskanie, degradácia mikroorganizmami a horenie sa prejavia pri opracovaní len mechanickou cestou.

Odstránenie nežiadúcich vlastností dreva sa do značnej miery realizuje cestou chemicko – mechanického a chemického spracovania na listové a doskové materiály – papier, lepenku, drevovláknité dosky (DVD) a drevotrieskové dosky (DTD), dyhy alebo úpravou dreva antiseptikami, antipyrénmi, lisovaním a plastifikáciou, čím sa modifikujú vlastnosti dreva, ktoré sa stáva odolné voči ohňu a biologickým škodcom, má vyššiu pevnosť, nižšiu hygroskopicitu.

Drevo je najvšestrannejší a najpoužívanější materiál (priemysel, stavebníctvo, poľnohospodárstvo, každodenný život). Pre svoj prírodný charakter, prirodzenú kresbu, priaznivé fyzikálne vlastnosti je čoraz žiadanejší prvok životného prostredia. Tým, že sa drevo ľahko opracúva reznými nástrojmi stalo sa a stále je prostriedkom na vyjadrenie umeleckých predstáv a estetického cítenia človeka (historické pamiatky z dreva, sochy, oltáre, drevené stavby, kostolíky, časti hradov).

Kľúčové slová:

drevo, guľatina, výrez, rezivo, prírez, drevina, doska, drevotriesková doska (DTD), drevovláknitá doska (DVD), dyha, preglejka, latovka

wood, logs (round timber), log (block), sawn wood, dimension stock (blank), wood species, board, particleboard, fibreboard, veneer, plywood, blockboard

Holz (n), Rundholz (n), Block (m), Schnittholz (n), Zuschnitt (m), Holzart (f), Platte (f), Holzspanplatte (f), Holzfaserplatte (f), Furnier (n), Furnierplatte (f), Verbundplatte (f)

2. 1 Surové drevo

Surové drevo je charakterizované ako zoŕatý, odvetvený, prípadne odkôrnený kmeň, určený pre mechanické, chemické a iné spracovanie.

Kvantitatívne a kvalitatívne vlastnosti surového dreva stanovuje norma STN 480050 (2.2).

Ihličnaté a listnaté drevo sa dodáva podľa:

- tried akosti a sortimentov,
- drevín (alebo skupiny drevín),
- stupňa odkôrnenia,
- rozmerov.

Triedy akosti a sortimenty

Podľa výskytu a prípustnosti základných chýb dreva (hrče, trhliny, chyby tvaru kmeňa, chyby štruktúry dreva, chyby spôsobené hubami, poškodenie hmyzom, poškodenie cudzopasnými rastlinami) sa sortimenty surového dreva zatriedujú do 6. akostných tried:

- výrezy I. triedy (dyhárenské výrezy na výrobu dekoratívnych dýh, rezonančné výrezy pre výrobu hudobných nástrojov, špeciálne priemyslové výrezy na výrobu technických potrieb),
- výrezy II. triedy (preglejkárenské výrezy, zápalkárenské výrezy, sudárenské výrezy, priemyslové výrezy na výrobu športových, technických potrieb),
- výrezy III. triedy (piliarske výrezy, podvalové výrezy, stĺpové výrezy, špeciálne banské výrezy, výrezy pre stavebné účely),
- výrezy IV. triedy (banské výrezy určené najmä na výstuže, žrďovina, drevo pre výrobu drevoviny),
- drevo V. triedy (vlákninové a ostatné priemyslové drevo, netriedené listnaté drevo),
- drevo VI. triedy (lesné štiepky, surové kmene, výmetová guľatina).

Dreviny alebo skupiny drevín:

- ihličnaté sortimenty (smrek, jedľa, borovica, smrekovec),
- listnaté tvrdé sortimenty (buk, dub, jaseň, javor, hrab, brest),
- listnaté mäkké sortimenty (topoľ, lipa, jelša, vrbá).

Stupeň odkôrnenia:

- v kôre (neodkôrnený sortiment môže mať kôru miestami prerušovanú),
- odkôrnenie do hnedá (kôra je ručne alebo strojovo odstránená s ponechaním lyka, prípadne aj zbytkami kôry, na ktorých borka musí byť aspoň porušená),
- odkôrnené do polobiela (kôra je dokonale odstránená s ponechaním lyka do 50 %),
- odkôrnené do biela (kôra aj lyko sú úplne odstránené).

Rozmery

Najdôležitejšie rozmery sú hrúbka a dĺžka. Hrúbky sortimentov sú dôležité bez kôry a teda v mieste merania sa musí odkôrniť alebo sa musí urobiť korekcia na kôru. Do 19 cm sa

meria hrúbka 1- krát, pri hrúbke nad 20 cm sa meria 2 - krát, kolmo na seba a výsledkom je aritmetický priemer.

Hrúbka sa meria na viacerých miestach pre možnosť zaradenia daného kusa do určitého sortimentu – **hrúbka čapová** (udáva najmenšiu hrúbku daného kusa na tenkom konci výrezu), **hrúbka stredová** (meria sa v strede dĺžky výrezu), **hrúbka čela** (udáva najväčšiu hrúbku daného kusa), **hrúbka 1 m od čela** je dôležitá pre sortimenty, ktoré sa nebudú v ďalšom stupni pozdĺžne rozrezávať (2.3). Hrúbky výrezov stúpajú po 0,01 m.

Dĺžky výrezov stúpajú obecné po 0,10 m, iné stúpanie dĺžok u jednotlivých sortimentov stanovuje predmetná norma.

V norme STN 490000-1 (2.4) sú uvedené definície pre jednotlivé sortimenty dreva.

Gulatina je surový kmeň alebo sortiment získaný priečnym delením kmeňa a konárov.

Výrez je sortiment gulatiny, vyhovujúci technickým požiadavkám na spracovanie v daných technológiách, obrázok 2.1.



Obrázok 2.1 Výrezy (2.5)

Rezivo sú piliarske výrobky stanovených druhov, rozmerov a kvality, minimálne s dvoma rovnobežnými plochami, obrázok 2.2.

Rezivo sa získava porezom výrezov (2.6), čo je komplex technologických operácií, ktorými sa špecifikované piliarske výrezy spracovávajú pozdĺžnym delením na:

- **rezivo doskové** (omietané, neomietané, hrúbka je ≤ 100 mm, šírka je rovnaká alebo väčšia ako dvojnásobok hrúbky) – dosky, fošne, krajnicové dosky, krajnice,
- **rezivo hranené** (je rezivo pravouhlého priečneho prierezu) – hranol, hranolček, lata, lišta,

- **rezivo polohranené** (je dvojstranne rezaným rezivom s oblými bokmi) – drevené podklady, kde je hrúbka < 100 mm a trámy s hrúbkou > 100 mm.



Obrázok 2.2 Rezivo omietané, neomietané (2.7)

Prírez je polovýrobok, určený na výrobu dielca, ktorého rozmery sú zväčšené o príslušnú nadmieru.

2.2 Dyhy a preglejované materiály

Názvy a definície používané pri výrobe a používaní dekoračných dýh, konštrukčných dýh a preglejovaných výrobkov v drevárskom a nábytkárskom priemysle sú dané v normách STN EN 313 – 1 (2.8) a STN EN 313 – 2 (2.9) a literatúre (2.10).

Dyha je tenká vrstva dreva, maximálnej hrúbky 7 mm, ktorá môže byť vyrobená centrickým alebo excentrickým lúpaním, krájaním alebo pílením.

Zosadená dyha alebo zosadenka je dyha zlepená alebo iným spôsobom spojená hranami.

Preglejka je doska vytvorená zlepením troch alebo viacerých dyhových listov, pričom smer vlákien susedných vrstiev je spravidla na seba kolmý. V preglejke vyváženej konštrukcie sú vrstvy symetrické k stredu, vyrobené z rovnakej drevinu, rovnakým spôsobom, majú rovnakú hrúbku a rovnobežný smer vlákien.

Dyhová lamela je doska vytvorená zlepením troch alebo viacerých dyhových listov, pričom smer vlákien susedných vrstiev je rovnaký, zvyčajne rovnobežný s dĺžkou lamely, obrázok 2.3.

Latovka je preglejovaná doska vyrobená s jadrom z masívneho dreva.



Obrázok 2.3 Preglejky a ohýbaná dyhová lamela (2.11)

2.3 Aglomerované materiály

Drevovláknitá doska je podľa normy STN EN 316 (2.12) doskový materiál s hrúbkou 1,5 mm alebo väčšou, vyrábaný z lignocelulózových vlákien pôsobením teploty a (alebo) tlaku. Väzba vlákien vzniká buď splstením vlákien a ich vlastnou lepivosťou alebo pridaním syntetického spojiva, obrázok 2.4.

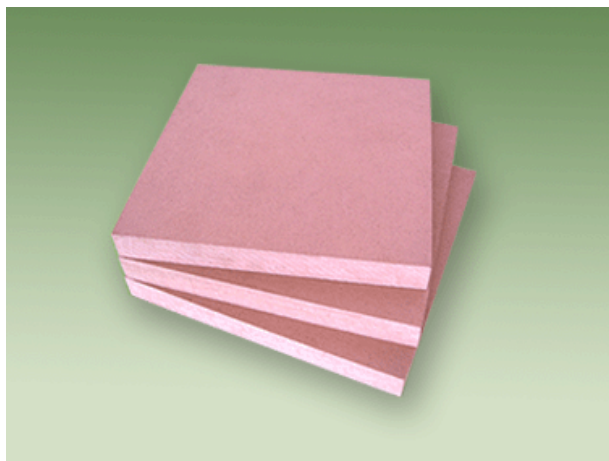
Podľa spôsobu výroby sa drevovláknité dosky triedia na dosky vyrábané mokrým spôsobom a dosky vyrábané suchým spôsobom.

Dosky vyrábané mokrým spôsobom majú v štádiu formovania vláknitého koberca vlhkosť vlákna vyššiu ako 20 %. Podľa hustoty sa delia na:

- **tvrdé dosky HB** (hustota $\geq 900 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$),
- **polotvrde dosky MB** (hustota od $\geq 400 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ do $< 900 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$), s nízkou hustotou MBL (od 400 do $< 560 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$) a vysokou hustotou MBH (od $560 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ do $< 900 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$),
- **mäkké dosky SB** (hustota od $\geq 230 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ do $< 400 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$).

Dosky vyrábané suchým spôsobom majú v štádiu formovania vláknitého koberca vlhkosť vlákna nižšiu ako 20 % a hustotu väčšiu alebo rovnajúcu sa $450 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$.

Dosky vyrobené suchým spôsobom môžu získať doplňujúce vlastnosti, napr. odolnosť proti ohňu, odolnosť proti vlhkosti, odolnosť proti biologickému napadnutiu a to buď zmenou zloženia syntetického spojiva alebo iných prísad.



Obrázok 2.4 Drevovláknité dosky (2.14)

Drevotriesková doska je podľa normy STN EN 309 (2.13) formovaný doskový drevný materiál, vyrobený lisovaním za tepla z malých drevných častíc (triesok, hoblín, pilín, lamíel) alebo z iných lignocelulózových častíc (ľanové pazderie, konopné pazderie a pod.) s lepidlami, obrázok 2.5.



Obrázok 2.5 Drevotrieskové dosky (2.14)

Štiepka je častica získaná sekaním určená spravidla na ďalšie spracovanie.

Trieska je časť vyrobená zámerne trieskovaním alebo získaná ako vedľajší produkt s požadovanými geometrickými tvarmi.

Trieskové dosky sa delia podľa:

- **spôsobu výroby** (na plošne lisované, kalandrovo lisované, výtlačne lisované),
- **stavu povrchu** (surové – nebrúsené, brúsené alebo hobľované, upravené kvapalnými látkami, napr. lakom, upravené nalisovaním pevného materiálu, napr. dyhou, impregnačným dekoračným papierom, dekoračnou vrstvenou lisovanou doskou, fóliou),
- **tvaru** (ploché, s profilovaným povrchom, s profilovanými bočnými plochami),
- **veľkosti a tvaru častí** (trieskové dosky, dosky z veľkoplošných triesok, dosky z dlhých tenkých orientovaných triesok, dosky z iných triesok, napr. pazderia),
- **štruktúry** (jednovrstvové, viacvrstvové, s plynulým prechodom vrstiev, výtlačne lisované vyľahčené dosky),
- **použitia** (dosky na všeobecné účely, dosky na vnútorné zariadenia, dosky na nosné a vystužovacie účely v stavebníctve – do suchého prostredia a do vlhkého prostredia, dosky na špeciálne účely – dosky so zvlášť zvýšenou pevnosťou, dosky so zvýšenou odolnosťou proti biologickému pôsobeniu, dosky so zvýšenou ohňovzdornosťou, akustické dosky).

Doska z orientovaných triesok je podľa normy STN EN 300 (2.15) viacvrstvomá doska z dlhých, tenkých drevených triesok s vopred stanoveným tvarom a hrúbkou, vyrobená pomocou spájacieho prostriedku.

Triesky vo vonkajších vrstvách sú orientované rovnobežne s dĺžkou alebo šírkou dosky, triesky v strednej vrstve, resp. v stredných vrstvách môžu byť orientované náhodne alebo vo všeobecnosti kolmo na triesky vonkajších vrstiev.

Dosky sa triedia na 4 typy:

- OSB/1 dosky na všeobecné použitie a na vnútorné zariadenia (vrátane nábytku) v suchom prostredí,
- OSB/2 nosné dosky na použitie v suchom prostredí,
- OSB/3 nosné dosky na použitie vo vlhkom prostredí,
- OSB/4 nosné dosky s vysokou zaťažiteľnosťou na použitie vo vlhkom prostredí.

Agglomerované materiály s minerálnymi pojivami – použitie minerálnych pojív, najmä Sorelovho cementu má svoje korene už v predminulom storočí. Výrobky tohto druhu sa označovali ako „kamenné drevo“. Ako minerálne spojivá sa používajú portlandský cement, horečnatý cement a sadra, prípadne struskový cement alebo vodné sklo. Ich hmotnostný podiel v drevených materiáloch predstavuje 30 až 90 % , podiel drevených častí 10 až 70 % .

Zoznam bibliografických odkazov – kapitola 2

- 2.1 POŽGAJ, A. a kol.: *Štruktúra a vlastnosti dreva*. Bratislava: Príroda, 1997. ISBN 80-07-00960-4
- 2.2 STN 480050 : 1992 : Surové drevo - Základné a spoločné ustanovenia
- 2.3 RÓNAY, E., DEJMAL, J: *Lesná ťažba*. Bratislava: Príroda, 1991. ISBN 80-07-00432-7
- 2.4 STN 490000-1 : 1998 : Názvoslovie v drevárskom priemysle – Drevo – Časť 1: Všeobecné termíny a definície
- 2.5 Wikipedia the free encyclopedia. [cit. 2007-06-13]. Dostupné na internete: <http://www.wikipedia.org>
- 2.6 DETVAJ, J.: *Technológia piliarskej výroby*. Zvolen: TU, 2003. ISBN 80-228-1248-X
- 2.7 Oaks Unlimited Hardwood Lumber. Photo Gallery. [cit. 2007-06-13]. Dostupné na internete: <http://www.oaksunlimited.com>
- 2.8 STN EN 313 – 1 : 1999 : Preglejované dosky – Klasifikácia a terminológia – časť 1: Klasifikácia
- 2.9 STN EN 313 – 2 : 2000 : Preglejované dosky – Klasifikácia a terminológia – časť 2: Terminológia
- 2.10 ONDREJKOVIČ, A.: *Materiály pre 1. ročník SOU učebný odbor stolár*. Bratislava: PROXIMA PRESS, 2004. ISBN 80-85454-74-2
- 2.11 DA CHENG WOOD INDUSTRY Co., LTD. Manufactured products. [cit. 2007-06-13]. Dostupné na internete: <http://www.cotton-flax.com>.
- 2.12 STN EN 316 : 2001 : Drevovláknité dosky – Definície, triedenie a značky
- 2.13 STN EN 309 : 2005 : Trieskové dosky – Definície a triedenie
- 2.14 Shouguang Wanda Wood Industry Co., LTD. Products. [cit. 2007-06-13]. Dostupné na internete: <http://en.wandawood.cn>
- 2.15 STN EN 300 : 1997 : Dosky z orientovaných triesok (OSB) – Definície, triedenie a požiadavky

3 ŠTRUKTÚRA A CHYBY DREVA

Drevo je živý organizmus, ktorý sa rodí, rastie, starne a odumiera. Po dosiahnutí zrelosti vysychá, je napádané hnilobou a preto sa musí v správny čas vyťažiť, aby bol úžitok z neho čo najväčší (3.1).

Strom rastie v priemere od 80 do 120 rokov. Na svete prevládajú listnaté lesy. Ich podiel sa odhaduje na viac ako 60 % . Ihličnaté lesy majú menšie zastúpenie ale dodávajú na trh podstatne viac úžitkového dreva ako listnaté lesy.

V kapitole Štruktúra a chyby dreva sa čitateľ dozvie, z akých častí sa živý strom skladá, aké sú funkcie týchto častí a tiež aké sú ich úžitkové vlastnosti.

Makroskopická stavba dreva charakterizuje vlastnosti dreva, podľa ktorých možno poznávať jednotlivé dreviny, ich špecifické vlastnosti.

Mikroskopická štruktúra dreva charakterizuje bunkové elementy ihličnatého a listnatého dreva ako základné stavebné a funkčné jednotky dreva.

Podstatou submikroskopickej štruktúry dreva je štúdium bunkovej steny dreva a chemické zloženie dreva.

Väčšina chýb dreva vzniká už v rastúcom strome a preto je poznanie chýb dreva veľmi dôležité z hľadiska ďalšieho využitia drevnej suroviny.

Kľúčové slová:

strom, koreň, kmeň, koruna, kôra, lyko, ihličnatá drevina, listnatá drevina, kruhovito-pórovité drevo, roztrúseno-pórovité drevo, jamé drevo, letné drevo, stržeň, stržňový lúč, ročný kruh, beľ, jadro, živичný kanálik, hrča, trhlina, zbíhavosť, krivosť, točivosť, svalovitosť, hniloba

tree, root, stem, tree crown, bark, bast (phloem), coniferous species, deciduous species, ring porous wood, diffuse porous wood, early wood, late wood, heart centre (pith), pith ray, annual ring, sap, heart, resin duct, knot, crack (shake), taper, curvature, spiral growth, curly grain, rot

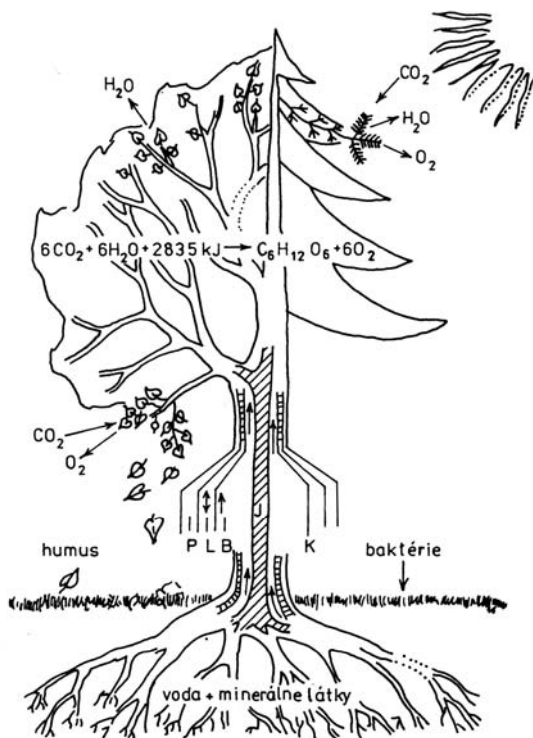
Baum (m), Wurzel (f), Stamm (m), Baumkrone (f), Rinde (f), Bast (m), Nadelholz (n), Laubholz (n), ringporiges Holz (n), zerstreutporiges Holz (n), Frühholz (n), Spätholz (n), Mark (n), Markstrahl (m), Jahresring (m), Splint (m), Holzkern (m), Harzgang (m), Ast (m), Riss (m), Abholzigkeit (f), Krümme (f), Stammdrehung (f), Maserwuchs (m), Fäule (f)

3. 1 Strom a jeho časti

Strom je podľa normy STN 490000-1 (3.2) viacročná vyššia semenná rastlina s druhotne hrubnúcim zdrevnateným kmeňom.

Norma STN 490000-1 (3.2) uvádza jednoznačnú terminológiu, ktorá je použitá aj v ďalšom texte tejto kapitoly.

Pri drevinách stromovitého vzrastu rozlišujeme tri základné časti – koreň, kmeň, korunu, ktoré majú v organizme dreveniny rôzne funkcie a aj rozdielnu použiteľnosť, obrázok 3.1.



Obrázok 3.1 Časti stromu a ich fyziologické funkcie (3.3):

Voda a minerálne látky postupujú vzostupným prúdom zónou beli (B) do koruny. Časť vody sa zúčastňuje na asimilácii, ale prevažná časť sa z listov a ihličia odparuje do ovzdušia. Za slnečného svetla prebieha vo vegetačnom období asimilácia. Produkt asimilácie zostupuje lykom (L), zúčastňuje sa na raste v delivých pletivách, napríklad v kambiu (K) a časť sa ukladá do zásobných pletív v beli koreňov, kmeňa a koruny. Na jar zásobné látky postupujú vzostupným prúdom do púčikov sitkovicami v lyku, ale sa aj uvoľňujú z parenchýmu do ciev a s vodou rozvádzajú do koruny. Povrch kmeňa je chránený peridermom, prípadne borkou (P). Niektoré dreviny majú jadro (J).

Koruna je rozkonárená časť stromu, ktorá rozmiestňuje asimilačné orgány do priestoru za svetlom, vedie vodu z kmeňa do týchto orgánov, ukladá zásobné látky do konárov a konárikov.

Tvar koruny (habitus stromu) závisí od **umiestnenia konárov na kmeni** alebo od **charakteru rozkonárenia kmeňa**.

Ak je kmeň priamy, priebežný až k vrcholu, vznikajú užšie typy korún, ak sa kmeň rozkonáruje na viacero hrubších konárov, vznikajú širšie, rozložené typy korún (3.4).

Praslenovité vetvenie znamená, že z jedného miesta od stržňa sa vyvíja niekoľko konárov (ihličnaté dreviny, z listnatých drevín len kultivary topoľa). Striedavé, protistojné a vidlicovité vetvenie majú listnaté dreviny (striedavé vetvenie – breza, protistojné – jaseň, javor).

V zásade sú známe tieto typy korún – **kužeľovitá** (smrek), **valcovitá** (jedľa), **vajcovitá** (borovica limba), **vretenovitá** (topoľ čierny), **elipsovité** (jelša lepkavá), **guľovitá** (jablň).

Využitie konárov závisí od ich rozmerov a výskytu chýb. Rovné, hrubšie konáre nad 15 cm a dlhšie nad 2 m patria do sortimentu guľatina, do hrúbky 7 cm do sortimentu rovnané drevo, tenšia hmota pod 7 cm sa predáva na palivo ako konárovina.

Listy a ihličie zabezpečujú asimilačnú a transpiračnú funkciu. Po opadnutí sú listy a ihličie súčasťou humusu. Z ihličia možno extrakciou získať éterické vonné oleje (vonné esencie).

Kmeň je nadzemná hlavná časť stromu od reznej plochy pňa po vrchol bez konárov. Jeho prízemková časť do výšky 30 cm zostáva po ťažbe v lese vo forme pňa a podobne ako korene sa rozkladá na humus. Prízemkovú časť sa odporúča ťažiť ako súčasť kmeňa na získanie koreníc.

Funkciou kmeňa je vynášanie asimilačných orgánov (koruny) k svetlu, má vodivú funkciu ako spojnica korení s korunou a má aj zásobnú funkciu. Svojou dĺžkou zabezpečuje, aby koruna dosahovala klenbu porastu.

Z kmeňovej časti sa vyrábajú najcennejšie guľatinové sortimenty a predstavuje prevažnú časť priemyselne spracúvanej hmoty. Dĺžka a hrúbka kmeňa určitého druhu dreviny v rovnakom veku závisí od ekologických podmienok stanovišťa, najmä od kvality a hĺbky pôdnej vrstvy a od pestovateľských zásahov.

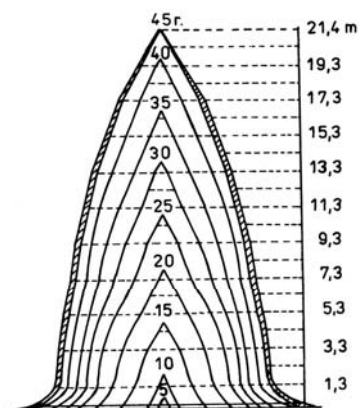
Na kmeni, ktorý je priebežný až do vrcholca, sa úsek koruny prekrýva s časťou kmeňa. Je to typické pre ihličnaté dreviny. Ostatným drevinám sa kmeň v rôznych výškach rozkonáruje, obrázok 3.2.

Výhodné je, keď sa kmeň rozkonáruje nad výškou, v ktorej hrúbka kmeňa dosahuje 15 cm, čo je minimálny rozmer guľatiny.



Obrázok 3.2 Tvar kmeňa ihličnatých a listnatých drevín (3.5):

Kmeň má tvar rotačného telesa, ktorého pozdĺžna povrchová krivka má tvar pretiahnutého písmena S, obrázok 3.3 a na priečnom reze má kmeň tvar kruhu. Ročné prírastky majú charakter na seba nasunutých kužeľovitých plášťov. Šírky ročných kruhov sú už vo veku nad 25 rokov v hornej časti kmeňa väčšie ako v dolnej – tým sa kužeľovitý tvar približuje k valcovitému tvaru. Tento jav sa nazýva **plnodrevnosť kmeňa** a je najvýraznejší pri jedli. Opačný jav je **zbiehavosť kmeňa** s tvarom bližším kužeľu.



Obrázok 3.3 Analýza prírastku dreva (3.3)

Koreň je drevnatý podzemný orgán, ktorý upevňuje strom v pôde a čerpá z nej vodu s rozpustenými minerálnymi látkami.

Korene majú mechanickú, absorpčnú, vodivú, syntetickú a zásobnú funkciu. Existuje niekoľko druhov koreňových sústav:

- **kolovitá** – hlavný koreň vrastá priamo do zeme ako pokračovanie kmeňa (dub, borovica),
- **srdcovitá** – pri ktorej kolovitý koreň skoro zastavuje rast a bočné korene vrastajú šikmo do zeme (jedľa, smrekovec, buk, lipa, jaseň),
- **povrchová** – korene sa rovnobežne rozrastajú s povrchom pôdy (smrek), obrázok 3.4.

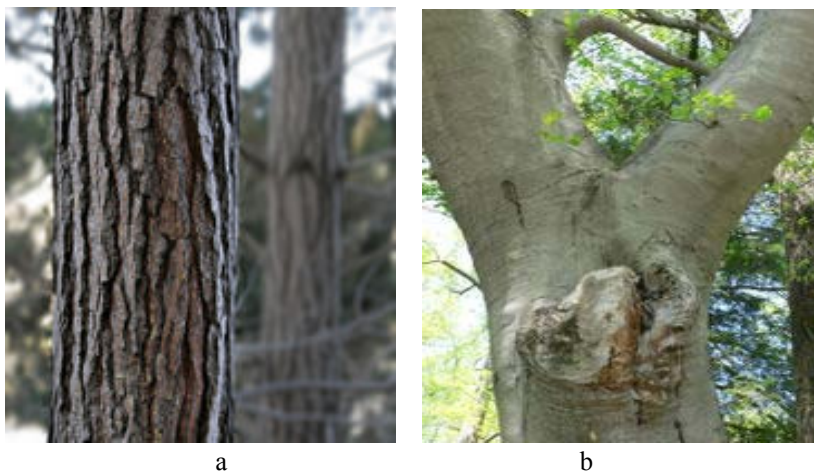


Obrázok 3.4 Koreňová sústava – povrchová (3.6)

Koreňová sústava presahuje priemer koruny, aby zachytila vodné zrážky. Korene niektorých stromov vytvárajú koreňové výmladky, z ktorých vyrastajú samostatné jedince. Prevažná časť koreňov zostáva v lese a po svojom rozklade obohacuje pôdny humus. Drevo koreňov má malé možnosti na priemyselné spracovanie.

Kôra je krycie pletivo zo skorkovatených buniek na obvode kmeňa a konárov, s vrchnou vrstvou **korku**, ktorý rýchlo odumiera a pri raste kmeňa praská (nie je pozorovateľné u topoľov do veku 10 – 15 rokov, u buka prakticky po celý život).

Borka je vonkajšia odumretá, často rozpraskaná časť kôry chrániaca vnútorné živé pletivá kôry a dreva. Borka je dôležitým morfológickým znakom, lebo jej farba a tvar sú charakteristické pre ten – ktorý druh, obrázok 3.5.



Obrázok 3.5 Borka (3.5):
a – dubový typ, b – bukový typ

Môžu sa vyskytnúť tieto typy borky (3.6):

- **bukový** – postupným tvorením nových vrstiev vonkajšie bunky odumierajú a opadávajú len ako poprašok,
- **brezový** – borka sa napína, puká a prstencovito sa odlupuje v tenkých pásoch,
- **platanový** – borka, v podobe rôzne veľkých šupín sa od kmeňa postupne odlupuje a opadáva,
- **smrekový** – borka v podobe jemných malých šupín, v spodnej časti kmeňa aj viacvrstvových šupín postupne opadáva,
- **dubový** – borka sa trhá pozdĺžnymi puklinami a tvorí rôzne kockovité, obdĺžnikovité alebo doštičkové útvary.

3.2 Rast stromu

Strom si vytvára stavebné látky potrebné pre život fotosyntézou. Koreňmi prijíma soli rozpustné vo vode a v listoch a ihličí sa oxid uhličitý a voda pomocou zeleného farbiva – chlorofílu a slnečného žiarenia menia na polysacharidy, vzniká ešte kyslík, ktorý sa uvoľňuje do atmosféry. Polysacharidy sú základom pre glukózu, celulózu, lignín, živice, tuky a iné látky.

Rast stromu do priestoru sa začína pučaním koncových púčikov kmeňa, konárov a konárikov, v ktorých sa nachádzajú delivé pletivá, tento rast sa prejavuje predlžovaním konárov, zväčšovaním koruny.

Rast stromu do hrúbky sa uskutočňuje v kambiu.

Kambium je delivé pletivo na rozhraní **medzi drevom a lykom** – vnútornou vrstvou kôry. V smere ku kôre sa tvoria nové bunky lyka a v smere ku stržňu vzniká veľká vrstva dreva.

Lyko sa nachádza **medzi drevom a zelenou kôrou**. Je zložené z vodivých, mechanických a zásobných buniek – **lykom sa vedú z koruny všetky produkty fotosyntézy do všetkých vyživovacích častí kmeňa**. Lykové vlákna sa používajú na viazanie v záhradníctve a ľudovo-umeleckej tvorbe.

Beľ je okrajová časť dreva priliehajúca ku kôre, je svetlejšie sfarbená – **táto časť ročných kruhov vedie vodu a živiny z koreňov do kmeňa a konárov**.

Jadro je vnútorná časť u niektorých drevín, na priečnom reze je výrazne tmavšia. Jadro je trvanlivejšie ako beľ, obsahuje viac konzervačných látok a menej vody (už nemá vodivú funkciu).

Hrubnutie kôry zabezpečuje delivé pletivo **felogén**, ktoré sa nachádza medzi vnútornou zelenou vrstvou kôry a vonkajšou korkovou vrstvou kôry.

3.3 Fyziologické procesy v kmeni

Vo vegetačnom období sa pohyb vody udržiava neprestajne a predstavuje súvislý **transpiračný prúd (vzostupný)**, ktorý sa začína v koreňových vláskoch a končí v dýchacích otvoroch prieduchov. Uvoľňovanie vody z rastliny v podobe vodných pár sa nazýva transpirácia. V listnatých stromoch predstavuje transpiračný prúd priemernú rýchlosť 1 až 2 m za hodinu.

Zostupný prúd je prúd, ktorý rozvádza roztoky organických látok – asimilátov z listov do ostatných častí stromu. Cukry, ktoré vznikajú pri fotosyntéze v listoch, difundujú listovým parenchýmom do sitkovic, ktoré ich rozvádzajú lykovou časťou kmeňa do živých buniek celého stromu, najviac sa ich spotrebuje v kambiu, ostatné organické látky prechádzajú vodivými pletivami do zásobných pletív stržňového lúča, drevného parenchýmu a lykového parenchýmu.

V jarých mesiacoch prevláda v stromoch vzostupný prúd, zásobné stavebné látky sa sťahujú z koreňa na miesto pučania. V lete a na jeseň prevláda zostupný prúd, asimiláty sa premiestňujú z listov do zásobných pletív kmeňa a koreňa.

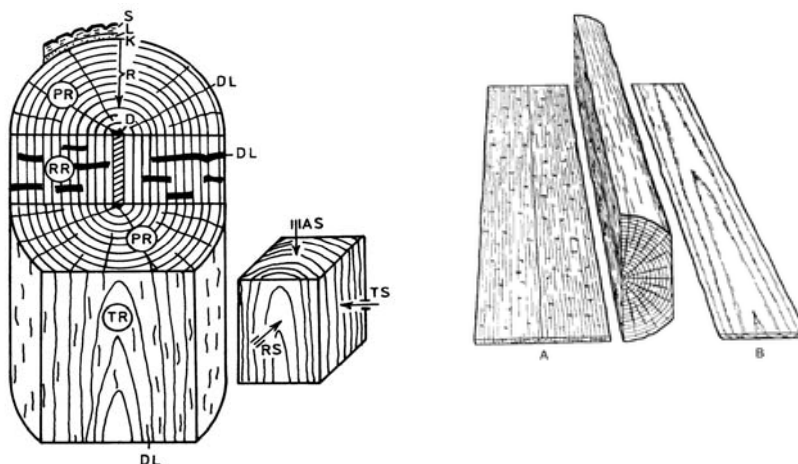
3.4 Rezy a smery v dreve

Kužeľovito až valcovito vrstevnatá stavba osi dreviny s prevahou pozdĺžne orientovaných vláknitých elementov a pletív spôsobuje, že rezy vedené drevom pod rôznym uhlom na os kmeňa majú v rôznej vzdialenosti od nej rôznu kresbu, obrázok 3.6.

Priečný rez – rezná rovina vedená kolmo na pozdĺžnu os kmeňa alebo konára. Je charakteristická koncentricky uloženými vrstvami ročných kruhov, v strede ktorých je stržeň a na obvode je kôra.

Radiálny rez – rezná rovina vedená osou kmeňa alebo konára. V tejto rovine leží stržeň, viditeľné stržňové lúče vytvárajú lesklé plochy a preto sa tento rez nazýva aj zrkadlovým rezom.

Tangenciálny rez – rezná rovina vedená v určitej vzdialenosti od stržňa, rovnobežne s osou kmeňa alebo konára. Kužeľovito vrstevnatá stavba kmeňa spôsobuje, že rovina tangenciálneho rezu šikmo pretína vrstvy ročných kruhov a v strede polohy rezu vytvárajú ročné kruhy parabolické útvary – fláder, preto sa tento rez nazýva aj fládrovým.



Obrázok 3.6 Rezy a smery v dreve (3.3 a 3.6):

PR – priečný rez, RR – radiálny rez, TR – tangenciálny rez, AS – axiálny smer,

RS – radiálny smer, TS – tangenciálny smer, D – stržeň, R – ročné kruhy,

DL – stržňový lúč, K – kambium, L – lyko, S – korok

A – radiálny rez, B – tangenciálny rez

V dreve je potrebné rozoznávať aj tri základné smery, ktoré sú dôležité pre hodnotenie vlastností dreva:

- **axiálny smer** je rovnobežný s pozdĺžnou osou kmeňa, je kolmý na plochu priečného rezu,
- **radiálny smer** je vedený v smere stržňových lúčov a je kolmý na plochu tangenciálneho rezu,
- **tangenciálny smer** je v smere dotýčnice k ročným kruhom a je kolmý na plochu radiálneho rezu.

3.5 Makroskopická štruktúra dreva

Makroskopická štruktúra dreva je to súbor pletív a znakov dreva viditeľných voľným okom alebo pomocou lupy, STN 490000-1 (3.2), (3.3).

Stržeň – primárne zdrevnatené alebo nezdrevnatené pletivá nachádzajúce sa v strede ročných kruhov.

Stržeň je mäkkší ako drevo, len u buku drevnatie, priemer sa pohybuje od 2 do 5 mm. Tvar stržňa je rôzny (okružlastý, trojuholníkový – buk, jelša, štvoruholníkový – jaseň, päťuholníkový – topoľ, hviezdicový – borovica, dub).

Ročný kruh je hrúbkový prírastok dreva za jeden rok, vytvára sa periodickou činnosťou delivých buniek (kambia) a jeho vrstva obaľuje kmeň, konáre a korene, obrázok 3.7.



Obrázok 3.7 Ročné kruhy na priečnom reze (3.6)

Ročné kruhy drevín mierneho pásma sú väčšinou pozorovateľné voľným okom alebo pod lupou, pretože sa skladajú z dvoch farebne aj textúrou rozdielnych vrstiev jarného a letného dreva.

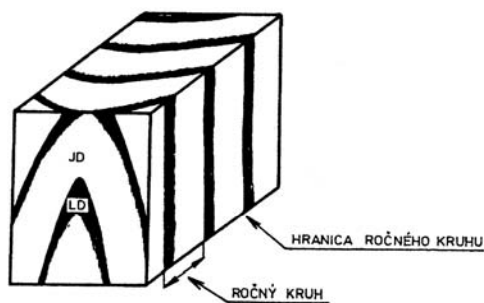
Jarné drevo tvorí vnútornú časť ročného kruhu, ktorá sa vytvára v prvej perióde vegetačného obdobia, býva zväčša mäkkšie, svetlejšie a pórovitejšie.

Letné drevo tvorí vonkajšiu časť ročného kruhu, ktorá sa vytvára v druhej perióde vegetačného obdobia, štruktúrou býva hustejšie, tvrdšie a má zväčša tmavšiu farbu.

Podľa štruktúry ročného kruhu sa drevo rozdeľuje do troch základných skupín:

- ihličnaté,
- listnaté – kruhovito pórovité,
- listnaté – roztrúseno pórovité.

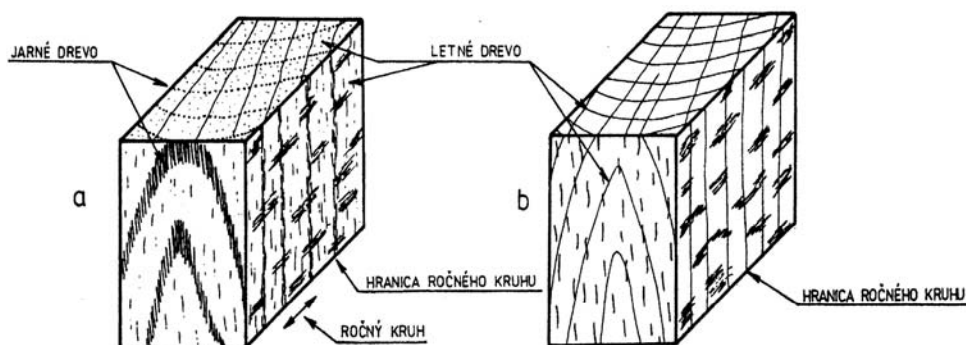
Ihličnaté dreviny majú jarné drevo svetlejšie a zreteľne mäkkšie, letné drevo je tmavšie, výrazne tvrdšie s dva až trikrát vyššou hustotou. Ročné kruhy sú pozorovateľné najzreteľnejšie, obrázok 3.8.



Obrázok 3.8 Výrazné letné drevo ihličnatej dreviny (3.7):
LD – letné drevo, JD – jarné drevo

Kruhovito pórovité drevo – drevo listnatých drevín s dobre viditeľným tangenciálnym usporiadaním ciev jarného dreva. Výrazné je jarné drevo, s veľkými pórmí (0,2 ÷ 0,4 mm), ktoré sú viditeľné aj voľným okom na pričnom reze ako okrúhlasté otvory.

Na pozdĺžnych rezoch sú ročné kruhy zvýraznené ryhami pórov jarného dreva. Tmavšie, často široké letné drevo, je bez zreteľných pórov, obrázok 3.9a. Do tejto skupiny patrí dub, brest, jaseň, agát.



Obrázok 3.9 Kresba ročných kruhov u listnatých drevín (3.7):
a - jarné drevo kruhovito pórovitého dreva zvýraznené ryhami veľkých ciev,
b - nevýrazná hranica ročného kruhu roztrúsena pórovitého dreva

Roztrúseno pórovité drevo – drevo listnatých drevín, ktorých cievy nie sú voľným okom viditeľné a ich veľkosť sa počas vytvárania ročného kruhu výrazne nemení, majú najmenej výrazné ročné kruhy, obrázok 3.9b.

Viditeľnosť ročných kruhov je závislá od farby úzkej zóny tvorenej na konci vegetačného obdobia. Najmenej zreteľné ročné kruhy má breza a hrab, najvýraznejšie má javor a jarabina vtáčia.

Niektoré dreviny sú na prechode medzi kruhovito pórovitými a roztrúseno pórovitými drevinami (orech, čerešňa), majú veľké cievy viditeľné voľným okom ale sú roztrúsené po celom ročnom kruhu, takže ho nezvýrazňujú.

Šírka ročných kruhov závisí od dreviny ako aj podmienok rastu. Pri väčšine našich hospodársky významných drevín sa šírka ročného kruhu pohybuje prevažne od 1 do 5 mm. Stromy s malými korunami a pri nepriaznivých podmienkach rastu majú šírku ročného kruhu aj pod 1 mm (tis). Stromy s veľkými korunami môžu dosahovať šírku ročného kruhu 5 až 10 mm (vrbý, topole). Počet ročných kruhov od stržňa k obvodu na prízemkovom reze udáva vek stromu.

Beľové, jadrové a zrelé drevo - pri pozorovaní priečného alebo radiálneho rezu možno vidieť u niektorých drevín dve výrazne farebne odlišné zóny, obrázok 3.10.

Beľové drevo (beľ) je fyziologicky aktívna obvodová, prevažne svetlejšia časť kmeňa, konárov a koreňov stromu. Táto zóna v kmeni rastúceho stromu má vodivú funkciu, vedie anorganické látky z koreňov do listov. Šírka beľi je charakteristická pre jednotlivé dreviny – agát má veľmi úzku beľ (3 ÷ 5 ročných kruhov), pretože jadro sa začína vytvárať už v druhom až štvrtom ročnom kruhu. Širokú beľ má borovica, ktorá začína vytvárať jadro až po niekoľkých desiatkach rokov.

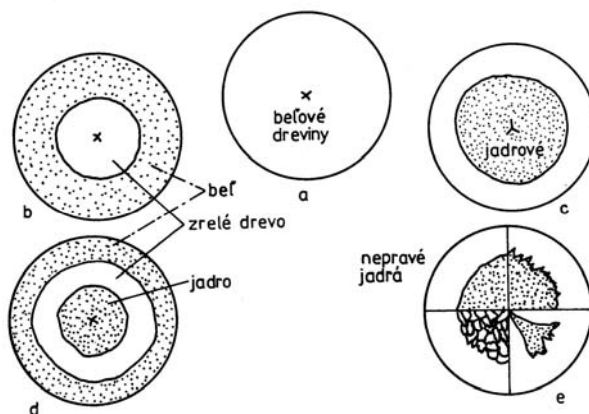
Jadrové drevo – fyziologicky neaktívna a odumretá stredová, prevažne tmavšie sfarbená časť kmeňa, konárov a koreňov stromu, má mechanickú funkciu, vyššiu trvanlivosť a odolnosť proti hnilobe.

Beľové dreviny majú čerstvo po zoŕatí ako aj po vyschnutí kmeňa na celom priereze jednofarebnú zónu. Do tejto skupiny patria javory, brezy, jelše a hrušky.

Zrelodrevné dreviny majú v čerstvo vyŕaženej guľatine na obvode priečného rezu pás tmavšieho dreva – beľ. Beľ je tmavšia, pretože obsahuje podstatne viac vody. Po vyschnutí kmeňa sa farebný rozdiel stratí. Medzi zrelodrevné dreviny patrí smrek, jedľa, buk a lipa.

Jadrové dreviny majú v strednej časti kmeňa výrazne sfarbenú tmavšiu zónu jadra a na obvode bledšiu vrstvu beľi. Medzi jadrové dreviny patrí borovica, smrekovec, limba, tis, dub, brest, jaseň, agát, topole, vrbý, jarabina. U niektorých bezjadrových drevín (buk,

breza, javor) sa vytvára v staršom veku tzv. **nepravé jadro** (najčastejšie u buka), ktoré patrí k chybám dreva. Nepravé jadrá majú veľmi často hnilobný charakter.



Obrázok 3.10 Priečny rez drevom (3.3):

a – beľové dreviny, b – beľové dreviny s vyzretým drevom, c – jadrové dreviny s beľou a jadrom, d – jadrové dreviny so zónou vyzretého dreva, e – tvary nepravých jadier

Stržňové lúče – súbor parenchymatických buniek usporiadaných v radiálnom smere od stržňa alebo niektorého ročného kruhu do lyka. Ich funkciou je rozvádzať organické látky (produkty asimilácie) z lyka do dreva v radiálnom smere.

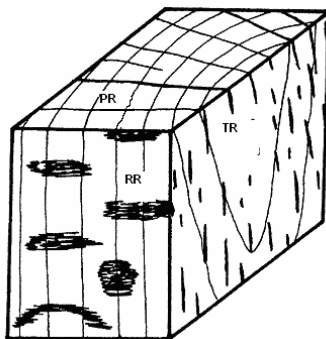
Na priečnom reze niektorých drevín ich možno pozorovať ako svetlejšie (často lesklé) čiary prebiehajúce v smere polomerov od stržňa – **primárne stržňové lúče** alebo od niektorého ročného kruhu – **sekundárne stržňové lúče**. Všetky dreviny majú stržňové lúče, len ich veľkosť je rozdielna.

Na radiálnych rezoch vytvárajú rôzne vysoké lesklé pásiky, tzv. zrkadielka, ktoré prebiehajú kolmo na ročné kruhy. Na tangenciálnych rezoch vytvárajú podlhovasté úzke tmavšie pásiky (buk a dub – hnedé, jelša – červené, hrab – svetlohnedé, cer – červenohnedé), obrázok 3.11.

Podľa viditeľnosti stržňových lúčov sa naše dreviny rozdeľujú na 3 skupiny:

- dreviny s viditeľnými stržňovými lúčmi na všetkých rezoch – buk, hrab, jelša,
- dreviny s viditeľnými stržňovými lúčmi len na radiálnych rezoch – ostatné listnaté dreviny,
- dreviny so stržňovými lúčmi nepozorovateľnými voľným okom – ihličnaté dreviny, topole.

Rozmery stržňového lúča na tangenciálnom reze dosahujú pri dube šírku až 1,5 mm a výšku až 50 mm, pri buku šírku 1 mm a výšku 5 ÷ 12 mm, pri jelši šírku 1 mm a výšku až 160 mm. Úzke stržňové lúče, ktoré sa jemne zrkadlia na radiálnom reze má javor, brest, agát a breza.



*Obrázok 3.11 Kresba stržňových lúčov na jednotlivých rezoch (3.7):
PR – pričný, RR – radiálny, TR - tangenciálny*

Stržňové škvrny - na pozdĺžnych rezoch niektorých drevín možno často pozorovať hnedé alebo zelenkavé pásy a škvrny, ktoré sú rovnaké na tangenciálnom aj radiálnom reze. Stržňové škvrny vznikajú ako reakcia na poškodenie kambia hmyzom alebo baktériou. Hnedé stržňové škvrny máva breza, jelša, vrbka, hruška; zelené a hnedé škvrny – javor a brest. Stržňové škvrny nemajú nič spoločné ani so stržňovými lúčmi ani so stržňom.

Živicové kanáliky majú z našich drevín smrek, borovica, smrekovec a limba. Vyskytujú sa dva typy živicových kanálikov, horizontálne a vertikálne.

Horizontálne živicové kanáliky prechádzajú cez stred niektorých stržňových lúčov a ich rozmery sú pod hranicou viditeľnosti ľudského oka.

Vertikálne živicové kanáliky sú uložené zvisle pomedzi vertikálne orientovanými bunkami letného dreva a možno ich pozorovať aj voľným okom ako jemné brázdičky až výrazné čiarky na pozdĺžnych rezoch.

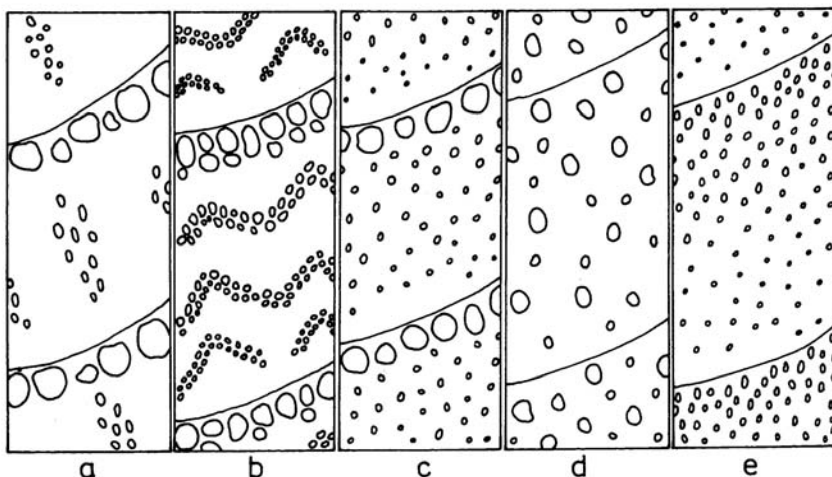
Podiel živicových kanálikov je veľmi malý, v dreve vejmutovky 0,7 % , pri smreku 0,2 % . Vertikálne aj horizontálne živicové kanáliky sú navzájom spojené, vytvárajú sústavu, z ktorej sa pri poranení kôry roní živica. Živica má pre strom ochrannú funkciu (pri poranení) a impregnačnú funkciu (zvyšuje odolnosť dreva proti hubám).

Cievy sú typické bunkové elementy listnatého dreva a ich funkciou je viesť vodu z koreňov do koruny. Najväčšie a tým aj najlepšie pozorovateľné cievy majú kruhovito pórovité dreviny.

Jarné cievy sú u týchto drevín usporiadané do hranice ročného kruhu v jednom, dvoch a viacerých tangenciálnych radoch.

Letné cievy týchto drevín sú usporiadané v rôznych tvaroch, čo je tiež významným rozpoznávacím znakom, obrázok 3.12.

Jarné cievy sú na priečných rezoch viditeľné ako otvory – póry, na pozdĺžnych rezoch ako ryhy alebo brázdičky. Letné cievy kruhovito pórovitých drevín sú menšie, na priečnom reze nie sú viditeľné ako póry ale len ako bodky.



Obrázok 3. 12 Usporiadanie jarných a letných ciev na priečnom reze (3.3):

a – duby, b – bresty, c – agát, d – orech,
e – roztrúseno pórovité drevo

Reakčné drevo sa nachádza vo všetkých drevinách. Makroskopicky výrazne viditeľné je len v ihličnatých drevinách – tzv. **tlakové drevo** (starší názov kremenité). Na priečnom reze má tvar polmesiaca ako súvislo hnedo sfarbená plocha, pričom aj jarné drevo má farbu letného dreva.

Reakčné drevo listnatých drevín tzv. **ťahové**, je bledšie ako okolité drevo. Reakčné drevo výrazne zvyšuje heterogenosť stavby dreva.

Farba dreva - každý druh dreva sa vyznačuje charakteristickou farbou, ktorá je závislá na mnohých činiteľoch ako sú: rastové podmienky, vlhkosť dreva, biotické (huby) a abiotické činitele (oxidácia vzduchom) a technologické procesy.

Vôňa dreva má obmedzený význam pri makroskopickom určovaní, lebo sa dá využiť len pri čerstvo spílenom alebo opracovanom dreve. Najintenzívnejšie voňajú limba, borovica, smrekovec a smrek, pretože obsahujú živice. Drevo jedle má kyslastý zápach, dub páchne po trieslovinách, agát vonia ako repa, odpudzujúci zápach máva drevo vysychajúcich topoľov, mokrá breza páchne po plesni.

Lesk dreva závisí na jeho povrchovej štruktúre a reze. Pozdĺžne rezy sú lesklejšie ako priečny, čo je spôsobené zrkadielkami stržňových lúčov. Lesk, pozorovaný na ohobľovanom reze bez inej úpravy majú najvýraznejší javory, breza a hruška.

Hmotnosť dreva udáva približnú informáciu o hustote dreva. Pri odhade hustoty dreva sa musí brať do úvahy nielen veľkosť vzorky ale aj vlhkosť určovaného dreva. Niektoré exotické dreviny majú nízku hmotnosť, napr. balza $100 \text{ až } 130 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$, niektoré extrémne vysokú napr. guajak – $1350 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$, z našich drevín má najvyššiu driev – okolo $850 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$.

Kresba – textúra dreva sa vytvára kombináciou makroskopických znakov uvedených v tejto kapitole a je charakteristická pre určitú drevinu a rez.

Vlnitý lesk je rastová odchýlka, pri ktorej bunkové elementy neprebiehajú priamo rovnobežne s osou kmeňa ale v kratších alebo dlhších vlnách. Na pozdĺžnych rezoch alebo na dyhách sú matné a lesklé plochy, ktoré so zmenou uhla pohľadu a osvetlenia sa menia. Je to typické pre brezy severských krajín.

Spiace očka vznikajú ako dôsledok tvorby zárodku rezervných základov vetiev, ktoré sa z nich vyvinú len príležitostne, dodatočne pri uvoľnení a osvetlení kmeňa. Na tangenciálnych rezoch sa prejavujú ako okrúhlavé tmavšie alebo bledšie útvary. Sú typické pre javory, topole, vrbu.

Korenica je to zvláštna pestrá kresba vznikajúca v oblasti pňa, ktorý sa bežne neťaží. Ročné kruhy jednotlivých koreňov vrastajú do kmeňa, kde sa prispôbujú jeho ročným kruhom. Do pňa zarastajú niekedy aj jemné korienky, čo spestruje kresbu korenice. Najčastejšie sa korenice získavali z orecha, zaujímavá je aj z jaseňa, javora, bresta, duba, brezy a topoľa.

Charakteristika našich drevín podľa habitusu, listov, kôry, makroskopických znakov a fyzikálno-mechanických vlastností je v Prílohe (3.5).

3. 6 Mikroskopická štruktúra dreva

Mikroskopická štruktúra dreva – je to jemná štruktúra dreva, ktorá je pozorovateľná len pod mikroskopom, STN 490000-1 (3.2), (3.3).

Bunka – základná stavebná a funkčná jednotka dreva.

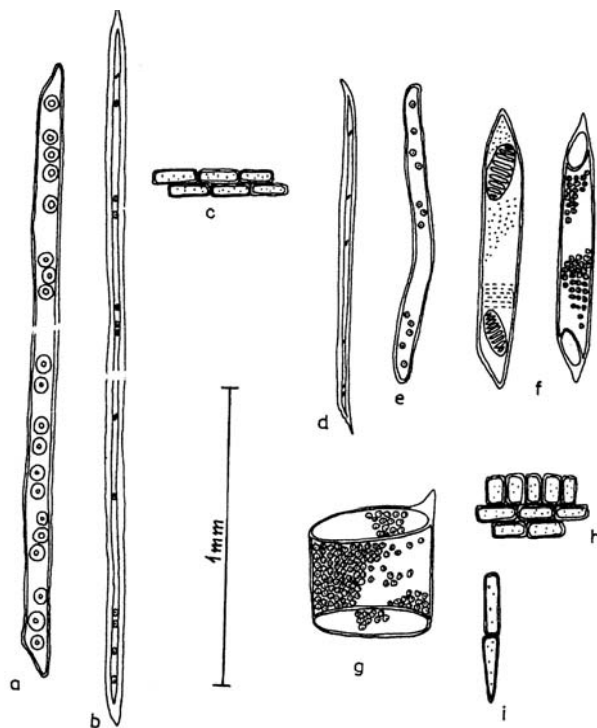
Vlákn – predĺžená zdrevnatená bunka s hrubou, zriedkavejšie s tenkou stenou, s ostro alebo tupo zakončenými koncami.

Cievica – vláknitá zdrevnatená bunka ihličnatého a listnatého dreva s neperforovanými koncami.

Cieva – vodivý element v listnatom dreve, zložený z cievnych článkov (buniek), ktoré sú navzájom prepojené perforáciami.

Parenchým – krátke tenkostenné bunky, ktoré sú v dreve usporiadané radiálne (stržňový lúč) alebo pozdĺžne (drevný parenchým) do rôznych zoskupení.

Bunkové elementy ihličnatého a listnatého dreva sú na obrázku 3. 13.



Obrázok 3. 13 Bunkové elementy ihličnatého (a - c) a listnatého dreva (d - i) (3.7):
a – jarná tracheida, b – letná tracheida, c – parenchymatické bunky stržňového lúča,
d – libriformné vlákno, e – tracheida, f – letná trachea, g – jarná trachea,
h – parenchymatické bunky stržňového lúča, i – drevný parenchým

3. 61 Bunkové elementy ihličnatého dreva

Ihličnaté drevo má jednoduchšiu stavbu, pravidelnejšiu štruktúru, tvorené je z jedného typu vláknitých bunkových elementov, ktoré sa nazývajú **tracheidy** – **cievice**, ktoré zaberajú až 90 %. Tracheidy plnia vodivú aj mechanickú funkciu.

Druhým typom buniek sú **parenchymatické bunky**, ktoré majú zastúpenie len niekoľko percent a sú usporiadané do stržňových lúčov. Ich funkciou je rozvádzať organické zásobné látky v horizontálnom smere.

Jarné tracheidy majú prevažne vodivú funkciu, sú to tenkostenné prozenchymatické bunky rúrkovitého tvaru, ktoré sú na koncoch prevažne zaoblené. Vedú vodu s rozpustenými minerálnymi látkami vzostupným prúdom z koreňov do koruny. Dĺžka tracheid sa pohybuje v rozmedzí 2 ÷ 6 mm. Na radiálnych stenách jarných tracheid sa nachádza množstvo veľkých dvojbodiek, cez ktoré prechádza prúd vody. Na jarnej tracheide býva okolo 70 až 90 dvojbodiek.

Letné tracheidy majú prevažne mechanickú funkciu. Sú to dlhé hrubostenné sklerenchymatické vlákna vretenovitého tvaru s ostrým zakončením. Obsahujú len málo malých dvojbodiek, ktoré ostávajú otvorené aj po vysušení dreva a umožňujú prienik impregnačných látok. Dĺžka letných tracheid je o 10 % väčšia ako jarných.

3. 62 Bunkové elementy listnatého dreva

Listnaté drevo má zložitejšiu stavbu, viacero rôznych druhov buniek, ktoré sú užšie špecializované a viac prispôbené svojej funkcii ako v dreve ihličnatých drevín.

Cievy (trachey) sú typické elementy na vedenie vody, ktoré sa vyskytujú len v listnatých drevinách. Sú to rôzne dlhé, tenkostenné rúrky, vytvorené z vertikálneho radu krátkych buniek (cievných článkov) tým, že sa medzi nimi rozpadli membrány dvojbodiek (perforácia). Cieva ako neprerušená vodovodná rúrka zložená z cievnych článkov väčšinou nepresahuje 10 mm, ale pri niektorých drevinách dosahuje veľké dĺžky (dub 5 až 18 m, buk 0,8 až 2 m).

Cievce (tracheidy) sú trojakého druhu:

- cievovité – sú to pomerne krátke tenkostenné rúrky, ktorých funkciou je privádzať vodu, majú veľký výskyt dvojbodiek,
- vazicentrické – vyskytujú sa len v styku s cievami, nemôžu samostatne vytvárať vodivé dráhy,
- vláknité – prechod medzi tracheidou a libriformným vláknom, majú mechanickú funkciu ale aj zásobnú a vodivú, majú dvojbodky, tým sa odlišujú od libriformného vlákna.

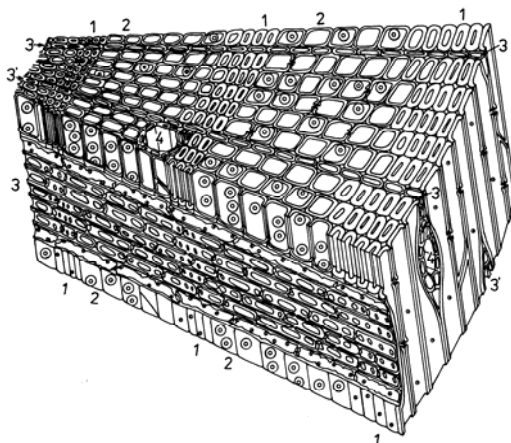
Libriformné vlákna sú bunky, ktoré majú mechanickú spevňovaciu funkciu, vretenovitý až rúrkovitý tvar, sú označované ako drevné vlákna listnatých drevín. Ich podiel v dreve býva rozdielny, čo závisí od druhu dreviny, od 36 % (lipa) do 78 % (javor).

3. 63 Anatomická stavba na rezoch ihličnatých drevín

Stavba ihličnatého dreva je na **priečnom reze** jednoduchá a skoro pravidelná, obrázok 3.14. Tracheidy jarného a letného dreva sú priečne prerezané v tvare štvor- až mnohoúhelníka, prípadne oválne. Hranica ročného kruhu je výrazná. Stržňové lúče sú úzke, jednoradové a na priečnom reze sú pozorovateľné ako priamočiare úzke pásy. Dreviny, ktorých drevo obsahuje živicu, majú na priečnom reze vertikálne živicové kanáliky ako okrúhlasté otvory najčastejšie medzi tracheidami letného dreva.

Radiálny rez ihličnatým drevom je charakteristický pravidelnou stavbou tracheid, ktoré na tomto reze vyzerajú ako rovnomerne vedľa seba uložené dlhé žliabky, s náhlym prechodom úzkych letných tracheid do širokých jarných tracheid nasledujúceho ročného kruhu. Na jarných tracheidách je typický výskyt veľkých dvojbodiek. Stržňový lúč je vedený kolmo na tracheidy ako rôzne vysoký pruh.

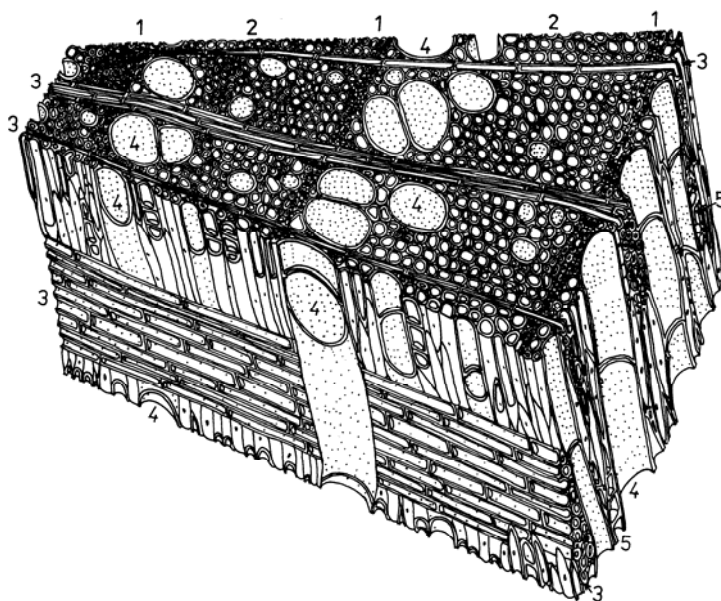
Na **tangenciálnom reze** hranicu ročného kruhu najčastejšie nie je možné pozorovať, pretože rez môže byť vedený len v letnom alebo len v jarnom dreve. Charakteristickým znakom tangenciálneho rezu sú útvary, ktoré vytvárajú stržňové lúče, ktoré sú prerezané kolmo na svoju dĺžku a javia sa ako vretenovité útvary jednoradové alebo viacradové, so živicovým kanálikom uprostred viacradového stržňového lúča.



Obrázok 3.14 Anatomická stavba na rezoch ihličnatých drevín (3.3):
 1 – letné tracheidy, 2 – jarné tracheidy, 3 – stržňový lúč,
 4 – živicové kanáliky (vertikálny, horizontálny)

3. 64 Anatomická stavba na rezoch listnatých drevín

Priečný rez listnatým drevom je podstatne zložitejší ako pri ihličnatých drevinách, obrázok 3.15. Typická pre priečný rez je prítomnosť veľkých ciev kruhovitého alebo oválneho prierezu, ktoré sú obklopené podstatne menšími bunkami s malým lumenom – libriform, tracheidy, parenchým. Veľké cievy môžu byť usporiadané do hranice ročného kruhu pri kruhovito pórovitých drevinách alebo sú cievy roztrúsené jednotlivo pri roztrúseno pórovitých drevinách. Stržňové lúče na priečnom reze listnatých drevín neprebiehajú tak priamočiario ako pri ihličnatých drevinách, vyhýbajú sa veľkým cievam a vytvárajú kľukatý pás.



*Obrázok 3.15 Anatomická stavba na rezoch listnatých drevín (3.3):
1 – hranica ročného kruhu, 2 – libriformné vlákna, 3 – stržňové lúče,
4 – cievy (trachey), 5 - drevný parenchým*

Na **radiálnom reze** je najlepšie pozorovateľná perforácia ciev. Široké cievy sa striedajú s úzkymi libriformnými vláknami. Stržňové lúče sú vedené kolmo na vláknité bunky ako rôzne vysoké a dlhé pruhy. Na parenchymatických bunkách stržňových lúčov sú viditeľné jednoduché stenčeniny.

Pre **tangenciálny rez** je charakteristický vzhľad stržňových lúčov, ktoré sú zobrazené v priereze. Viacradové stržňové lúče majú typický šošovkovitý tvar. Vlákňité pozdĺžne orientované bunky majú na tangenciálnom reze podobnú kresbu ako na radiálnom.

3. 65 Životnosť buniek a tvorba pravého jadra

Už za života stromu podlieha drevo značným zmenám. Po skončení rastu a lignifikácii bunkovej steny väčšinou bunky odumierajú. Najdlhšie zostávajú žiť parenchymatické bunky stržňového lúča, len výnimočne sa uvádza výskyt živých libriformných vlákien v druhom roku života. Cievy prestávajú fungovať ako vodivé dráhy pre vodu a niektorým drevinám sa upchávajú. Upchaté cievy a odumreté bunky zabezpečujú pevnosť a pružnosť kmeňa a jeho konárov.

Vnútna časť kmeňa niektorých drevín sa nazýva jadro. Tvorbou **pravého jadra** pri listnatých drevinách sa rozumie zákonité, pravidelné odumieranie buniek stržňových lúčov a buniek drevného parenchýmu spojené s tvorbou jadrových látok a pri niektorých drevinách aj s tyláciou.

Tyla – útvar vznikajúci vrastaním parenchymatických buniek do ciev. Mechúrikovitý útvar sa zväčšuje a s ďalšími tylami sa stláča, pričom vyplňa lúmen ciev.

Parenchymatické bunky sa pred odumretím stávajú továrňou na výrobu impregnačných látok, ktoré sa dostávajú do všetkých pletív a impregnujú bunkové steny. Tieto jadrové látky (fenoly, alkaloidy) zvyšujú trvanlivosť jadra drevín, odolnosť proti hubám a vplývajú na chemické a mechanické vlastnosti dreva.

Pri procese zjadrovatenia ihličnatých drevín sa na tracheidách uzatvárajú dvojbodky, tým je sťažený až zastavený prienik látok. Pri zjadrovatení sa jadrové látky ukladajú v bunkách a čiastočne aj v ich stenách. Tieto tzv. xylochrómy sa vyskytujú v stržňovom parenchýme, prípadne aj v cieviciach. Farebné jadro ihličnatých drevín sa od belí odlišuje obsahom surovej živice (to sú prevažne živica, škroby a tuky).

3. 7 Submikroskopická štruktúra dreva

Submikroskopická štruktúra dreva – štruktúra dreva, ktorú možno pozorovať len pri veľkom zväčšení elektrónovým mikroskopom, STN 490000-1 (3.2), (3.3), (3.4).

3. 71 Rastlinná bunka

Rastlinná bunka sa skladá z vonkajšieho obalu – **bunkovej steny** a bunkovej dutiny – **lumen**.

Lumen živej bunky vyplňa **protoplasma**, ktorú tvoria cytoplazma, bunkové jadro s jadrom, plastidy a vakuoly.

Cytoplazma je zmes koloidných roztokov bielkovín, minerálnych látok, cukrov, tukov a vody. V cytoplazme prebiehajú všetky životné procesy bunky – dýchanie, prijímanie potravy, rozmnožovanie.

Jadro bunky obsahuje chromozómy, ktoré sú nositeľmi dedičných znakov. Pri delení bunky sa najprv rozdelíjadro a odovzdá dedičné znaky vznikajúcim bunkám.

Plastidy sú drobné, guľové telieska, napr. chloroplasty obsahujú zelené farbivo chlorofil, chromoplasty obsahujú žlté, oranžové farbivo a spôsobujú sfarbenie rastlín.

Vakuoly sú dutiny v cytoplazme, ktoré sú naplnené roztokmi solí, cukrov a farbív. Starnutím bunky hrubne bunková blana, vakuoly sa spájajú do jedinej vakuoly, ktorá vyplní celý priestor bunky a cytoplazma, jadierko a plastidy sú zatlačené k stenám bunky – bunka odumiera.

Bunková stena – sa skladá z niekoľkých vrstiev. Mladé bunky majú tenkú stenu – priehľadnú a pre vodné roztoky priepustnú bunkovú stenu, ktorá sa nazýva **primárnou stenou**. Starnutím bunky sa na primárnu stenu ukladajú ďalšie vrstvy s vysokým obsahom celulózy, ktoré sa nazývajú **sekundárne steny** – tento proces sa nazýva **drevnatenie**.

3. 72 Štruktúra bunkovej steny drevného vlákna

Bunková stena – stena, ktorá tvorí vonkajší obal buniek dreva.

Fibrila – základná stavebná častica bunkovej steny mikroskopických rozmerov.

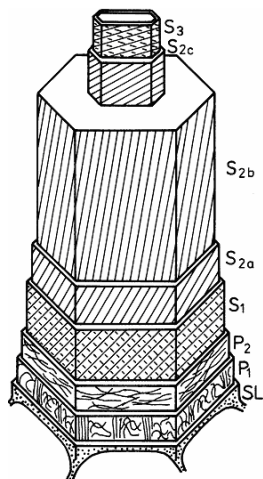
Veľmi dlhé reťazce makromolekúl celulózy sa zoskupujú do elementárnych fibríl. Fibrily sú uložené vo vrstvách primárnej (P) a sekundárnej (S) steny pod rôznym uhlom. Medzi bunkami je stredná lamela, obrázok 3.16.

Pre tieto vrstvy je navrhnutá symbolika: SL – stredná lamela, P – primárna stena, S_1 , S_2 , S_3 – vrstvy sekundárnej steny. Okrem termínu stredná lamela sa často používa termín zložená stredná lamela, ktorá sa skladá z dvoch primárnych stien susedných buniek a strednej lamely medzi nimi (P + SL +P).

Bunky v dreve sú spojené medzibunkovou hmotou – **strednou lamelou**, ktorá sa mnohými vlastnosťami odlišuje od hmoty bunkovej steny, obsahuje približne 70 % lignínu a 15 % pentózanov.

Primárna stena sa štruktúrou odlišuje od strednej lamely, po chemickej stránke sa jej však podobá. Primárna stena je zložená z pektínov a hemicelulóz, ktoré sú poprepleťané fibrilami celulózy. Uhol odklonu fibríl k pozdĺžnej osi bunky je v rozsahu 0 až 90° - to má podstatný

vplyv na závislosť fyzikálnych a mechanických vlastností dreva od smeru. Na začiatku tvorby sekundárnej steny sa rast primárnej steny zastavuje.



Obrázok 3.16 Stavba kryštalickej celulózy v bunkovej stene drevného vlákna (3.3):
 P_1 , P_2 – vrstvy primárnej steny, S_1 , S_{2a} , S_{2b} , S_{2c} , S_3 – vrstvy sekundárnej steny,
 SL – stredná lamela

Sekundárna stena má charakteristickú, navzájom rovnobežnú orientáciu celulózových fibríl, dodáva bunke konečnú formu a podstatne ovplyvňuje fyzikálne a mechanické vlastnosti vlákna.

S_1 sa svojím chemickým zložením značne podobá na primárnu stenu. Mikrofibryly zvierajú s pozdĺžnym smerom uhol 45 až 80°.

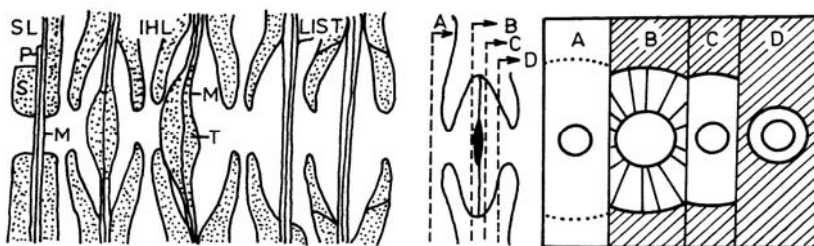
S_2 tvorí prevažnú časť bunkovej steny, vlastnosti buničiny závisia predovšetkým od štruktúry tejto vrstvy a teda je najdôležitejšia. Priebeh celulózových fibríl je skoro rovnobežný s pozdĺžnym smerom drevných vlákien čo spôsobuje vysokú ťahovú pevnosť v smere vlákien.

Vnútna vrstva sekundárnej steny S_3 spolu s bradavičnatou vrstvou tvorená predovšetkým celulózou a hemicelulózami má veľký význam pre konečné formovanie bunkovej steny, ale najmä pre niektoré fyzikálne vlastnosti ako je sorpcia, difúzia, priepustnosť.

Bunková stena nie je na celom povrchu bunky kompaktné uzavretá sekundárnou vrstvou. Vyskytujú sa plôšky bez sekundárnej steny a v mieste strednej lamely sa vytvárajú membrány – stenčiny, obrázok 3.17. V živej bunke prenikajú stenčinou plazmodezmy, ktoré zabezpečujú kontakt buniek. Cez stenčiny prechádzajú v strome organické látky alebo voda s rozpustenými minerálnymi látkami. V neživom dreve uľahčujú priepustnosť

tekutín. Podľa stavby sa rozlišujú jednoduché stenčieniny (bodky), dvojbodky ihličnatých drevín a dvojbodky listnatých drevín.

Jednoduché stenčieniny (bodky) majú kruhovitý až elipsovitý tvar. Charakteristickým typom stenčienín pre tracheidy ihličnatých drevín sú **dvojbodky**. Nad stenčieninou primárnej steny, ktorá sa označuje ako uzatvárajúca blanka (membrána), sa preklenie sekundárna stena v tvare dutej polgule, v ktorej je otvor (porus). Uzatvárajúca blanka je v strede zhrubnutá do šošovkovitého útvaru (torus). Elasticita membrány umožňuje, že torus funguje ako ventil. Torus pri prvom preschnutí v jarom dreve priľahne na porus a obmedzuje možnosť impregnácie.



Obrázok 3.17 Stenčieniny (3.3):

membrána (M) jednoduchej bodky je pokračovaním strednej lamely (SL) a primárnych stien (P), dvojbodka ihličnatých drevín má na membráne torus, rôzne pohľady na dvojbodku podľa polohy rezu, dvojbodka listnatých drevín

3. 73 Elementárne a chemické zloženie dreva

Suché drevo vysušené na konštantnú hmotnosť rôznych drevín má prakticky rovnaké elementárne zloženie a tým aj rovnakú hustotu drevnej substance.

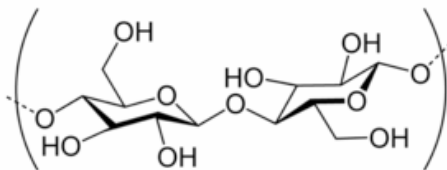
Priemerne obsahuje 49,5 % uhlíka, 44,2 % kyslíka a 6,3 % vodíka. Popri organických látkach, ktoré sú podstatnou časťou drevnej hmoty, drevo obsahuje aj minerálne látky, z ktorých pri spaľovaní vzniká popol. Podiel popola v dreve sa pohybuje od 0,2 do 1,2 % .

Chemické zložky v dreve možno rozdeliť na hlavné zložky – celulóza a hemicelulózy 70 %, lignín 25 % a sprievodné zložky – organické a anorganické látky 10 % .

Celulóza – organická látka v tvare lineárnej polysacharidickej makromolekuly, ktorá tvorí podstatnú časť bunkových stien drevnatých rastlín. V priemere tvorí 43 až 52 % z hmotnosti dreva.

Reťazce celulózy, obrázok 3.18, v mriežke navzájom postranne držia sekundárne vodíkové väzby, ktoré sú príčinou anizotropie pružnostných a pevnostných vlastností celulózy a majú

svoj vplyv aj na anizotropiu fyzikálnych a mechanických vlastností dreva. Čím väčšia je dĺžka polymérového reťazca celulózy, tým je vyššia pevnosť dreva, v dôsledku kovalentných väzieb po dĺžke reťazca. Energia potrebná na roztrhnutie kovalentných väzieb je viac ako 200 kJ/mol oproti vodíkovým väzbám, ktorých energia je $4 \div 40$ kJ/mol.



Obrázok 3.18 Makromolekula celulózy (3.6)

Celulóza sa z dreva získava chemickou cestou a má významné využitie vo výrobe papiera, z celulózy sa vyrába celuloid, celofán, syntetický hodváb, acetátové a nitrocelulóзовé laky a iné.

Hemicelulózy – zmes rôznych uhľohydrátových makromolekúl v bunkovej stene, v porovnaní s celulózou vytvárajú kratšie reťazce. Ich dobrá rozpustnosť dáva predpoklady, že nie sú tesne chemicky spojené s fibrilami, čo ovplyvňuje chemické a fyzikálne vlastnosti dreva. Drevo obsahuje 20 až 35 % hemicelulóz a ich obsah je vyšší v listnatých drevinách.

Lignín – organická amorfná látka tvorená makromolekulami fenolického polyméru, ktorá spôsobuje drevnatenie bunkových stien drevnatých rastlín. Jeho obsah predstavuje z hmotnosti dreva okolo 20 až 30 %. V ihličnatých drevinách je obsah lignínu vyšší ako v listnatých drevinách. Je uložený v celej hrúbke bunkových stien, najvyššie percento zastúpenia je v zloženej strednej lamele a to 60 až 90 %.

Lignín sa chemicky spracúva a vyrábajú sa z neho chemické látky (aj prídavok do lepidiel).

Triesloviny – zlúčeniny viacsýtených fenolov, majú trpkastú chuť, na vzduchu rýchlo oxidujú a sfarbuje drevo. Vyrábajú sa z nich liečivá, vyčističovadlá, farbivá. Triesloviny v dubovom dreve dávajú skladovaným nápojom zvláštnu príchuť.

Farbivá – nachádzajú sa v dreve, kôre, listí. Vyrábajú sa z nich ekologické farbivá.

Pektíny – sú zložené z polysacharidov, vylučujú sa z rán niektorých stromov. Najznámejšie sú klovatína a arabská guma, z ktorých sa vyrábajú zdravotne nezávadné lepidlá (na známky, obálky).

Živice, silice, balzamy – organické látky, ktoré sa nachádzajú v dreve ihličnatých drevín, spracúvajú sa na terpentín, kolofónie a balzamy.

Alkaloidy – sú organické látky, z ktorých mnohé sú jedy ale majú mimoriadny význam pri výrobe liekov (chinín, kokain, taxín).

3. 8 Chyby dreva

Chyby dreva sú podľa STN 490000-1 (3.2) a literatúry (3.3) definované ako nepravidelnosti alebo odchýlky v tvare kmeňa, štruktúre a vo vlastnostiach dreva, ktoré zhoršujú jeho použitie.

3. 81 Hrče a trhliny

Hrče sú základy živých konárov alebo odumretých počas rastu stromu uzavreté v dreve, obrázok, 3.19. Tvorba hrč je prirodzenou vlastnosťou drevín a súvisí s tvorbou koruny stromu. Hrčavosť kmeňa je rozdielna podľa drevín. Väčšina hrč začína od stržňa. Na guľatine možno pozorovať povrchové znaky hrč v rôznych štádiách ich zavaľovania.



Obrázok 3.19 Hrče ako základy konárov a “čínske fúzy” (3.8)

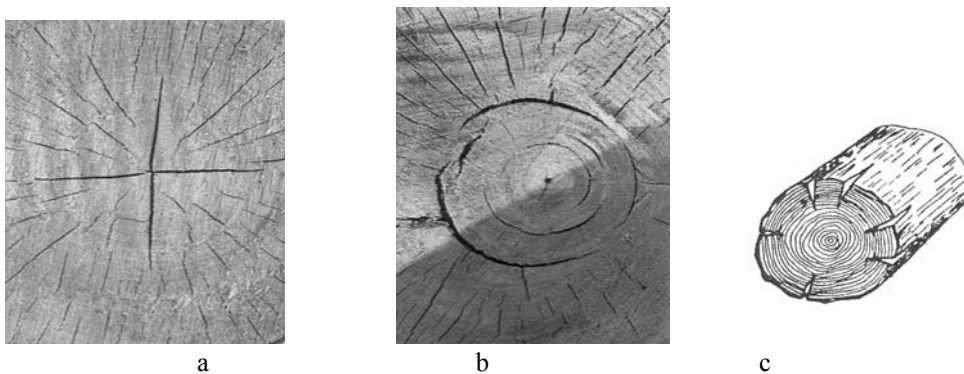
Po vyťažení stromu a odstránení konárov zostáva znak **zdravej hrče** vo forme okrúhleho až eliptického prierezu. Na hornej strane ohybu medzi kmeňom a konárom vzniká vplyvom hrubnutia kmeňa a konára zvrásnená borka v tvare paraboly. Nad zdravou hrčou má parabola zvrásnenej borky ostrý tvar – označovaný ako „**čínske fúzy**“ alebo „**obrvy**“.

Po vyschnutí konára prestávajú na ňom prirastať ročné kruhy a zavalujú ho ročné kruhy kmeňa. Vyschýnajúci konár hnije a v rôznej vzdialenosti od kmeňa sa odlamuje. Povrchovým znakom tejto etapy sú kýpte alebo otvory po nich, ktoré sa označujú ako **nezdravé hrče**.

Široké závaly ročných kruhov, ktoré uzavreli ranu nad hrčou, vytvárajú na kmeni vypuklinu – **zarastenú hrču**. Prírastky kmeňa postupne vypuklinu po hrči zavalia a vyrovnajú. Pri buku je priemerná hrúbka hrče v rezive 7 cm, pri smreku len 2 cm.

Prízemková časť je charakteristická hladkou a plnodrevnou vonkajšou časťou bez hrč a s malými hrčami vo vnútorných vrstvách. Korunová časť je plnohrčavá s prevažným výskytom zdravých hrč.

Trhliny - porušenie dreva v radiálnom alebo tangenciálnom smere vznikajúce vtedy, keď napätia prekročia pevnosť dreva. V dreve vznikajú pri raste stromu (stržňové, odlupčivé, mrazové), pri ťažbe a manipulácii so surovinou (výrobné) a vplyvom zosychania dreva (výsušné) trhliny, obrázok 3.20. Na rastúcom strome sú pozorovateľné len mrazové trhliny.



Obrázok 3.20 Trhliny na priečnom reze (3.8):
a) stržňová, b) odlupčivá, c) výsušná

Stržňové trhliny sa vyskytujú vo všetkých drevinách, tvorí ich jedna alebo viac radiálnych trhlín, ktoré sa začínajú od stržňa ale nesiahajú pod kôru. Vznikajú v dôsledku ohýbania stromu vetrom, nárazom stromu o zem pri ťažbe. Ak jedna alebo dve trhliny na čele guľatiny majú rovnaký smer, trhlina sa nazýva **jednoduchá**, ak je viac trhlín uložených navzájom pod ostrejšim uhlom, nazýva sa **křížová**.

Mrazová trhlina vzniká na stromoch v poraste uvoľnením napätia obvodu kmeňa zmršťovaného silným mrazom – častejšie na kmeňoch listnáčov (dub cerový). Na okrajoch je trhlina zvlnená od prirastania dreva a kôry, vzniká **mrazová lišta**, spôsobená deformáciou stále sa obnovujúcich trhlín vznikajúcich mrazom (v ďalších rokoch) a spôsobuje podstatné znehodnotenie guľatiny, pretože sa mrazová lišta vyskytuje v dĺžke niekoľkých metrov.

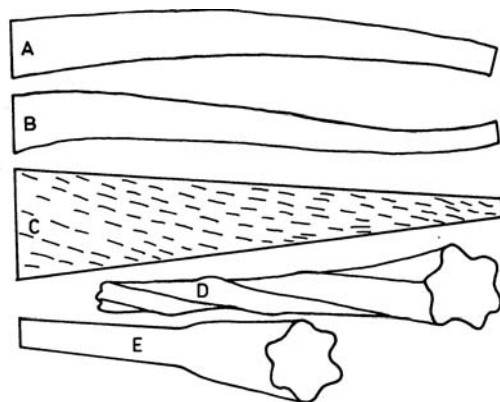
Odlupčivá trhlina je to vnútorná trhlina, ktorá je na priečnom reze zaoblená v smere ročného kruhu a šíri sa pozdĺž kmeňa alebo sortimentu, na čele sa objavuje ako **oblúkovitá trhlina** alebo **kruhovú trhlina** – znižuje akosť dreva (jedľa, topoľ), porušuje celistvosť dreva.

Výsušné trhliny sa vytvárajú v guľatine a rezive všetkých drevín pri jeho vysychaní ako vonkajšie trhliny, ktoré majú najväčšiu šírku na povrchu a postupne sa zužujú do hĺbky sortimentu. Často nadväzujú na stržňové trhliny.

3. 82 Chyby tvaru a štruktúry dreva

Chyby tvaru a štruktúry dreva sa prejavujú zmenami vonkajšieho vzhľadu, porušením pravidelnosti stavby dreva, celistvosti jeho pletív a bunkových blán, zmenami v anatomickej stavbe, obrázky 3.21, 3.22 a 3.23

Chyby tvaru kmeňa – nepravidelnosti a odchýlky v tvare kmeňa, ktoré vznikajú počas rastu stromu. Do tejto skupiny patria chyby deformujúce ideálny valcovitý tvar kmeňa, obrázok 3.21.



Obrázok 3.21 Chyby tvaru a štruktúry kmeňa (3.3):

A – jednosmerná krivosť, B – viacsmerná krivosť, C – zbiehavosť,
D – koreňové nábehy (do výšky 1,3 m), D – rebrovitosť kmeňa (točivosť vlákien),
E – zhrubnutie prízemku

Zbiehavosť je prirodzenou vlastnosťou hlavnej osi dreviny. Je to odchýlka od valcovitého – plnodrevného tvaru kmeňa. Za chybu sa považuje ak je zmenšenie priemeru kmeňa o viac ako 1 cm na 1 m dĺžky. Ihličnaté dreviny sú menej zbiehavé.

Krivosť kmeňa – skrivenie kmeňa po dĺžke, častejší výskyt je pri listnatých drevinách. Skrivenie smerujúce na jednu stranu sa nazýva **jednosmerná krivosť**, pri smere vypuklosti na rôzne strany ide o **viacsmernú krivosť**.

Nádory – výrastky, vypukliny na kmeni väčšinou guľovitého tvaru, vytvárajú sa v dôsledku rozrastania pletív vplyvom rôznych podráždení alebo poškodení kmeňa, ktoré sú vyvolané činnosťou húb, mrazu, mechanickými príčinami, požiarmi.

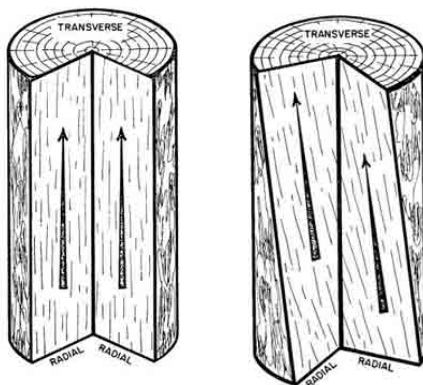
Koreňové nábehy – prostredníctvom nich sa korene prirodzene pripájajú na kmeň, priečny rez prízemku nebýva okrúhly ale nadobúda zvlnený okraj.

Rebrovitosť (brázdovitosť) – zvlnený okraj sa vyskytuje na niektorých drevinách pozdĺž kmeňa alebo jeho časti (hrab).

Zhrubnutie prízemku – náhle zväčšenie hrúbky kmeňa v prízemkovej časti v dĺžke 1,5 až 3 m. Príčinou zhrubnutého prízemku môže byť pôsobenie vetra, strmý svah, malá hĺbka pôdy a vnútorná hniloba.

Chyby štruktúry dreva – nepravidelnosti a odchýlky v štruktúre dreva, ktoré vznikajú počas rastu stromu alebo pri skladovaní dreva.

Točivosť sa prejavuje šikmým usporiadaním axiálne orientovaných bunkových elementov v dreve (špirálovým priebehom vlákien okolo osi kmeňa – **ľavotočivá**, **pravotočivá**, **čiasťočná**), obrázok 3.22.



Obrázok 3.22 Točivosť (3.6)

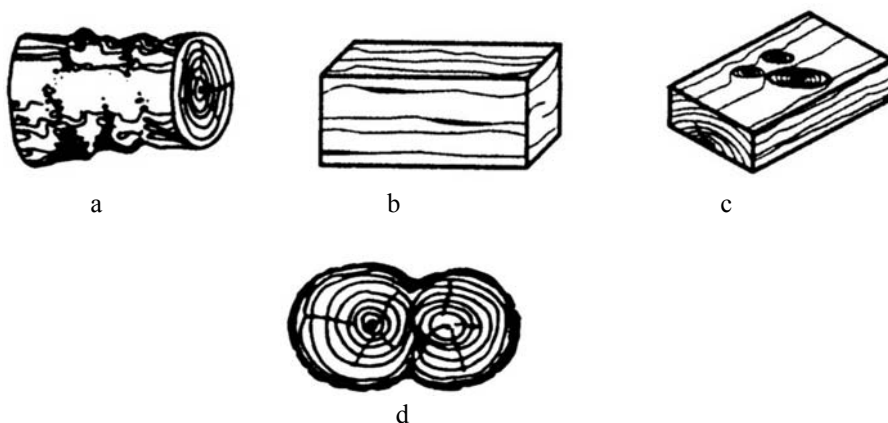
Závitok je zakrivenie ročných kruhov a vlákien zapríčinené prítomnosťou hŕč. Závitky majú veľký vplyv na pevnosť dreva, závitok nie je prípustný v nábytkových hranolčekoch.

Svalovitost' alebo zvláštna kresba dreva (vlnitosť) je rastová odchýlka, pri ktorej bunkové elementy neprebiehajú priamo rovnobežne s osou kmeňa, ale v kratších alebo podlhovastých vlnách.

Reakčné drevo je reakciou kmeňa a konárov na namáhanie stromu, spôsobuje ho ohyb stromu vplyvom vetra alebo hmotnosťou koruny. Pri ihličnatých drevinách je drevo kmeňa stláčané na opačnej strane od smeru prevládajúcich vetrov, konáre vlastnou hmotnosťou vytvárajú reakčné drevo na spodnej polovici - **tlakové**. Pri listnatých drevinách sa reakcia prejavuje v mieste ťahu, napríklad v náveternej polovici kmeňa a v hornej polovici konárov a nazýva sa **ťahové**.

Dvojitý stržň – dva stržne na priečnom reze kmeňa sa vytvárajú pod vidlicou kmeňa, medzi dvoma stržňami sa nachádza zárasť a kmeň má dva stredy ročných kruhov. Okrem členitej závitkovej zóny, ktorá tu vzniká, je táto oblasť namáhaná dvoma ťažiskami koruny a posilnená reakčným drevom. V guľatine sa zóna s dvoma stržňami neodrezáva – vytvára sa tzv. zámok, pretože vplyvom pravidelného výskytu reakčného dreva na celom obvode priečného rezu nepraská.

Živičníky sa prejavujú v podobe rozstúpených ročných kruhov (v šírke 1 až 5 mm), ktoré sú úplne zaplnené živicom, v tangenciálnom smere 1 až 3 cm, v axiálnom smere 2 až 8 cm, najčastejšie vznikajú poranením kmeňa alebo ako ochranná reakcia stromu proti rozvoju drevokazných húb.



Obrázok 3.23 Chyby v štruktúre dreva (3.9):
a – svalovitost' - vlnitosť, b – živičníky, c – závitok, d – dvojitý stržň

3. 83 Poškodenie dreva hubami

Poškodenie dreva hubami je sfarbenie alebo degradácia dreva hubami počas rastu stromu, pri jeho skladovaní a použití, STN 490000-1(3.2), (3.3).

Plesne spôsobujú sfarbenie povrchu dreva vo forme škvŕn alebo súvislých povlakov. Na svoj rozvoj potrebujú, aby vlhkosť dreva prevyšovala 20 % . Vážnejšie môžu znehodnotiť len dyhy, keď sa po nakrájaní nevysušia.

Drevosfarbujúce huby drevo len sfarbuje ale nenarúšajú jeho bunkovú stenu, vyžadujú pre svoj rozvoj výskyt živých parenchymatických buniek v dreve. Pretože živý parenchým sa nachádza v beľovej zóne, chyba sa nazýva sfarbenie beli, najčastejšie (borovica, smrekovec). K zníženiu pevnosti dreva nedochádza, napadnuté drevo je možné natrieť krycimi nátermi, je to estetická chyba.

Drevokazné huby – parazitické drevokazné huby napádajú časti stromu so živými bunkami, saprofytické huby rozkladajú mŕtve drevo a saproparazity znehodnocujú živé aj mŕtve drevo.

Základnými podmienkami pre rozvoj húb je **vlhkosť, teplota a prístup vzduchu**. Optimálna vlhkosť dreva sa pohybuje od 35 do 80 % (vývoj je možný od 10 do 160 %), spodná hranica podielu vzduchu v dreve je 5 až 20 %, teplota 3 až 50 °C, optimum je 20 až 32 °C.

Vplyvom **celulózovorných húb** drevo spočiatku nadobúda červenkastú až červenú farbu, postupne hnedne, stáva sa krehké, lámavé až drobivé, stráca na hmotnosti i na objeme a často kockovite praská. Celulózovorná huba spôsobuje tzv. deštrukčný rozklad dreva.

Lignínovorné huby rozkladajú okrem celulózy aj lignín. Výsledné sfarbenie je biele, drevo po rozklade je mäkké až drobivé, stráca na hmotnosti, ale nie na objeme. Lignínovorné huby spôsobujú korozívny rozklad dreva.

Súčasný normy chýb hnilobný proces klasifikujú dvoma kritériami a to ako **drevosfarbujúce štádium drevokaznej huby a hnilobu**.

Hniloba sa charakterizuje ako **hniloba tvrdá** – drevo nie je mäkké ale už sa podstatne znižujú jeho fyzikálne a mechanické vlastnosti, takže po rozpílení kmeňa sa rezivo môže celkom rozpadnúť, **mäkká hniloba** dreva s podstatným znížením mechanických vlastností dreva a posledným štádiom pôsobenia húb je **búťľavina**.

Medzi najznámejšie drevokazné huby patrí drevomorka domáca, trámovka jedľová a trámovka plotov.

Zaparenie vzniká v zóne beli ale aj vyzretého dreva po vytlačení bezjadrových drevín (buk, jelša, breza) ak je nesprávne sušenie. Najčastejšie sa zaparí nechránená guľatina v období, keď maximálna denná teplota vystupuje nad 20 °C. Zaparenie postupuje od čiel a od odkôrnených častí povrchu kmeňa a spôsobuje podstatné zníženie fyzikálnych a mechanických vlastností dreva

Zaparenie má niekoľko štádií. I. fáza je spojená s odumieraním parenchýmu, oxidujú triesloviny, prebehne tylatácia (už táto fáza s tylatáciou je chybou, pretože znemožňuje napr. impregnáciu podvalov). Druhým štádiom je podpar - štádium drevokaznej huby, poslednou fázou je mramorovitá hniloba.

3. 84 Sfarbenie dreva neorganického pôvodu

Sfarbenie dreva neorganického pôvodu – sú to povrchové znaky farby čerstvo vytlačeného alebo splavovaného dreva. Nespôsobuje ho vplyv húb, po vysušení sa viac alebo menej stráca, povrch ovplyvňuje do hĺbky 1 až 5 mm. Vzniká v dôsledku oxidácie trieslovín v povrchových vrstvách dreva.

Buk má súvislé červenkastohnedé sfarbenie, pri lipe je zelenkastá farba, atramentové škvrny sa vytvárajú na plochách reziva a na dyhách z duba a smrekovca a iných drevinách bohatých na triesloviny. Pre dub je charakteristické aj tmavé sfarbenie od črepín (pozostatky vojny). Chemické sfarbenie nevlplyva na mechanické vlastnosti dreva.

3. 85 Nepravé jadro

Nepravé jadro sa vytvára v zóne vyzretého dreva alebo v stredovej časti beľových roztrúsene pórovitých drevín (buk, jelša, breza, javor) a má zreteľnú hraničnú zónu. Normy chýb dreva rozlišujú okrúhle nepravé jadrá a nepravé jadrá lúčovito vybiehajúce k obvodu kmeňa.

Okrúhle nepravé jadrá:

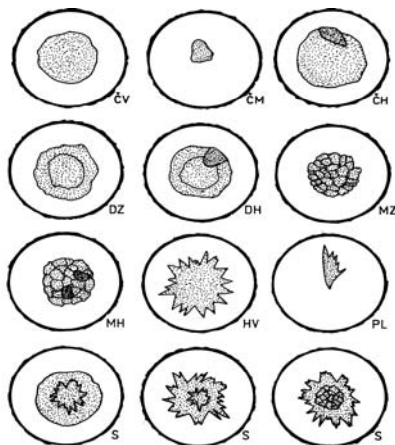
- **jednoduché** jadro (okrúhle, červenohnedé),
- **dvojité** jadro skladajúce sa z dvoch alebo viacerých okrúhlych červenohnedých, koncentricky uložených jadier,
- **mramorovité** jadro je zložené z rôzneho množstva nepravidelne okrúhlych jadier, ktoré sú od seba odlišené zreteľnou hraničnou zónou.

Nepravé jadrá lúčovito vybiehajúce k obvodu kmeňa:

- **hviezdicové** jadro,
- **plamencové** jadro – excentrické plamence.

Zdravé nepravé jadro sa od pravého jadra odlišuje tým, že sfarbenie tejto zóny je len klasická oxidácia trieslovín – spravidla vzniká po preniknutí vzduchu do zóny vyzretého dreva (cez hrče, poranenia).

Nezdravé nepravé jadro – sem patria obidva typy lúčovitého jadra ako aj tie okrúhle jadrá, ktoré majú farebne odlišnú zónu s výraznou hraničnou čiarou. Sú výsledkom pôsobenia drevokazných húb v rôznych štádiách ich rozvoja, obrázok 3.24.



Obrázok 3.24 Nepravé jadrá – tvar bukových jadier (3.3):
*ČV – okrúhle červenohnedé veľké, ČM – malé, ČH – hnilobné, DZ – dvojité zdravé,
 DH – dvojité hnilobné, MZ – mozaikovitě zdravé, MH – mozaikovitě hnilobné,
 HV – hviezdicovité, PL – plamencovité, S – zložené jadrá*

3. 86 Poškodenie dreva hmyzom

Poškodenie dreva hmyzom – sú to chodbičky a otvory v dreve rôzneho priemeru a hĺbky spôsobené hmyzom.

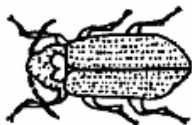
Drevo poškodzujú najmä larvy hmyzu, ktoré sa živia drevom a kôrou, napádajú rastúce stromy alebo čerstvo vyťažené drevo.

Parazit pôsobí na živých stromoch, **saproparazit** je na čerstvo vyťaženej drevine alebo **saprofyt** na odumretom dreve. Ani suché drevo nie je chránené proti niektorým druhom hmyzu – červotoč, obrázok 3.25.

Dospelý hmyz na strome (imágo) - chrobáky, blanokrídlovce alebo motýle kladú vajíčka na povrch kôry, do lyka, na obvod chodieb, ktoré vyhrýzú v dreve. Z vajíčka sa vyvinie larva, húsenica, ktorá žerie v púčikoch, listoch, v lyku, v beľovej alebo jadrovej zóne. Larva sa niekoľkokrát zakuklí, narastie a po poslednom zakuklení sa z larvy vyvinie dospelý jedinec, vychádza cez výletový otvor z dreva, ktorý je taký veľký ako sám dospelý hmyz.

K najznámejším druhom patrí pilorítka (z rodu blanokrídlovcov), lykožrút smrekový, červotoč - umrlčí , bodkovaný, hnedý (z rodu chrobákov).

**Hnedý, jemne chlpatý.
dĺžka: 3–5 mm**



a

**Tmavohnedý - čierny.
dĺžka: 7–25 mm**



b

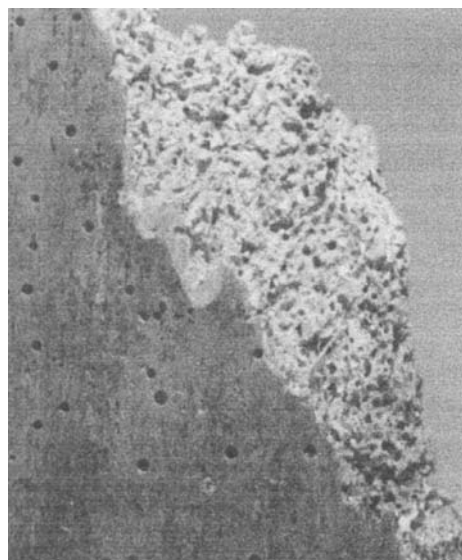
*Obrázok 3.25 Drevokazný hmyz (chrobáky) na guľatine
a/alebo na opracovanom dreve (3.10):*

a – červotoč bodkovaný, b – fúzač krovový

Veľkosť, tvar chodieb a spôsob ich usporiadania v dreve je charakteristický pre určitý druh hmyzu, obrázok 3.26.



a



b

Obrázok 3.26 Poškodenie dreva požerkami drevokazného hmyzu (3.10):

a) fúzačom krovovým, b) červotočom bodkovaným

Zoznam bibliografických odkazov – kapitola 3:

- 3.1 SZÁSZ, T.: *Pracujeme se dřevem jen s dobrými nástroji*. Praha: SNTL, 1991. ISBN 80-03-00237-0
- 3.2 STN 49 0000-1 : 1998 : *Názvoslovie v drevárskom priemysle – Drevo – Časť 1: Všeobecné termíny a definície*
- 3.3 POŽGAJ, A. a kol.: *Štruktúra a vlastnosti dreva*. Bratislava: PRÍRODA, 1997. ISBN 80-07-00960-4
- 3.4 ONDREJKOVIČ, A.: *Materiály pre 1. ročník SOU učebný odbor stolár*. Bratislava: PROXIMA PRESS, 2004. ISBN 80-85454-74-2
- 3.5 Plant UCONN DATABASE of trees, shrubs and vines by Mark H. Brand. [cit. 2007-07-20]. Dostupné na internete: <http://www.hort.uconn.edu/plants>
- 3.6 Wikipedia the free encyclopedia. [cit. 2007-07-20]. Dostupné na internete: <http://www.wikipedia.org>
- 3.7 DUBOVSKÝ, J., BABIAK, M., ČUNDERLÍK, I.: *Textúra, štruktúra a úžitkové vlastnosti dreva*. Zvolen: TU, 2003. ISBN 80-228-1290-0
- 3.8 MOLNÁR, S.: *Fahibák, fakárosítások*. Sopron: Hillebrand Nyomda Kft, 2006. ISBN 963 9364 71 1
- 3.9 Dřevařská příručka. Praha: SOBOTALES, 2002
- 3.10 REINPRECHT, L.: *Ochrana dreva a kompozitov*. Zvolen: TU, 2004. ISBN 80-228-1300-1

4 FYZIKÁLNE VLASTNOSTI DREVA

Fyzikálne vlastnosti dreva sú vlastnosti dreva určujúce jeho kvalitu a interakciu s okolitým prostredím, STN 490000-1 (4.1), (4.2), (4.3).

Fyzikálne vlastnosti dreva a drevných materiálov sú vysoko variabilné vzhľadom na prírodný pôvod dreva.

Keďže hodnota vlastnosti môže závisieť na mnohých faktoroch, normou alebo iným predpisom sa stanoví postup skúšania a tiež tvar a rozmery skúšobného telesa. Skúšobné teleso je zo vzorky pripravené teleso, určené na zisťovanie danej vlastnosti dreva (4.3).

Na základe poznania makroskopickej, mikroskopickej a submikroskopickej štruktúry dreva je známe, že drevo sa bude chovať rôzne v pozdĺžnom smere, ako aj naprieč vlákien v radiálnom a tangenciálnom smere. Hodnoty fyzikálnych vlastností budú teda rôzne pre jednotlivé dreviny a zároveň v rámci jednej dreviny sa budú odlišovať v troch navzájom kolmých smeroch.

Pre drevné kompozity vzhľadom na orientáciu jednotlivých vrstiev dýh, triesok, vlákien je potrebné hodnotiť vlastnosti v určených smeroch. Pri trojvrstvových preglejkách sa rozlišujú smery – kolmo na rovinu dosky a rovnobežne s rovinou dosky (v smere vlákien povrchovej dyhy a kolmo na vlákna povrchovej dyhy), pri trieskových a vláknitých doskách sa určujú dva smery a to kolmo na rovinu dosky a rovnobežne s rovinou dosky.

Kľúčové slová:

vlastnosť, vlhkosť, voda voľná, voda viazaná, bod nasýtenia vlákien, rovnovážna vlhkosť dreva, zosychanie, napúčanie, vzduchosuché drevo, absolútne suché drevo, hustota, redukovaná hustota, pozdĺž vlákien, kolmo na vlákna.

property (characteristic), moisture (content), free water, bound water, fibre saturation point, equilibrium moisture, shrinking, swelling, air dry wood, oven dry wood, density, specific gravity, parallel to grain, perpendicular to grain

Eigenschaft (f), Feuchtigkeit (f), freies Wasser (n), gebundenes Wasser (n), Fasersättigungspunkt (n), Gleichgewichtsfeuchtigkeit (f), Trockenschwindung (f), Quellen (n), Lufttrockenes Holz (n), darrtrockenes Holz (n), Dichte (f), reduzierte Dichte (f), parallel zu den Fasern, senkrecht zu den Fasern

4.1 Vlhkosť dreva

Vlhkosťou dreva sa rozumie množstvo vody, ktoré sa nachádza v dreve, STN 490103 (4.4).

Absolútna vlhkosť vyjadruje sa pomerom hmotnosti vody k hmotnosti absolútne suchého dreva, (absolútnu vlhkosť používajú lesníci a drevári).

Relatívna vlhkosť dreva je vyjadrená pomerom hmotnosti vody a hmotnosti mokrého dreva, (relatívnu vlhkosť používajú celulózáci). Absolútna a relatívna vlhkosť dreva sa vyjadrujú v % a vypočítajú sa podľa nasledovných vzťahov:

$$w_a = \frac{m_v}{m_0} \cdot 100 = \frac{m_w - m_0}{m_0} \cdot 100 \quad [\%] \quad (4.1)$$

$$w_r = \frac{m_v}{m_w} \cdot 100 = \frac{m_w - m_0}{m_w} \cdot 100 \quad [\%] \quad (4.2)$$

kde w_a ... absolútna vlhkosť; w_r ... relatívna vlhkosť; m_0 ... hmotnosť dreva v absolútne suchom stave (hmotnosť dreva po vysušení pri teplote 103 ± 2 °C); m_w ... hmotnosť dreva pri vlhkosti w ; m_v ... hmotnosť vody.

Voda obsiahnutá v dreve sa delí na vodu voľnú a viazanú.

Voľná voda v dreve – voda uložená v hrubej kapilárnej štruktúre, vyplňa v dreve najmä lúmeny a medzibunkové priestory, ktorých priečny rozmer je väčší ako 10^{-7} m a je viazaná silami kapilárnej povahy. V dreve je prítomná len vtedy, keď sú bunkové steny zaplnené viazanou vodou. Množstvo voľnej vody sa pohybuje od bodu nasýtenia vlákien po úplné nasýtenie dreva vodou.

Viazaná voda v dreve – hygroskopická, je uložená v bunkových stenách a je viazaná vodíkovými väzbami. Voda viazaná v dreve má rozmedzie vlhkosti od 0 % do bodu nasýtenia vlákien (BNV), ktorého priemerná hodnota vlhkosti sa pre naše drevíny pohybuje okolo 30 %.

Bod nasýtenia vlákien (BNV) – vlhkosť dreva, pri ktorej drevo obsahuje maximálny podiel viazanej vody a žiadnu voľnú vodu.

V praxi sa najčastejšie rozlišujú tieto stupne vlhkosti dreva:

- mokré, ktoré je dlho uložené vo vode, w nad 100 % ,
- čerstvo vyťažené $w = 50 \div 100$ % ,
- vzduchosuché $w = 15 \div 20$ % ,
- izbovosuché $w = 8 \div 10$ % ,
- absolútne suché, vysušené pri teplote 103 ± 2 °C.

Okrem týchto stupňov vlhkosti sa v praxi rozlišuje výrobná vlhkosť, pri ktorej sa drevo vo výrobe spracovalo a prevádzková vlhkosť, ktorá závisí od podmienok, za ktorých sa drevo alebo výrobok z dreva používa.

Zisťovanie vlhkosti dreva sa uskutočňuje pomocou niektorej z priamych alebo nepriamych metód.

Priame metódy spočívajú v priamom zistení skutočného množstva vody v dreve najčastejšie vážením – gravimetrická metóda (váhová metóda).

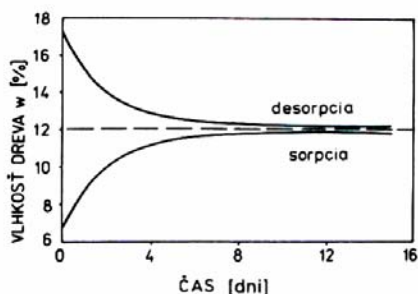
Pri **nepriamych metódach** sa vlhkosť dreva zisťuje na základe známej zákonitosti zistenej teoreticky alebo empiricky medzi vlhkosťou dreva a inou veličinou. Elektrické vlhkomery sú často používané v drevárskej praxi a sú založené na princípe merania určitej vlastnosti, najčastejšie elektrického odporu alebo vodivosti, kapacity a stratového činiteľa. K najznámejším patrí elektrický odporový vlhkomer.

Drevo je **hygroskopický materiál**, ktorý má schopnosť meniť svoju vlhkosť (vodnú paru priberať alebo uvoľňovať) podľa okolitého vzduchu. Ak sa vzorka umiestni v prostredí s konštantnými parametrami a nechá sa tam dostatočne dlho, dosiahne stav vlhkostnej rovnováhy.

Rovnovážna vlhkosť dreva je vlhkosť dreva, ktorá zodpovedá podmienkam okolitého prostredia.

Navíhaním alebo **sorpciou** sa označuje proces dosahovania rovnovážnej vlhkosti zdola. Dosahovanie rovnovážnej vlhkosti zhora je **desorpcia**. Na obrázku 4.1 je znázornený priebeh dosahovania stavu vlhkostnej rovnováhy sorpciou a desorpciou. Rovnovážna vlhkosť dreva sa určuje buď výpočtom alebo z diagramu rovnovážnej vlhkosti dreva.

Nasiakavosť je prijímanie vody v kvapalnej fáze, rozdiel pri navíhavosti je ten, že telesá sú v kontakte s kvapalnou vodou nie vodnou parou.



Obrázok 4.1 Rovnovážna vlhkosť dreva (4.2)

Rozmerové a tvarové zmeny dreva, ktoré nastanú v dôsledku zmien vlhkosti v rozsahu viazanej vody sa nazývajú zosychaním, napúčaním a šúverením dreva.

Zosychanie dreva je proces, pri ktorom sa zmenšujú lineárne rozmery, plocha alebo objem dreva v dôsledku úbytku viazanej vody. Zosychanie sa vyjadruje podielom príslušnej zmeny a pôvodnej hodnoty veličiny. Ak sa tento podiel násobí 100, vyjadruje sa zosychanie v percentách:

$$\alpha_i = \frac{a_{i\max} - a_i(w)}{a_{i\max}} \cdot 100 \text{ [%]} \quad (4.3)$$

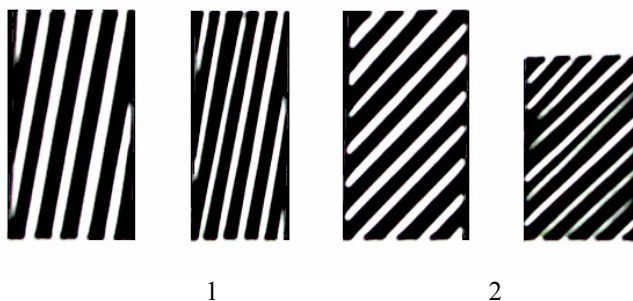
kde: $a_{i\max}$... lineárny rozmer v ľubovoľnom smere, plocha alebo objem pred zoschnutím;
 $\alpha_i(w)$... tá istá veličina po zoschnutí.

Voľná voda sa vyparuje z dreva pomerne rýchlo a nevyvoláva zmenšovanie rozmerov, pričom sa zmenšuje iba jeho hmotnosť.

Vyparovanie viazanej vody je omnoho pomalšie a je spojené so zosychaním dreva, ktoré sa začína od okamihu ako vlhkosť dreva začne klesať pod BNV.

Zosychanie sa vysvetľuje tým, že viazaná voda v bunkových stenách je uložená v medzifibrilárnych priestoroch, pričom molekuly vody roztláčajú fibrily. Pri unikani viazanej vody sa fibrily približujú, čím sa zmenšujú bunkové steny jednotlivých elementov a dreva ako celku.

Zosychanie dreva má anizotropný charakter, čoho dôkazom sú rozdielne hodnoty zoschnutia v jednotlivých anatomických smeroch. Jeho rozmery sa najviac zmenšujú naprieč vlákien a v nepatrnej miere pozdĺž vlákien, čo možno vysvetliť rozdielnym uhlom sklonu fibril od pozdĺžnej osi bunky, obrázok 4.2.



Obrázok 4.2 Zmenšovanie rozmerov dreva pozdĺž a naprieč vlákien pri rôznom uhle sklonu mikrofibril (4.2):

1 – pozdĺž vlákien, 2 – naprieč vlákien, čierne pásiky – mikrofibrily, biele pásiky – voda

Drevo zosychá aj naprieč vlákien rôzne. V tangenciálnom smere je zoschnutie 1,5 až 2-krát väčšie ako v **radiálnom smere**. Na týchto hodnotách sa podieľa predovšetkým striedanie jarného a letného dreva ako aj stržňové lúče.

Okrem zoschnutia pozdĺž a naprieč vlákien, ktoré sa nazýva aj **lineárnym zoschnutím** sa uvažuje aj s **objemovým zoschnutím**, ktoré charakterizuje zmenšenie objemu dreva.

Zoschnutie od BNV do absolútne suchého stavu sa nazýva **celkové zoschnutie**.

Priemerné hodnoty zoschnutia našich drevín sú v jednotlivých anatomických smeroch nasledovné:

- radiálny smer $\alpha_r = 3$ až 6 %,
- tangenciálny smer $\alpha_t = 6$ až 12 %,
- pozdĺžny smer $\alpha_l = 0,1$ až $0,6$ %.

Napúčanie dreva - zväčšenie lineárnych rozmerov a objemu dreva, spôsobené zvýšením jeho vlhkosti v rozsahu do bodu nasýtenia vlákien. Napúčanie možno vyjadriť rovnicou:

$$\beta_i = \frac{a_{i\max} - a_{i0}}{a_{i0}} \cdot 100 \text{ [%]} \quad (4.4)$$

kde $a_{i\max}$... lineárny rozmer v ľubovoľnom smere, plocha alebo objem po napučaní;
 a_{i0} ... tá istá veličina v suchom stave.

Napúčanie sa riadi tými istými zákonitosťami ako zosychanie. Viazaná voda sa dostáva do amorfných oblastí celulóзовých fibríl, ktoré roztláča, čo vyvoláva zväčšenie bunkových stien jednotlivých elementov a dreva ako celku.

Drevo napúča pri pohlcovaní vody do hodnoty BNV. Ďalšie zvyšovanie obsahu vody napúčanie dreva nevyvoláva, lebo voda vyplní len lúmeny alebo medzibunkové dutiny.

Z hodnôt zoschnutia dreva je v praxi často potrebné vypočítať jeho napúčanie. Pri údajoch v % je možné vykonať prepočet na základe vzťahov (4.5) a (4.6):

$$\alpha_i = \frac{100 \cdot \beta_i}{100 + \beta_i} \quad (4.5)$$

$$\beta_i = \frac{100 \cdot \alpha_i}{100 - \alpha_i} \quad (4.6)$$

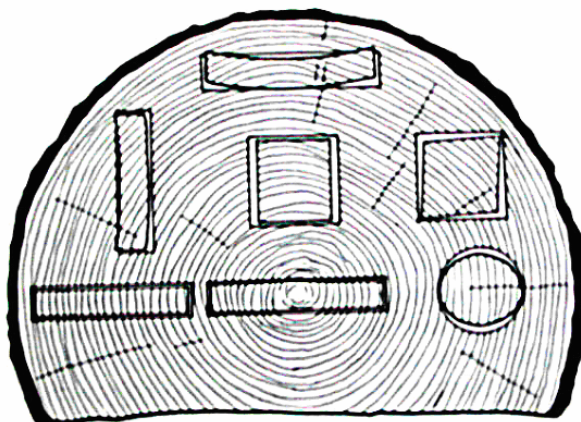
Šúverenie dreva – proces zmeny tvaru dreva vyvolaný zmenou jeho vlhkosti.

Priečne šúverenie vyvoláva rozdielne radiálne a tangenciálne zoschnutie a je tým väčšie, čím je väčšia vzdialenosť od stržňa po okraj.

Rôzne časti **dosky** sa nezoschnú rovnako, lebo vnútorná plocha dosky obrátená k stržňu (pravá strana dosky) je bližšie k radiálnemu smeru a vonkajšia (ľavá strana) je bližšie k tangenciálnemu smeru.

Hranol so štvorcovou základňou môže nadobudnúť obdĺžnikový alebo kosoštvorcový tvar a doska žľabovitý tvar.

Rotačný valec sa môže zmeniť na eliptický, aj otvor vyvŕtaný v tangenciálnej doske kolmo na povrch sa v dôsledku rozdielného zoschnutia v radiálnom a tangenciálnom smere zmení na eliptický, obrázok 4.3.



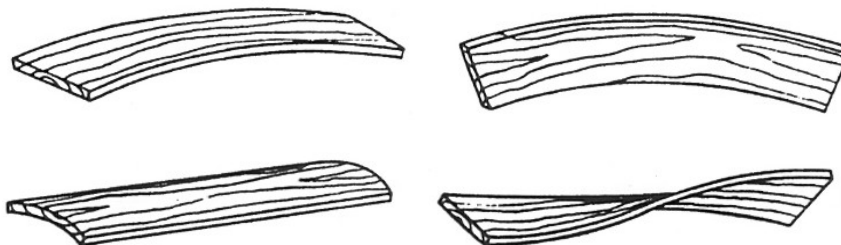
Obrázok 4.3 Schematické znázornenie priečného šúverenia hranolov, dosák a valca vyrezaných z rôznych polôh priečného prierezu kmeňa (4.2)

Pozdĺžne šúverenie môže mať formu priehybu alebo stočenia.

Stočenie je vyvolané točivosťou kmeňa, ktorá vzniká v dôsledku točivého priebehu vlákien v kmeni, plocha dosky nadobudne vrtuľovitý tvar.

Priehyb je vyvolaný rozdielom v pozdĺžnom zoschnutí medzi zónou beľového a jadrového dreva alebo reakčného dreva – doska nadobudne tvar oblúka.

Tvarové zmeny dreva, ktoré vznikajú v dôsledku nerovnakého zoschnutia v jednotlivých anatomických smeroch, spôsobujú z praktického hľadiska straty na drevnej hmote a znižujú jeho využiteľnosť, obrázok 4.4.



Obrázok 4.4 Schematické znázornenie tvaru dosák pri priečnom a pozdĺžnom šúverení (4.5)

Kolaps je zrútenie bunkových stien, keď sa **voľná voda** z dreva rýchlo odstráni, najčastejšie pri vlhkosti $50 \div 60 \%$.

Rýchlym odstránením voľnej vody z dreva vznikajú v dreve prázdne priestory a značné napätia a bunkové steny sa ľahko preboria dovnútra týchto prázdnych priestorov, ktorými sú lúmeny buniek a medzibunkové priestory.

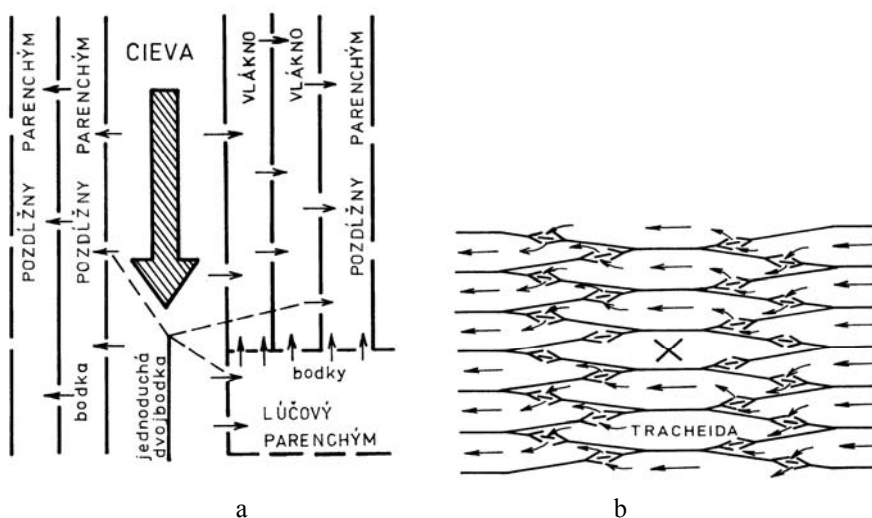
Drevo sa značne zdeformuje a v jeho vnútorných a vonkajších vrstvách sa vytvoria veľké trhliny, obrázok 4.5.



Obrázok 4.5 Deformácia telesa a vznik trhlín pri kolapse (4.2)

Pohyb voľnej vody v dreve znamená prenos vody cez drevo vyvolaný rozdielom vlhkosti dreva alebo rozdielom vonkajšieho tlaku.

Vlastnosť dreva, ktorá umožňuje tento pohyb sa nazýva **priepustnosťou** a je dôležitá najmä z hľadiska impregnácie, obrázok 4.6.



Obrázok 4.6 Vodivé cesty pre hydrodynamický pohyb kvapalín (4.2):
a – v listnatých drevinách, b – v ihličnatých drevinách

Najčastejšou príčinou podstatného zníženia priepustnosti listnatých drevín je zatylovanie. Tyly znižujú efektívny polomer ciev alebo ich úplne upchávajú.

Pre ihličnaté dreviny je priepustnosť daná počtom a polomerom dvojbodiek, hodnoty priepustnosti sú oveľa nižšie ako pre listnaté dreviny.

4. 2 Hustota dreva

Hustota dreva udáva hmotnosť jeho objemovej jednotky, pričom sa vyjadruje najčastejšie v $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ alebo $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$, STN 490108 (4.6), (4.2).

Hustota dreva významne ovplyvňuje fyzikálne a mechanické vlastnosti dreva, napr. ťažké drevo je pevnejšie, tvrdšie a odolnejšie proti opotrebeniu ako ľahké drevo, tiež nadobúda význam pri mechanickom a chemickom spracovaní, je ukazovateľom vhodnosti použitia na konkrétne účely, napr. nízka hmotnosť pri vysokej pevnosti alebo pružnosti (stavebníctvo), pri použití dreva na hudobné nástroje a pod.

Drevná substancia je hmota bunkových stien bez pórov (lúmenov a medzibunkových priestorov).

Hustota drevnej substancie ρ_s je vyjadrená pomerom hmotnosti drevnej substancie m a jej príslušného objemu V :

$$\rho_s = \frac{m}{V} \quad [\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}] \quad (4.7)$$

Hustota drevnej substancie je takmer stála hodnota, mení sa len natoľko, nakoľko sa mení chemické zloženie dreva. Priemerná hodnota je $1540 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$.

Význam tohto parametra sa prejaví pri výpočtoch ako je pórovitosť, maximálna nasiakavosť, pri technologických procesoch impregnácie dreva a pod.

Hustota dreva udáva hmotnosť jednotkového objemu dreva pri určitej vlhkosti. Vypočíta sa z podielu hmotnosti m_w a objemu dreva V_w , pričom hmotnosť aj objem dreva je pri tej istej vlhkosti:

$$\rho_w = \frac{m_w}{V_w} \quad [\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}] \quad (4.8)$$

Pre možnosť porovnania výsledkov a pri rôznych teoretických výpočtoch sa uvažuje s hustotou dreva v absolútne suchom stave ρ_0 , keď je hmotnosť a objem dreva pri nulovej vlhkosti:

$$\rho_0 = \frac{m_0}{V_0} \quad [\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}] \quad (4.9)$$

Podľa doteraz platnej normy STN 490108 (4.6) sa hustota dreva udáva pri vlhkosti 12 %.

Hustota dreva ρ_0 našich hospodársky najvýznamnejších drevín je:

smrek, jedľa, topole ($350 \div 400 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$),
 limba, lipa, osika ($400 \div 450 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$),
 borovica ($500 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$),
 smrekovec, vŕba, jelša, breza ($500 \div 600 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$),
 jaseň, javor, gaštan ($630 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$),
 brest, dub ($640 \div 650 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$),
 buk ($680 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$),
 agát, hrab ($730 \div 800 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$).

Redukovaná hustota dreva je definovaná podielom hmotnosti dreva v absolútne suchom stave m_0 a jeho objemu pri určitej vlhkosti V_w :

$$\rho_{rw} = \frac{m_0}{V_w} [\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}] \quad (4.10)$$

Keďže pri pestovaní, ťažbe a v odberateľsko-dodávateľských vzťahoch (predaj dreva pre váhu) sa uvažuje s objemom dreva v čerstvom stave, nadobúda na význame redukovaná hustota dreva v čerstvom stave. Táto hustota udáva, koľko suchej drevnej hmoty m_0 sa nachádza v maximálne napučanom objeme dreva $V_{\max}$. Vypočíta sa podľa vzťahu:

$$\rho_{rc} = \frac{m_0}{V_{\max}} [\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}] \quad (4.11)$$

Pórovitosť dreva je to objem pórov v jednotkovom objeme dreva. Pórmí sa myslia dutiny vytvorené lúmenmi, prípadne medzibunkovými priestormi. Celková pórovitosť sa vyjadruje objemom pórov V_p v jednotkovom objeme suchého dreva V_0 :

$$p = \frac{V_p}{V_0} \quad (4.12)$$

Pri známych hodnotách hustoty dreva v absolútne suchom stave ρ_0 a hustoty drevnej substancie ρ_s sa pórovitosť vypočíta:

$$p = \left(1 - \frac{\rho_0}{\rho_s}\right) \cdot 100 [\%] \quad (4.13)$$

Pórovitosť dreva závisí od jeho hustoty. So stúpajúcou hustotou pórovitosť dreva klesá. Na meranie pórovitosti existuje mnoho metód. Jednou z nich je aj ortuťová porozimetria. Pórovitosť dreva súvisí s priepustnosťou, difúziou vody v dreve a z hľadiska technologického nadobúda na význame pri procesoch impregnácie, sušenia, povrchovej úpravy a ďalších.

4.3 Ostatné fyzikálne vlastnosti dreva

Tepelné vlastnosti dreva sú definované ako vlastnosti dreva určujúce jeho vzťah k teplu.

Teplotná rozťažnosť dreva – zvyšovanie teploty telesa spôsobuje zvyšovanie energie molekúl, zvyšovanie ich rýchlosti a v konečnom dôsledku aj zväčšenie rozmerov telesa.

Teplotná rozťažnosť dreva je pomerne malá, no v niektorých technologických procesoch ju nemožno zanedbať, najmä pri lisovaní, kde sú veľké zmeny teploty a len pomerne malé zmeny vlhkosti.

Špecifická tepelná kapacita látky je množstvo tepla, ktorým sa jednotková hmotnosť látky ohreje o 1 K, (teda charakterizuje schopnosť dreva pohlcovať teplo) :

$$c = \frac{Q}{m \Delta \vartheta} \quad [\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}] \quad (4.14)$$

kde c ... špecifická tepelná kapacita; Q ... množstvo tepla v [J]; m ... hmotnosť látky v [kg]; $\Delta \vartheta$... rozdiel teplôt v [K].

Tepelná kapacita absolútne suchého dreva c_0 sa vypočíta:

$$c_0 = 1,571 + 0,00277 \cdot \vartheta \quad (4.15)$$

kde ϑ ... teplota v [°C].

Prenos tepla v dreve má význam pre technológie ako sú: hydrotermická úprava, chemická ochrana dreva, lisovanie a súčasne tam, kde je potrebné viesť množstvo tepla na vykonanie jednotlivých technológií a pri posúdení tepelnoizolačných vlastností dreva. Všeobecne sa v dreve môžu vyskytovať všetky tri základné druhy prenosu tepla – kondukciou, konvekciou, radiáciou.

Tepelná vodivosť dreva – fyzikálna vlastnosť látky, ktorá udáva schopnosť dreva a materiálov viesť teplo. Podmienkou je teplotný spád, teplo prúdi z miesta s vyšším potenciálom na miesto s nižším potenciálom. Definičnou rovnicou pre koeficient tepelnej vodivosti je Fourierov zákon vedenia tepla v tvare:

$$\frac{Q}{S \cdot \tau} = \lambda \cdot \frac{t_2 - t_1}{x_2 - x_1} \quad (4.16)$$

kde Q ... množstvo tepla v [J]; S ... plocha toku v [m²]; τ ... čas trvania tepelného toku v [s]; $t_{1,2}$... teploty povrchových plôch v [°C]; $x_{1,2}$... súradnice povrchových plôch v [m]; λ ... koeficient tepelnej vodivosti v [W·m⁻¹·K⁻¹].

Koeficient tepelnej vodivosti λ je číselne rovný množstvu tepla, ktoré pretečie jednotkovou plochou za jednotku času pri jednotkovom teplotnom spáde. Z hľadiska anizotropie ho možno usporiadať podľa veľkosti : $\lambda_l > \lambda_r > \lambda_t$, kde indexy l, r, t predstavujú pozdĺžny, radiálny a tangenciálny smer.

Teplotná vodivosť dreva charakterizuje schopnosť dreva a drevných materiálov vyrovnávať teploty pri ohrievaní alebo ochladzovaní a je daná koeficientom teplotnej vodivosti dreva.

Koeficient teplotnej vodivosti dreva a sa vypočíta:

$$a = \frac{\lambda}{\rho \cdot c} \quad [\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}] \quad (4.17)$$

kde c ... špecifická tepelná kapacita [$\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$]; ρ ... hustota dreva [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$]; λ ... koeficient teplotnej vodivosti v [$\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$].

Akustické vlastnosti dreva sú vlastnosti dreva, určujúce jeho vzťah k zvuku.

Drevo je materiál s veľmi dobrými akustickými vlastnosťami, preto sa používa na výrobu hudobných nástrojov – husle, gitary, akustické dosky pianín a klavírov, obrázok 4.7.

Na zlepšenie akustických vlastností sa používa drevo a niektoré drevné kompozitné materiály (DVD), preglejky na vnútorné obloženie kín, divadiel, koncertných siení a inde.



Obrázok 4.7 Husle a gitara

Drevo vibruje, keď naň pôsobia budiace sily. Amplitúda vibrácie závisí od frekvencie pôsobiacej sily. Keď prestanú pôsobiť sily vyvolávajúce vibráciu látky, amplitúdy sa stávajú nižšie a nižšie a látka sa vráti do pôvodného stavu pokoja. Prirodzená energia je rozptýlená čiastočne **radiáciou zvuku**, čiastočne **vnútorným trením** meniacim sa na teplo, ktoré sa

nazýva **kapacitou tlmenia**. Kapacita tlmenia dreva je vyššia ako pri ostatných konštrukčných materiáloch.

Pri hudobných nástrojoch sa vyžaduje nízke tlmenie spôsobené vnútorným trením a vysoké tlmenie spôsobené radiáciou zvuku.

Rezonančná schopnosť dreva je jeho schopnosť zosilňovať zvuk bez skreslenia tónu. Typickou drevinou s rezonančnými vlastnosťami je **smrek**, ktorý rastie skôr na chudobnejších miestach, optimálna šírka ročných kruhov $1 \div 4$ mm.

Rozhodujúcim kritériom na posúdenie rezonančného dreva je zdravotný stav a kvalita prízemkovej časti kmeňa bez hŕč. Vrstva rezonančného dreva sa začína tvoriť približne vo veku 90 rokov. Okrem smreka sa na dná hudobných nástrojov (huslí a gitár) používa javorové drevo. Na výrobu rezonančného dna klavírov sa používa bukové, hrabové, jaseňové, lipové drevo. Vždy sú vyhľadávané radiálne rezané dosky. Na zlepšenie akustických vlastností, najmä dosiahnutie vysokej intenzity vyžarovania zvuku, sa dosky musia prirodzene sušiť 3 až 5 rokov. Tým sa postupne zníži možnosť vzniku vnútorných trhlin v dreve, ktoré zhoršujú rezonančné vlastnosti dreva.

Elektrické vlastnosti dreva sú vlastnosti dreva určujúce jeho vzťah k elektrickému poľu.

Z hľadiska elektrickej vodivosti zaberá drevo širokú škálu – od veľmi dobrých izolantov v suchom stave až po polovodiče pri vlhkostiach nad bodom nasýtenia vlákien. Vyššie hodnoty vodivosti sú pre drevo listnáčov ako ihličnanov. Najvyššie hodnoty vodivosti sa namerali v pozdĺžnom smere, nižšie v radiálnom a najnižšie v tangenciálnom smere.

Magnetické vlastnosti dreva sú vlastnosti dreva určujúce jeho vzťah k vonkajšiemu magnetickému poľu.

Po vložení telesa do magnetického poľa s intenzitou H toto pole zmagnetizuje jeho objemové elementy. Látky, ktoré sa slabo zmagnetizujú v smere vonkajšieho poľa, sa nazývajú **paramagnetické**. **Feromagnetické** látky sa vo vonkajšom poli zmagnetizujú silno a **diamagnetické** látky sa zmagnetizujú proti smeru vonkajšieho poľa, čím sa celkove zoslabí.

Drevo sa prevažne správa ako diamagnetická látka, no drevný popol má feromagnetické vlastnosti. Diamagnetizmus dreva sa využíva napríklad pri detekcii kovových predmetov v sortimentoch dreva. Magnetické vlastnosti dreva umožňujú testovanie „zdravotného stavu stromov“, pritom sa využíva elektrónová paramagnetická rezonancia (EPR) alebo nukleárna magnetická rezonancia (NMR) v spojení s počítačovou tomografiou.

Interakcia žiarenia s drevom - pri interakcii ľubovoľného žiarenia s drevom dopadá na povrch dreva žiarenie danej intenzity, časť z neho sa odráža, časť sa pri prechode drevom absorbuje a časť sa po prechode drevom opäť vyžiarí. Z hľadiska praktického uplatnenia slúžia poznatky o interakcii žiarenia s drevom na štúdium štruktúry dreva a vlastností dreva, jeho ohrev a pri vysokých plošných hustotách výkonu žiarenia aj na delenie dreva.

Zoznam bibliografických odkazov – kapitola 4:

- 4.1 STN 490000-1: 1998: Názvoslovie v drevárskom priemysle – Drevo – Časť 1: Všeobecné termíny a definície.
- 4.2 POŽGAJ, A. a kol.: *Štruktúra a vlastnosti dreva*. Bratislava: PRÍRODA, 1997. ISBN 80-07-00960-4
- 4.3 DUBOVSKÝ, J., BABIAK, M., ČUNDERLÍK, I.: *Textúra, štruktúra a úžitkové vlastnosti dreva*. Zvolen: TU, 2003. ISBN 80-228-1290-0
- 4.4 STN 490103 : 1998 . Drevo – Zisťovanie vlhkosti pri fyzikálnych a mechanických skúškach
- 4.5 MOLNÁR, S.: *Fahibák, fakárosítások*. Sopron: Hillebrand Nyomda Kft, 2006. ISBN 963 9364 71 1
- 4.6 STN 490108 : 1993 . Drevo – Zisťovanie hustoty

5 MECHANICKÉ VLASTNOSTI DREVA

Mechanické vlastnosti dreva sú vlastnosti, ktoré sa prejavujú pri pôsobení vonkajšieho zaťaženia alebo vnútorných teplotných a vlhkostných napätiach, STN 490000-1 (5.1), (5.2). Definujú sa ako schopnosť odolávať pôsobeniu vonkajších mechanických síl, to znamená odolávať proti deformácii a porušeniu.

Rôznosť mechanických vlastností v objeme dreva a ich závislosť od smeru sa nazýva **anizotropiou mechanických vlastností**. Pružné deformácie ukazujú rozdiel v 3 navzájom kolmých smeroch a to v pozdĺžnom, radiálnom a tangenciálnom. Veľký rozdiel vo vlastnostiach je v pozdĺžnom a kolmom smere na vlákna. Vlastnosti sa odlišujú aj v radiálnom a tangenciálnom smere.

Tvar a usporiadanie základných buniek dreva, predovšetkým libriformných vlákien a tracheid, smer mikrofibril v stredných vrstvách sekundárnych stien S_2 sú príčinou **transverzálno-axiálnej anizotropie**, s významným rozdielom mechanických vlastností dreva pozdĺžne a kolmo na vlákna.

Rozdiel mechanických vlastností v pozdĺžnom a kolmom smere na vlákna vyplýva z väzbových energií chemických zložiek. V pozdĺžnom smere sa na namáhaní podieľajú kovalentné väzby a v kolmom zase vodíkové väzby.

Prítomnosť stržňových lúčov a rozdiel medzi jarným a letným drevom spôsobujú **tangenciálno-radiálnu anizotropiu** mechanických vlastností.

Materiál vyznačujúci sa takýmto charakterom mechanických vlastností sa nazýva **ortogonálno-anizotropický čiže ortotropický**.

Kľúčové slová:

anizotropia, napätie, deformácia, pružnosť, plasticnosť, pevnosť, húževnatosť, tvrdosť, tlak, ťah, šmyk, krútenie, ohyb.

anisotropy, stress, strain, elasticity, plasticity, strength, toughness, hardness, pressure, tension, shear, warping, bend

Anisotropie (f), Spannung (f), Deformation (f), Elastizität (f), Plastizität (f), Festigkeit (f), Zähigkeit (f), Härte (f), Druck (m), Zug (m), Schub (m), Werfen (n), Biegung (f)

5.1 Základné mechanické vlastnosti dreva a druhy namáhania

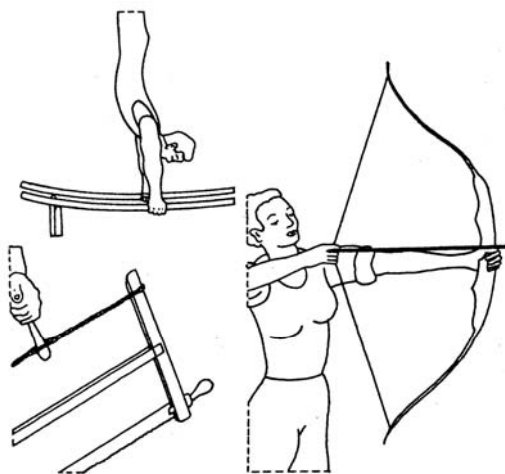
K základným mechanickým vlastnostiam dreva patrí:

- **pružnosť** – schopnosť dreva nadobúdať pôvodný tvar a rozmery po odľahčení, obrázok 5.1,
- **plastickosť** – schopnosť dreva zachovať si zdeformovaný tvar a rozmery po odľahčení,
- **húževnatosť** – schopnosť materiálu absorbovať energiu bez porušenia štruktúry,
- **pevnosť** – schopnosť dreva odolávať vplyvom mechanických zaťažení bez porušenia štruktúry.

Medzi odvodené mechanické vlastnosti dreva sa zaraďuje tvrdosť, odolnosť proti tečeniu, odolnosť proti trvalému zaťaženiu a odolnosť proti únavovému lomu.

Dôležitou skupinou sú aj technologické vlastnosti dreva – tvárnosť, spájateľnosť, obrábatelnosť.

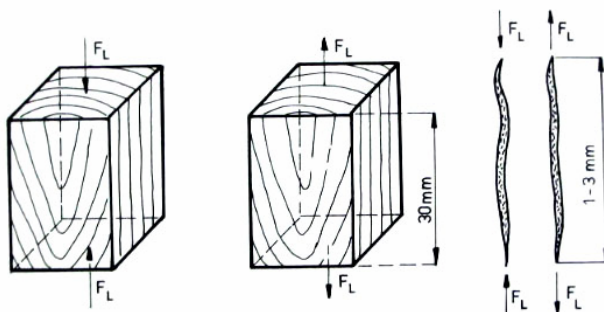
Mechanické vlastnosti dreva zohrávajú významnú úlohu pri jeho technologickom spracovaní (rezanie, lisovanie, ohýbanie, sušenie).



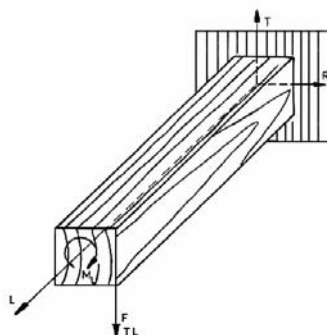
Obrázok 5.1 Príklady na využitie pružnosti dreva (5.3)

Medzi základné druhy mechanického namáhania patrí:

- **ťah a tlak**, ak vonkajšia sila ťahá prierez a vnútorné sily pôsobia naň kolmo – ťahové namáhanie, napätie a deformácia sa označuje kladne; ak vonkajšie sily tlačia na prierez vzniká tlakové namáhanie a napätie a deformácia sú označené záporným znamienkom, obrázok 5.2,
- **šmyk**, ak výslednica vonkajších síl sa snaží vzájomne posunúť susedné vlákna v ich rovinách, vzniká tangenciálne napätie, drevo sa poruší šmykom,
- **ohyb**, ak otáčavý moment pôsobí na teleso kolmo k prierezu, vznikajú v dreve normálne a tangenciálne napätia spôsobujúce jeho zaťaženie buď pootočením prierezu alebo ohybom,
- **krútenie** vzniká vtedy, keď otáčavý moment pôsobí v rovine prierezu, obrázok 5.3.



Obrázok 5.2 Tlak a ťah (5.2)



Obrázok 5.3 Krútenie (5.2)

5.2 Napätie a deformácie vznikajúce pri zaťažovaní dreva

Napätie v dreve predstavuje mieru vnútorných síl, ktoré vznikajú v telese ako výsledok vyvolaný vonkajšími mechanickými silami. Vzhľadom na smer pôsobenia zaťažujúcich síl k namáhanej ploche sa rozlišujú napätia normálové σ a tangenciálne (šmykové) τ , obrázok 5.4.

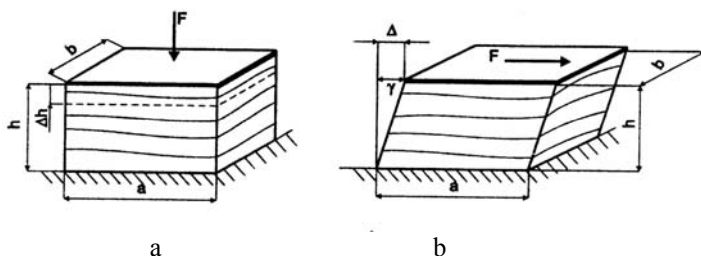
Normálové napätie - zaťažujúca sila F pôsobí kolmo na plochu S :

$$\sigma = \frac{F}{S} \text{ [MPa]} \quad (5.1)$$

kde F ... zaťažujúca sila v [N]; S ... plocha v [mm²].

Tangenciálne napätia - zaťažujúca sila F pôsobí rovnobežne s plochou S :

$$\tau = \frac{F}{S} \text{ [MPa]} \quad (5.2)$$



Obrázok 5.4 Spôsoby zaťaženia skúšobného telesa z dreva (5.2):
a – normálovou silou; b – tangenciálnou silou

Deformácia je definovaná ako schopnosť telesa meniť svoje rozmery a tvar pôsobením vonkajších zaťažujúcich mechanických síl ako aj vlhkostnými napätiami.

Deformácie v dreve sa delia na :

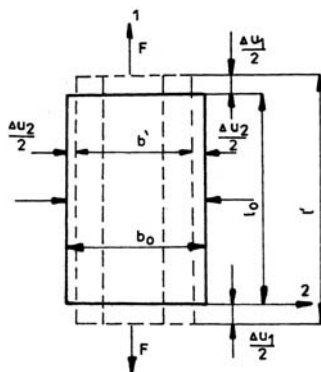
- pružné deformácie – ε_p ,
- deformácie pružné v čase – ε_ϵ ,
- plastické deformácie – ε_{pl} .

Pružná deformácia je návratná zmena dreva (jeho rozmerov a tvaru) po odstránení pôsobenia vonkajších síl do pôvodného stavu.

Pružná deformácia v čase je návratná zmena dreva (jeho rozmerov a tvaru) po uvoľnení vonkajších síl do pôvodného stavu, ktorá nenastáva okamžite ale za určitý čas.

Trvalá deformácia je nenávratná zmena tvaru dreva, ktorá po odstránení pôsobenia vonkajších mechanických síl zostáva, pričom teleso nadobúda nový tvar a rozmery.

Pôsobiacemu napätiu teleso odporuje príslušnou zmenou svojho tvaru, teda deformuje sa. Medzi pôsobiacim napätím a vnútorným odporom materiálu proti deformácii vzniká rovnováha. Pre drevo namáhané na ťah v smere vlákien sa vplyvom vonkajšej sily teleso predĺži a šírka telesa sa zúži o absolútne deformácie Δu_1 a Δu_2 , obrázok 5.5.



Obrázok 5.5 Zmena tvaru skúšobného telesa z dreva pri ťahu (5.2)

Celková dĺžka telesa po deformovaní bude: $l' = l_0 + \Delta u_1$ (5.3)

Šírka telesa sa zúži: $b' = b_0 - \Delta u_2$. (5.4)

Pomerná pružná deformácia v smere pôsobiacej sily sa vypočíta:

$$\varepsilon_1 = \frac{\Delta u_1}{l_0} \quad (5.5)$$

Pomerné priečne skrátenie:

$$\varepsilon_2 = \frac{\Delta u_2}{b_0} \quad (5.6)$$

Pomer oboch deformácií je **Poissonovo číslo**:

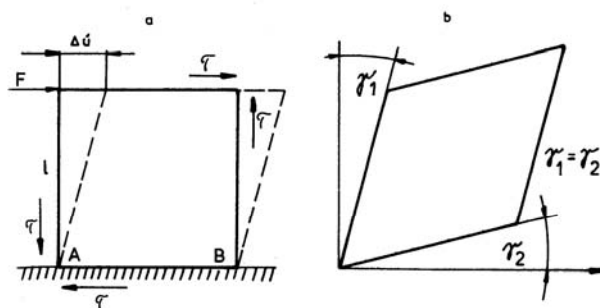
$$\mu = -\frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1} \quad (5.7)$$

Poissonovo číslo vyjadruje pomer medzi priečnou a pozdĺžnou pomernou pružnou deformáciou. Záporným znamienkom je vyjadrený opačný smer deformovania (kolmo na

smer zaťaženia). Súčasne však vyjadruje pružnú stačiteľnosť dreva, teda schopnosť dreva pri stláčaní zmenšovať alebo pri ťahu zväčšovať svoj objem.

Šmyková deformácia vzniká posunutím 2 susedných priereзов, v ktorých pôsobí šmykové napätie τ . Deformácie môžu vzniknúť len za predpokladu nezmenenej základne AB, obrázok 5.6a.

V skutočnosti sa však teleso deformuje podľa obrázku 5.6b. Pravý uhol sa zmení o hodnotu $\gamma = \gamma_1 + \gamma_2$. Pri tangenciálnom napätí sa mení pravouhlosť hrán.



Obrázok 5.6 Deformovanie skúšobného telesa z dreva pri šmykovom napätí (5.2)

Vzťah medzi deformáciou a napätím dreva popísal prvýkrát Hooke, ktorý zistil, že do určitej hranice zaťaženia je deformovanie úmerné pôsobiacej sile a platí vzťah:

$$\alpha = \frac{\varepsilon}{\sigma} \quad (5.8)$$

kde α ... zmena dĺžky jednotky tyče na jednotku napätia; ε ... pomerná pružná deformácia; σ ... napätie.

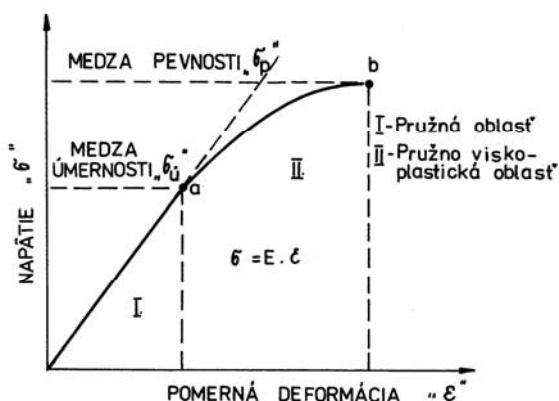
Prevrátenú hodnotu α neskôr Young definoval ako modul pružnosti v ťahu a tlaku:

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad (5.9)$$

Hodnota modulu E sa nazýva **Youngov modul pružnosti** a v praxi sa využíva výhodnejšie ako veľkosť α .

Na základe mnohých experimentov možno na drevo s plnou platnosťou aplikovať platnosť Hookovho zákona.

Diagram dreva „napätie – pomerná deformácia“, obrázok 5.7, má dve časti – lineárnu časť po medzu úmernosti σ_u a nelineárnu časť od medze úmernosti po medzu pevnosti σ_p .



Obrázok 5.7 Diagram napätie – pomerná deformácia pre drevo (5.2)

Celý proces deformovania dreva až po zlom počas krátkodobého zaťaženia vplyvom vonkajších mechanických síl sa rozdeľuje na dve oblasti:

- **na pružnú oblasť**, ktorú reprezentuje úsek po medzu úmernosti – kedy vznikajú len pružné deformácie,
- **pružnoviskóznoplastickú oblasť**, v ktorej vznikajú okrem pružných deformácií aj deformácie pružné v čase a plastické deformácie, je to úsek od medze úmernosti po medzu pevnosti.

Zastúpenie jednotlivých druhov deformácií pri tlaku v smere vlákien smrekového dreva po medzu pevnosti je pri 12 % vlhkosti takáto:

- pružná deformácia 67 % ,
- deformácia pružná v čase 3 % ,
- plastická deformácia 30 % .

Diagram napätie – deformácia udáva:

medzu pevnosti σ_p , medzu úmernosti σ_u , modul pružnosti E (smernica lineárnej časti diagramu), pružné deformácie, plastické deformácie, množstvo energie vynaloženej na pružnú deformáciu, plastickú deformáciu a deformáciu pružnú v čase.

Moduly pružnosti vyjadrujú vnútorný odpor materiálu proti pružnej deformácii a delia sa na:

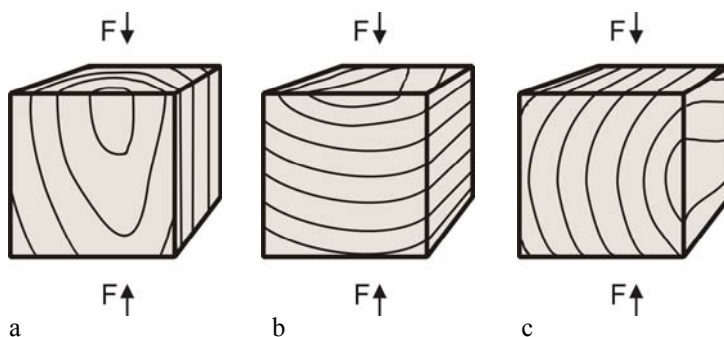
- **moduly pružnosti E** pri normálových namáhaniach (ťah, tlak, ohyb),
- **moduly pružnosti G** pri tangenciálnych namáhaniach (krútenie, šmyk).

Čím je modul pružnosti väčší, tým väčšie napätie je potrebné na vyvolanie deformácie.

5.3 Pevnosť dreva

Pevnosť dreva v tlaku s ohľadom na jeho anizotropnosť sa rozdeľuje na, obrázok 5.8:

- pevnosť v tlaku pozdĺž vlákien,
- pevnosť v tlaku kolmo na vlákna v radiálnom smere,
- pevnosť v tlaku kolmo na vlákna v tangenciálnom smere.



Obrázok 5.8 Pevnosť dreva v tlaku:
a) pozdĺž vlákien, b) kolmo na vlákna v radiálnom smere,
c) kolmo na vlákna v tangenciálnom smere

Pevnosť dreva v tlaku pozdĺž vlákien - jednoduchosť zaťaženia a pomerne vysokú pevnosť má tlak rovnobežne s vláknami, 30 ÷ 70 MPa. Táto pevnosť dreva má široké uplatnenie (koly, banské vzpery, rôzne časti prvkov nosníkov).

Vyššiu medzu úmernosti majú ihličnaté dreviný, čo je spôsobené pravidelnou stavbou. Najnižšiu medzu úmernosti majú tvrdé listnáče – čo súvisí s oveľa menej pravidelnou štruktúrou dreva.

Medza pevnosti dreva v tlaku pozdĺž vlákien sa podľa STN 490110 (5.4) vypočíta:

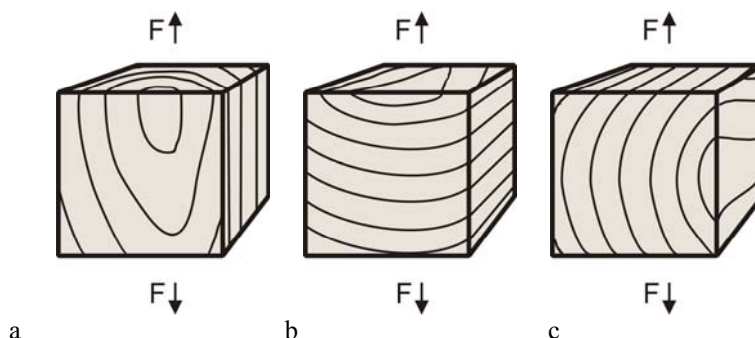
$$\sigma_w = \frac{F_{\max}}{a \cdot b} [\text{MPa}] \quad (5.10)$$

kde $F_{\max}$... sila na medzi pevnosti v [N] (pri zaťažovaní dochádza k postupnému zlisovaniu dreva bez zreteľného porušenia, preto bolo dohodnuté, že v tlaku kolmo na vlákna sa zisťuje medza úmernosti, t.j. rozhranie lineárnej a nelineárnej časti napätovo – deformačnej krivky); a, b... priečne rozmery telesa v [mm].

Pevnosť dreva v tlaku kolmo na vlákna – drevo nebýva porušené oddeľovaním jednotlivých častí, ale skôr sa postupne deformuje, zhusťuje sa drevná štruktúra, čo neumožňuje presne určiť medzu jeho pevnosti, do úvahy sa berie len medza úmernosti a jej hodnota sa pohybuje v rozpätí 2,5 ÷ 14 MPa.

Pevnosť dreva v ťahu sa rozdeľuje so zreteľom na jeho anizotropnosť na, obrázok 5.9:

- pevnosť v ťahu pozdĺž vlákien,
- pevnosť v ťahu kolmo na vlákna v radiálnom smere,
- pevnosť v ťahu kolmo na vlákna v tangenciálnom smere.



Obrázok 5.9 Pevnosť dreva v ťahu:
 a) pozdĺž vlákien, b) kolmo na vlákna v radiálnom smere,
 c) kolmo na vlákna v tangenciálnom smere

Pevnosť v ťahu pozdĺž vlákien je v porovnaní s ostatnými pevnosťami dreva najvyššia a jej priemerná hodnota je 120 MPa. Porušenie telesa pri namáhaní v ťahu sa prejavuje roztrhnutím buniek dreva v pracovnej časti telesa. Vlákňitý alebo rázštepový zlom je obrazom vysokej pevnosti v ťahu, hladký alebo schodovitý zlom signalizuje nízku pevnosť a húževnatosť dreva.

V praxi je veľmi ťažko využiť pevnosť v ťahu pozdĺž vlákien, hlavne z aspektu upevnenia koncov dielca, kde vznikajú šmykové napätia a otláčenie dreva, to znamená, že drevo sa neporuší roztrhnutím ale šmykom alebo otláčením v mieste upevnenia.

Medza pevnosti v ťahu pozdĺž vlákien sa podľa STN 490113 (5.5) vypočíta :

$$\sigma_{rw} = \frac{F_{\max}}{a \cdot b} \text{ [MPa]} \quad (5.11)$$

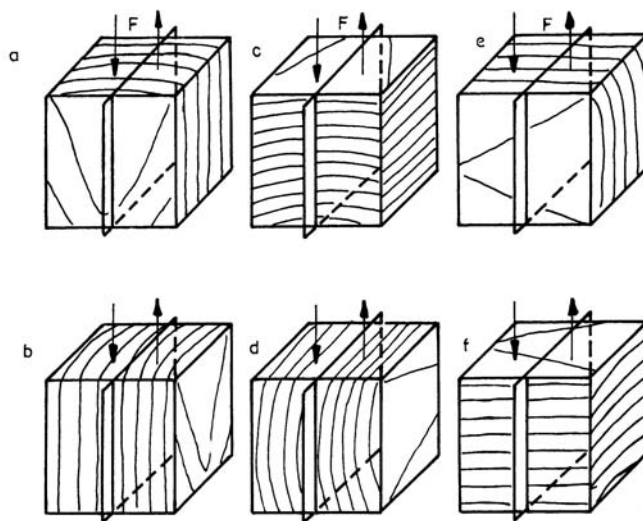
kde $F_{\max}$... sila na medzi pevnosti [N]; a, b ... priečne rozmery v pracovnej časti skúšobného telesa [mm].

Pevnosť v ťahu kolmo na vlákna - tu sa vo väčšej miere na pevnosti podieľajú vodíkové a Van der Waalsove väzby, ktoré sú rádovo slabšie ako kovalentné väzby. Toto je jednou z hlavných príčin až 15-násobného rozdielu medzi pevnosťou dreva v smere vlákien a kolmo na vlákna. Priemerná hodnota medze pevnosti v ťahu kolmo na vlákna sa pohybuje v rozpätí $1,5 \div 5$ MPa.

Pevnosť v ťahu kolmo na vlákna nemožno zanedbať z pozície režimov sušenia, rezania dreva a pri navrhovaní režimov sušenia.

Pevnosť dreva v šmyku – s ohľadom na vláknitú stavbu dreva, anatomicke roviny a smer pôsobenia vonkajších síl, sa rozlišuje na tieto druhy šmyku, obrázok 5.10:

- šmyk v radiálnej rovine pri pôsobení síl v smere vlákien – a,
- šmyk v tangenciálnej rovine pri pôsobení síl v smere vlákien – b,
- šmyk v radiálnej rovine pri pôsobení síl kolmo na vlákna – c,
- šmyk v tangenciálnej rovine pri pôsobení síl kolmo na vlákna – d,
- šmyk v priečnej rovine pri pôsobení síl kolmo na vlákna tangenciálnym smerom – e,
- šmyk v priečnej rovine pri pôsobení síl kolmo na vlákna radiálnym smerom – f.



Obrázok 5.10 Prípady pevnosti dreva v šmyku (5.2)

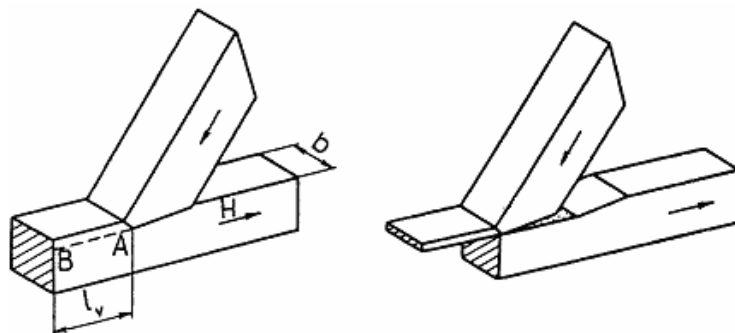
Šmyk v radiálnej a tangenciálnej rovine pri pôsobení síl v smere vlákien - v tomto smere zaťaženia má drevo malú šmykovú pevnosť, ktorá sa pohybuje v rozpätí od 6 – 19 MPa, pevnosť listnáčov je približne 1,5 – krát vyššia ako ihličnanov.

Medza pevnosti v šmyku v smere vlákien sa vypočíta podľa STN 490118 (5.6) :

$$\tau_w = \frac{F_{\max}}{b \cdot l} \text{ [MPa]} \quad (5.12)$$

kde $F_{\max}$... maximálne zaťaženie v [N]; b ... šírka skúšobného telesa v [mm]; l ... dĺžka šmykovej plochy v [mm].

V konštrukciách sa ale musí často uvažovať s týmto typom zaťaženia – napr. spojenie dvoch trámov v strešných konštrukciách, obrázok 5.11.



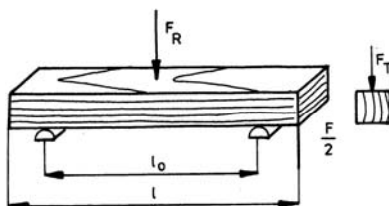
Obrázok 5.11 Šmyk v smere vlákien – čelné zapustenie trámov (5.7)

Šmyk v radiálnej a tangenciálnej rovine pri pôsobení síl kolmo na vlákna - v tomto prípade má šmyková pevnosť svoje praktické uplatnenie najmä v drevených klinoch, vložených perách, pri krájaní a strihaní dýh. Šmyková pevnosť kolmo na vlákna sa pre oba smery pohybuje v rozpätí $3 \div 8$ MPa.

Šmyk v priečnej rovine pri pôsobení síl kolmo na vlákna radiálnym a tangenciálnym smerom – sa často nazýva prerezávaním vlákien alebo strihovou pevnosťou. Tento spôsob porušenia dreva sa vyskytuje pod kovovými spojmi drevených konštrukcií, na kolíkových spojoch v nábytkárstve, jej hodnota je od 20 do 52 MPa.

Pevnosť dreva v ohybe sa so zreteľom na priebeh vlákien a ročných kruhov rozdeľuje na, obrázok 5.12:

- pevnosť v ohybe kolmo na vlákna v radiálnom alebo tangenciálnom smere,
- pevnosť v ohybe s priebehom vlákien priečne na os telesa,
- pevnosť v ohybe s priebehom vlákien rovnobežne so zaťažujúcim bremenom.



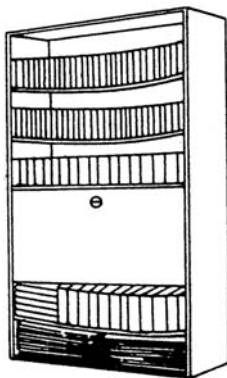
Obrázok 5.12 Pevnosť dreva v ohybe (5.2):
kolmo na vlákna v radiálnom alebo tangenciálnom smere

Medza pevností v statickom ohybe sa podľa normy STN 490115 (5.8) vypočíta:

$$\sigma_w = \frac{3F_{\max} \cdot l_0}{2b \cdot h^2} \text{ [MPa]} \quad (5.13)$$

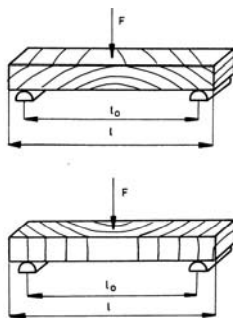
kde $F_{\max}$...lomové zaťaženie v [N]; l_0 ... vzdialenosť medzi stredmi podpier v [mm]; b ... šírka skúšobného telesa v [mm]; h ... hrúbka skúšobného telesa v [mm].

Pevnosť dreva v ohybe kolmo na vlákna, keď vlákna sú rovnobežné s pozdĺžnou osou telesa a sila pôsobí na skúšobné teleso v tangenciálnom alebo radiálnom smere nachádza široké uplatnenie v praxi, obrázok 5.13. Pri tomto ohybe drevo dosahuje najvyššiu pevnosť, čo býva okolo 90 MPa.



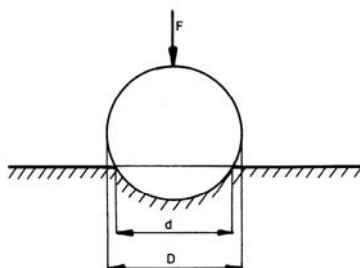
Obrázok 5.13 Príklad pre pevnosť dreva v ohybe kolmo na vlákna v radiálnom alebo tangenciálnom smere (5.3)

Pevnosť v ohybe uvedená na obrázku 5.14 je veľmi malá, 5 až 10 % z medze pevnosti v ohybe kolmo na vlákna. Tieto prípady z hľadiska praxe neprichádzajú do úvahy.



Obrázok 5.14 Pevnosť dreva v ohybe (5.2): kolmo na os telesa; pozdĺž vlákien

Statická tvrdosť dreva – je to schopnosť dreva klásť odpor proti vnikaniu iného telesa do jeho štruktúry, obrázok 5.15.



Obrázok 5.15 Schéma merania tvrdosti podľa Brinella (5.2)

Tvrdosť dreva má význam pri opracúvaní reznými nástrojmi (pílenie, frézovanie, lúpanie) a v tých prípadoch, keď sa drevo odiera (podlahy). Tvrdosť dreva možno stanovovať viacerými spôsobmi (Brinellova tvrdosť, Jankova tvrdosť). Tvrdosť podľa Brinella sa počíta ako podiel zaťažujúcej sily a plochy, (5.2):

$$H_B = \frac{2 \cdot F}{\pi \cdot D \cdot (D - \sqrt{D^2 - d^2})} \text{ [MPa]} \quad (5.14)$$

kde F ... sila pôsobiaca na guľôčku v [N]; D ... priemer guľôčky v [mm]; d ... priemer odtláčenej plochy v dreve v [mm]; H_B ... Brinellova tvrdosť v [MPa].

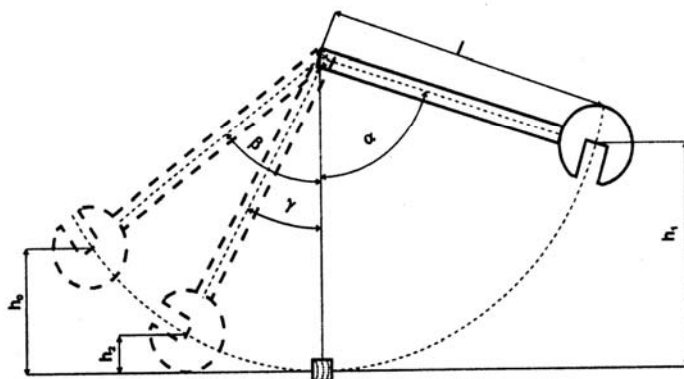
So zreteľom na anatomicke roviny dreva sa rozlišuje čelná, radiálna a tangenciálna tvrdosť. Pomer čelnej tvrdosti k radiálnej a tangenciálnej je pri mäkkých drevinách 2,5, pri stredne ťažkých 2 a pri drevinách s vysokou hustotou je 1,6.

Rázová húževnatosť dreva - (prerážacia práca), charakterizuje schopnosť dreva absorbovať prácu rázovým ohybom.

Cieľom takéhoto namáhania je zistiť veľkosť práce, ktorá je potrebná na prerazanie (zlomenie) dreva za daných podmienok.

Ak drevo rázovej sile vzdoruje, hovorí sa, že je húževnaté. Kvalitu dreva možno charakterizovať podľa typu a tvaru zlomu po prerazaní. Drevo s vysokou húževnatosťou vytvára vláknitý – strapatý zlom. Krehké drevo má typický tupý, nevláknitý, schodovitý zlom.

Na zistenie rázovej húževnatosti dreva sa používajú prerážacie kladivá, napr. Charpyho kladivo, obrázok 5.16.



Obrázok 5.16 Charpyho kladivo (5.2)

Rázová húževnosť v ohybe A sa podľa normy STN 490117 (5.9) vypočíta:

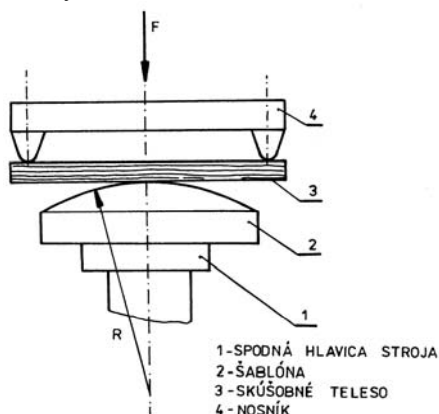
$$A = \frac{Q}{b \cdot h} \text{ [J} \cdot \text{cm}^{-2}] \quad (5.15)$$

kde Q ... práca spotrebovaná na porušenie skúšobného telesa v [J]; b, h ... rozmery skúšobného telesa v radiálnom a tangenciálnom smere v [cm].

5. 4 Technologické vlastnosti dreva

Ohýbateľnosť dreva - pri ohýbaní dreva je teleso nútené deformovať sa vopred zvoleným smerom. Vynútené ohýbanie dreva má z technologickej stránky niektoré výhody oproti iným spôsobom tvarovania. Povrchy ohýbaných častí sú hladšie ako napr. pri pílení, ohnuté časti sú tuhšie a pevnejšie, spotreba energie je nižšia. Takto ohýbané dielce dreva sa používajú na výrobu športového náradia a v nábytkárstve.

Aby sa stanovila schopnosť drevín ohýbať sa – robia sa skúšky tak, že sa telesá ohýbajú na šablóne, ktorá sa postupne vymieňa za menšie polomery zaoblenia. Smer ročných kruhov na pričnom reze má byť rovnobežný s ťahovou hranou telesa, polomer pri ktorom teleso popraská je charakteristikou ohýbateľnosti, obrázok 5.17.



Obrázok 5.17 Schéma skúšania ohýbateľnosti dreva (5.2):
 R – polomer ohýbania, F – zaťažujúca sila

Hlavným dôvodom zlého ohýbania je malá deformácia pri zaťažení v ťahu pozdĺž vlákien oproti tlaku v tom istom smere, preto je snahou posunúť neutrálnu os na ťahovú zónu tým, že sa použije kovová pásnica. V ohybe platí, že neutrálna vrstva sa posúva na tú stranu, kde je vyššia tuhosť.

Okrem mechanických činiteľov sa využívajú aj fyzikálne činitele – vlhkosť, teplota, obrázok 5.18. Na ohýbanie sú vhodné drevinové, ktoré majú dlhé vlákna, rovnomernú šírku ročných kruhov a vlákna rovnobežné s hranami dielca. Listnaté drevinové sú lepšie ohýbateľné ako ihličnaté, kde príčinou zlomov je náhla zmena medzi mechanickými vlastnosťami jarného a letného dreva.



Obrázok 5.18 Ohýbanie smrekovej lišty v leteckom modelárstve (5.3)

Zoznam bibliografických odkazov - kapitola 5:

- 5.1 STN 490000-1 : 1998 . Názvoslovie v drevárskom priemysle – Drevo – Časť 1: Všeobecné termíny a definície
- 5.2 POŽGAJ, A. a kol.: *Štruktúra a vlastnosti dreva*. Bratislava: PRÍRODA, 1997. ISBN 80-07-00960-4
- 5.3 SZÁSZ, T.: *Pracujeme se dřevem jen s dobrými nástroji*. Praha: SNTL, 1991. ISBN 80-03-00237-0
- 5.4 STN 490110 : 1979 : Medza pevnosti v tlaku v smere vlákien
- 5.5 STN 490113 : 1991 : Medza zisťovania pevnosti v ťahu pozdĺž vlákien
- 5.6 STN 490118 : 1979 : Drevo – Medza pevnosti v šmyku v smere vlákien
- 5.7 PANÁČKOVÁ, M., PANÁČEK, P.: *Technologie obrábění dřeva I.* Praha: SNTL, 1987
- 5.8 STN 490115 : 1979 : Drevo – Zisťovanie medze pevnosti v statickom ohybe
- 5.9 STN 490115 : 1979 : Rázová húževnatosť v ohybe

PRÍLOHA

**Charakteristika drevín podľa habitusu, listov, kôry
farby dreva, makroskopických znakov a fyzikálnych vlastností**

IHLIČNATÉ DREVINY

Drevo bez jadra

Smrek obyčajný – SM (*Picea abies*)

Habitus – strom s priebežným priamym kmeňom, dorastajúci do výšky 50 m. Koruna je špicatá, kužeľovitá, s pravidelným vzrastom a s praslenovitým vetvením.

Kôra – v mladom veku hladká, červenohnedá, neskoršie sa na kmeni vytvára šupinatá červenohnedá až šedohnedá borka.

Ihlicové listy sú špicaté, $10 \div 25$ mm dlhé, 1 mm široké.

Farba a vlastnosti dreva – biela až žltobiela farba, živичné kanáliky sú malé, úzke letné drevo prechádza pozvoľne do širokého jarného dreva. Drevo je ľahké, mäkké, $\rho_0 = 430 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$.



Obrázok 1 Smrek obyčajný – habitus, ihlicové listy

Jedľa biela – JD (*Abies alba*)

Habitus – strom s priebežným valcovitým kmeňom, dorastajúci do výšky 40 ÷ 60 m. V mladom veku má kužeľovitú korunu, ktorá sa neskôr mení na valcovitú so zaobleným vrcholom, konáre sú uložené vo vodorovných praslnoch.

Kôra – v mladom veku hladká, olivovozelená, neskôršie bielosivá, prechádzajúca do šupinatej bielošedej borky.

Ihlicové listy sú 20 ÷ 30 mm dlhé, 2 ÷ 2,5 mm široké a ploché.

Farba a vlastnosti dreva – bez živých kanálikov, šedobielej až svetlo hnedošedej farby. Prechod jarného do letného dreva je dosť ostrý. Drevo je ľahké, mäkké, $\rho_0 = 410 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$.



Obrázok 2 Jedľa biela – habitus, ihlicové listy

Drevo s jadrom

Borovica lesná – BO (*Pinus sylvestris*)

Habitus – strom na dobrom stanovišti dorastajúci do výšky $30 \div 40$ m a priemeru až 1 m. V mladom veku má korunu kužeľovitú s praslenovitým vetvením, v staršom veku má rozložitejšiu, dáždnikovo plochú korunu s hrubými konármi.

Kôra – u mladých stromov je hladká, žltohnedá, neskôr kôra pozdĺžne praská a na kmeni sa vytvára hrubá doskovitá borka šedej farby.

Ihlicové listy sú $5 \div 6$ cm dlhé, špicaté, silné, odstávajú na konárikoch na všetky strany. Vyrastajú na krátkych brachyblastoch po dve.

Farba a vlastnosti dreva – široká žltobiela bel' 5 a viac cm, červenohnedá až hnedá farba jadra, ročné kruhy sú výrazné, s ostrým ohraničením letného dreva. Živичné kanáliky sú dobre viditeľné na všetkých rezoch. Drevo je ľahké, mäkké, $\rho_0 = 490 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$.



Obrázok 3 Borovica lesná – habitus, ihlicové listy

Smrekovec opadavý – SMC (*Larix decidua*)

Habitus – strom dorastajúci do výšky až 50 m, má priamy kmeň s riedkou kužeľovitou korunou. Nepravidelne rozložené konáre prirastajú na kmeň vodorovne.

Kôra – šedohnedá až sivá kôra pomerne rýchlo prechádza do hrubej pozdĺžne rozpraskanej sivohnedej až hnedočervenej borky vytvárajúcej obdĺžnikové útvary.

Ihlicové listy sú 20 ÷ 40 mm dlhé, jemné, jasnozelenej farby. Vyrastajú na krátkych brachyblastoch vo zväzkoch po 20 ÷ 60. Ihlice každoročne na jeseň zožltnú a opadávajú.

Farba a vlastnosti dreva – veľmi úzka žltobiela až načervenalá bel' 1 ÷ 3 cm, jadro výraznej červenohnedej až hnedej farby. Živичné kanálíky variabilné (malé aj veľké), mierne ťažké drevo, priemerná tvrdosť, $\rho_0 = 550 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$.



Obrázok 4 Smrekovec opadavý – habitus, ihlicové listy

Tis obyčajný (*Taxus baccata*)

Habitus – strom dorastajúci do výšky len 5 ÷ 15 m, často len viackmenný rozložito rozkonárený ker. Korunu má kužeľovitú až nepravidelne rozloženú.

Kôra – červenohnedá až sivohnedá kôra. Borka sa odlupuje v pomerne tenkých, podlhovastých, nepravidelných červenohnedých platničkách.

Ihlicové listy sú 20 ÷ 30 mm dlhé, čiarkovité, končisté, mäkké.

Farba a vlastnosti dreva – veľmi úzka bleďožltá bel', široké červenohnedé jadro. Drevo bez živíčných kanálikov, najťažšie a najtvrdšie drevo z ihličnanov, $\rho_0 = 640 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$.



Obrázok 5 Tis obyčajný – habitus, ihlicové listy

LISTNATÉ DREVINY

Kruhovito pórovité drevo

Dub letný – DB (*Quercus robur*)

Habitus – strom dorastajúci do výšky $30 \div 40$ m, vytvára mohutnú rozložitú korunu s hrubými odstávajúcimi konármi.

Kôra – v mladom veku červenohnedá až nazelenalá lesklá kôra, ktorá v 15. až 30. roku prechádza do sivohnedej až černastej, hrubo pozdĺžne rozpraskanej pevnej borky.

Listy sú $70 \div 150 \times 30 \div 70$ mm veľké, v obryse obráteno vajcovité, na vrchole zaokrúhlené alebo srdcovito vykrojené, na báze srdcovité, perovito laločnaté, laloky väčšinou celistvo okrajovo tupé.

Farba a vlastnosti dreva – úzka žltobledohnedá bel', žltohnedé až tmavohnedé jadro, výrazné zoskupenie jarných ciev do hranice ročných kruhov. Stržňové lúče sú dobre viditeľné na všetkých 3 rezoch. Na radiálnom reze tvoria stržňové lúče široké zrkadlá, na tangenciálnom reze sú viditeľné ako dlhé (niekoľko cm), hnedé pružky, na priečnom reze sú viditeľné ako svetlé pružky. Drevo je tvrdé a ťažké, $\rho_0 = 650 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$.



Obrázok 6 Dub letný – habitus, listy

Jaseň štíhly – JS (*Fraxinus excelsior*)

Habitus – strom dorastajúci do výšky 40 m, v mladom veku je koruna úzka, neskôr vajcovito guľovitá, bohato rozkonárená. Rovný valcovitý kmeň býva často vidličnatý.

Kôra – v mladom veku svetlosivá až zelenosivá, vo vyššom veku je borka sivohnedá až tmavosivá, rozpukaná do plochy.

Listy sú protistojné, nepárnoперovité, až 400 mm dlhé, zložené zo 4 až 7 párov lístkov. Lístky sú veľké $50 \div 120 \times 20 \div 50$ mm, kopijovité, okraj majú ostro pilkovitý.

Farba a vlastnosti dreva – beľ je veľmi široká, hnedobiela, žltobiela, jadro má svetlohnedú až hnedú farbu. Na priečnom reze dobre viditeľná svetlejšia zóna jarných ciev, letné cievy sú v letnom dreve rovnomerne roztrúsené. Drevo je tvrdé, pružné a stredne ťažké, $\rho_0 = 680 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$.



Obrázok 7 Jaseň štíhly – habitus, listy

Brest hrabolistý – BT (*Ulmus carpinifolia*)

Habitus – strom dorastajúci do výšky 30 ÷ 40 m, s vajcovitou až nepravidelne rozloženou korunou, konáre prirastajú na kmeň pod ostrým uhlom, čím môžu vytvárať až metlovitú korunu.

Kôra – v mladom veku hladká, sivohnedá, vo vyššom veku je borka hlboko pozdĺžne rozpraskaná, prípadne aj s priečnymi trhlinami. Farba borky je tmavosivá, tmavohnedá až čiernastá.

Listy veľkosti 60 ÷ 150 x 40 ÷ 120 mm, sú podľa druhu elipsovité, vajcovité a obrátenovajcovité alebo sú ukončené 3 až 5 hrotmi. Okraj listov je dvojito pilkovitý, hroty zúbkov sú zahnuté k vrcholu.

Farba a vlastnosti dreva – bel' široká 3 ÷ 4 cm, žltobielej farby, jadro má hnedú až tmavohnedú farbu, cievy letného dreva sú na priečnom reze zoskupené do tangenciálnych svetlých vlnoviek, na tangenciálnom reze tvoria ostrovlennú fládrovú kresbu. Stržňové lúče sú málo viditeľné. Drevo je tvrdé a stredne ťažké, $\rho_0 = 630 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$.



Obrázok 8 Brest hrabolistý – habitus, listy

Agát biely – AG (*Robinia pseudoacacia*)

Habitus – strom dorastajúci do výšky $25 \div 30$ m, s kmeňom často zakriveným. V staršom veku vytvára dáždnikovitú korunu.

Kôra – hnedá, hladká kôra sa pomerne rýchlo mení na hrubú, sivohnedú veľmi rozpukanú borku. Pozdĺžne lišty borky často zabiehajú šikmo a tvoria hrubé svalovité útvary.

Listy sú zložené, dlhé $100 \div 200$ mm, sú nepárnooperovité, striedavo uložené na vetvičke, zložené z 9 až 19 listkov. Listky sú elipsovitého tvaru, celistvookrajové, na konci zaoblené.

Farba a vlastnosti dreva – veľmi úzka bledožltá bel', jadro žltozelené, žltohnedé. Na pričnom reze sú cievy svetlé, cievy letného dreva vytvárajú svetlé bodkovanie. Stržňové lúče zreteľné len na radiálnych rezoch ako jemné zrkadielka. Drevo je lesklé, veľmi tvrdé a veľmi ťažké, $\rho_0 = 730 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$.



Obrázok 9 Agát biely – habitus, listy

Prechodné dreviny

Orech kráľovský – OR (*Juglans regia*)

Habitus – strom dorastajúci do výšky 20 ÷ 25 m, nízky kmeň so široko rozloženou korunou.

Kôra – šedá, hladká kôra, v staršom veku sa mení na tmavošedú až čiernohnedú pozdĺžne rozpraskanú borku. Pozdĺžne lišty borky sa často vidlicovito rozdvajujú.

Listy sú zložené, dlhé 200 ÷ 350 mm, sú nepárnopeřovité, striedavo uložené na konárik, zložené z 5 až 9 lístkov. Lístky sú elipsovitého tvaru, celistvookrajové, na konci krátko zašpicatené.

Farba a vlastnosti dreva – tmavohnedé až čiernohnedé jadro, na pozdĺžnych rezoch s častou pruhovitou farebnosťou rôznych odtieňov. Beľ je šedobiela. Ročné kruhy nie sú výrazné. Veľké cievy sú rovnomerne rozložené v celej šírke ročného kruhu, strážňové lúče sú viditeľné len na radiálnom reze. Drevo je tvrdé, a stredne ťažké, $\rho_0 = 640 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$.



Obrázok 10 Orech kráľovský – habitus, listy

Čerešňa vtáčia – (*Cerasus avium*)

Habitus – strom dorastajúci do výšky 20 ÷ 25 m, vytvára vajcovitú až nepravidelnú, v poraste vysoko nasadenú korunu.

Kôra – červenohnedá až fialková, v staršom veku sa mení na sivohnedú borku, ktorá sa odlupuje v prstencoch.

Listy sú dlhé 70 ÷ 150 x 30 ÷ 80 mm, obrátenovajcovité a ostro na konci zahrotené.

Farba a vlastnosti dreva – drevo je stredne tvrdé, a stredne ťažké, $\rho_0 = 570 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$.

Roztrúseno pórovité drevo

Buk lesný – BK (*Fagus sylvatica*)

Habitus – strom dorastajúci do výšky $30 \div 40$ m, so štíhlym, priebežným kmeňom. Koruna je vajcovitá až široko rozložená, premenlivého tvaru. Väčšina našich nepestovaných porastov má častý výskyt vidličnatosti.

Kôra – nahnedlá hladká, v staršom veku sa farba mení na svetlosivú, kôra ostáva hladká.

Listy sú veľkosti $40 \div 100 \times 30 \div 70$ mm, sú vajcovité, krátko zahrotené, zriedkavejšie zubaté. Mladé listy po obidvoch stranách hodvábne chlpaté, neskôr sú hladké, voskovité až kožovité.

Farba a vlastnosti dreva – drevo svetlohnedé, častý výskyt červenohnedého až šedohnedého nepravého jadra rôznych tvarov. Cievy nezreteľné, ročné kruhy nevýrazné. Stržňové lúče viditeľné na všetkých 3 rezoch. Tangenciálny rez je husto posiaty $1 \div 5$ mm dlhými hnedými prúžkami, na radiálnom reze vytvárajú veľké zrkadlá. Drevo je tvrdé a stredne ťažké, $\rho_0 = 680 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$.



Obrázok 11 Buk lesný – habitus, listy

Hrab obyčajný – HB (*Carpinus betulus*)

Habitus – strom dorastajúci do výšky $10 \div 25$ m, často krovitého vzrastu, koruna obráteno vajcovitá až metlovito rozložená, husto a nepravidelne zakonárená, s pomerne hrubými konármi. Svalovitý kmeň býva často krivý.

Kôra – hladká kôra v mladosti červenohnedá, neskôr tmavosivá. Borka je tiež hladká svetlosivá až tmavosivá. Vo vysokom veku sa len zriedkavo tvorí rozpukaná borka.

Listy sú striedavo uložené do dvoch radov na konárik. Pozdĺžne oválna $40 \div 150 \times 25 \div 50$ mm veľká čepeľ je na konci zahrotená, okraj je ostro dvojito pílkovitý.

Farba a vlastnosti dreva – bezjadrová drevina, šedobielej až žltobielej farby, ročné kruhy na priečnom reze často vlnité, na pozdĺžnych rezoch slabo viditeľné. Na tangenciálnom reze sú stržňové lúče $2 \div 3$ mm, s nevýraznou bledohnedou farbou, na radiálnych rezoch lesklé zrkadlá. Drevo je veľmi tvrdé a veľmi ťažké, $\rho_0 = 790 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$.



Obrázok 12 Hrab obyčajný – habitus, listy

Jelša lepkavá – JL (*Alnus glutinosa*)

Habitus – strom dorastajúci do výšky 20 ÷ 35 m, koruna je úzka vajcovitá.

Kôra – zelenohnedá, lesklá, neskôr tmavohnedá až sivá. V staršom veku sa na kmeni vytvára tmavosivá borka, rozpukaná do okrúhlych alebo obdĺžnikovitých platničiek.

Listy obráteno vajcovité až okrúhle sú 40 ÷ 90 x 30 ÷ 70 mm veľké, na vrchole tupé alebo srdcovito vykrojené. Okraj čepele je dvojito pílkovitý alebo nepravidelne vykrajovaný.

Farba a vlastnosti dreva – bezjadrová drevina, s možnosťou tvorby nepravého jadra, drevo má oranžovú až bledočervenú farbu. Cievy nezreteľné, ročné kruhy málo výrazné. Stržňové lúče tvoria na tangenciálnom reze dlhé hnedočervené čiary rozmiestnené nepravidelne, na radiálnom reze tvoria výrazné zakrivené zrkadlá. Drevo je ľahké, mäkké, $\rho_0 = 510 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$.



Obrázok 13 Jelša lepkavá – habitus, listy

Ostatné roztrúseno pórovité drevo - tvrdšie

Breza bradavičnatá – BR (*Betula verucosa*)

Habitus – strom dorastajúci do výšky 30 m, koruna je vajcovitá až nepravidelná, riedko zakonárená. Pomerne tenké šikmo prirastajúce konáre majú ovisnuté konce.

Kôra – žltohnedá až sivočervenohnedá, borka je matne biela, odlupujúca sa v prstencoch.

Listy kosoštvorcové až trojuholníkové listy veľkosti $40 \div 60 \times 20 \div 40$ mm majú výrazne predĺžený hrot. Okraj čepele je dvojito pilkovitý.

Farba a vlastnosti dreva – drevo žltobiele, hnedobiele, červenohnedobiele, bez pravého jadra. Ročné kruhy na pozdĺžnych rezoch nevýrazné. Stržňové lúče viditeľné len na radiálnom reze ako svetlohnedé zrkadielka. Drevo má na pozdĺžnych rezoch nepravidelný dlhý vlnitý lesk. Je mierne tvrdé a stredne ťažké, $\rho_0 = 610 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$.



Obrázok 14 Breza bradavičnatá – habitus, listy

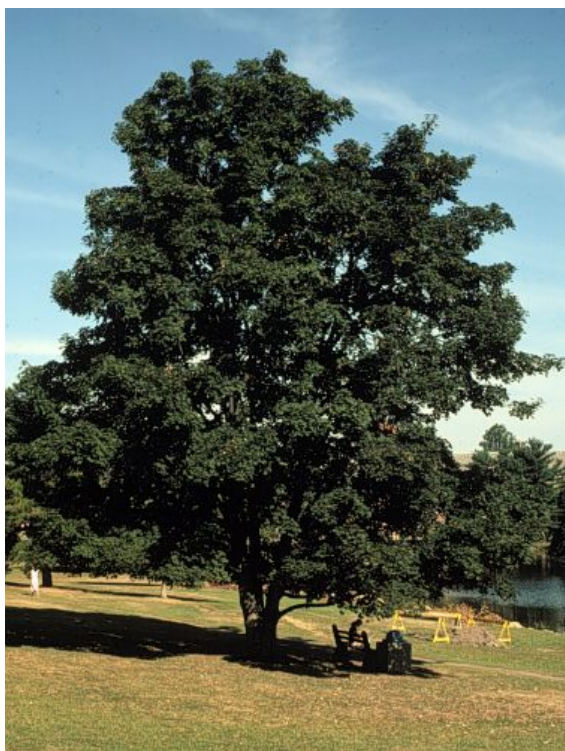
Javor horský – JV (*Acer pseudoplatanus*)

Habitus – strom dorastajúci do výšky 30 ÷ 40 m, koruna je vajcovitá až široko rozložená, vyklenutá.

Kôra – sivá až hnedosivá pomerne hladká, borka je veľmi premenlivá, plytko praská a odlupuje sa v okrúhlych, obdĺžnikovitých alebo iných nepravidelných doštičkách.

Listy dlaňovito laločnaté sú veľkosti 100 ÷ 150 mm. 5 tupých, nerovnako pílkovitých lalokov je ukončených nevýrazným hrotom.

Farba a vlastnosti dreva – drevo biele, nažltlé, prípadne naružovelé, s možným výskytom nepravého jadra, ročné kruhy sú na všetkých rezoch zreteľné, cievy nie sú viditeľné, stržňové lúče zreteľné len na radiálnych rezoch – drobné hnedé zrkadielka. Pomerne lesklé drevo sa môže vyskytovať s očkovou kresbou a s vlnitým priebehom vlákien. Drevo je tvrdé a stredne ťažké, $\rho_0 = 590 \div 620 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$.



Obrázok 15 Javor horský – habitus, listy

Ostatné roztrúseno pórovité drevo - mäkké

Lipa malolistá – LP (*Tilia cordata*)

Habitus – mohutný strom dorastajúci do výšky $25 \div 30$ m , rozložitá koruna je široko vajcovitá až eliptická, husto zakonárená. V poraste vytvára dlhý kmeň s vysoko nasadenou korunou.

Kôra – svetlohnedá až hnedá kôra, ktorá neskôr pozdĺžne praská a vytvára pozdĺžne ostrohranené lišty šedohnedej farby.

Listy sú veľkosti $50 \div 80$ mm, sú široko srdcovité, na vrchole silho hrotené. Okraj čepele je dvojito pílkovitý.

Farba a vlastnosti dreva – drevo biele, nahnedlé, naružovelé, cievy nie sú dobre viditeľné, ročné kruhy nevýrazné. Mierne hodvábne sa lesknúce drevo je mäkké a ľahké, $\rho_0 = 490 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$.



Obrázok 16 Lipa malolistá – habitus, listy

Vrba biela – VR (*Salix alba*)

Habitus – strom dorastajúci do výšky 20 ÷ 30 m, má nepravidelnú, husto rozkonárenú korunu s ostrým vetvením.

Kôra – hladká zelenosivá kôra prechádza do svetlosivej, tmavosivej až hnedej borky, hlboko rozpukanej.

Listy úzko kopijovité, sú veľkosti 40 ÷ 100 x 10 ÷ 20 mm, dlho hrotité. Okraj čepele je jemne pílkovitý.

Farba a vlastnosti dreva – bel je biela až šedobiela, jadro je žltohnedé, hnedočervené až načervenalé. Ročné kruhy široké do jedného cm, málo zreteľné ale zreteľnejšie ako u topoľov. Pozdĺžne rezy sú rovnomerne ryhované a jemne chlpaté. Stržňové lúče neviditeľné. Drevo je mäkké, mierne ťažké $\rho_0 = 520 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$.



Obrázok 17 Vrba biela – habitus, listy

Topoľ osikový – TP (*Populus tremula*)

Habitus – strom dorastajúci do výšky $25 \div 30$ m, má riedku široko vajcovitú až guľovitú korunu.

Kôra – má dlho hladkú zelenkastosivú kôru s kosoštvorcovými lenticelami. V staršom veku sa na spodnej časti kmeňa tvorí tmavosivá až čiernastá hlboko rozpukaná borka.

Listy okrúhle až vajcovité sú $30 \div 70$ mm veľké, tvarovo premenlivé. Čepeľ je hrotito ukončená.

Farba a vlastnosti dreva – bel je biela až nahnedlá, jadro je bledohnedé, bledožltohnedé až červenohnedé. Šírka ročných kruhov môže dosahovať $2 \div 3$ cm. Povrch pozdĺžnych rezov je celkove pórovitejší a chlpatejší ako u vrb a líp. Drevo je mäkké a veľmi ľahké, $\rho_0 = 430 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$.



Obrázok 18 Topoľ osikový – habitus, listy

Autor: doc. Ing. Alena Očkajová, PhD.
Názov: Materiály a technológie 1 - Vlastnosti dreva
Vydanie: prvé, 2007
Náklad: 200 kusov
Počet strán: 109
Počet autorských hárkov: 4AH
Vydala: Katedra techniky a technológií, Fakulta prírodných vied
Univerzity Mateja Bela v Banskej Bystrici
Tlač: Bratia Sabovci s.r.o., Zvolen
Vytlačené: 2007
ISBN