

Materiály a technologie-dřevo
(výuková prezentace)

Mgr. Pavel Pecina, Ph.D.

Úvod do problematiky

Tato výuková prezentace je určena pro studenty učitelství technické a informační výchovy pro druhý stupeň základní školy. Může však posloužit i všem zájemcům o práci se dřevem. Svým obsahem a hloubkou zpracování může prezentace posloužit širšímu okruhu pracovníků, podílejících se na organizování a řízení zájmové technické činnosti dětí a mládeže z řad aktivistů, kteří nemají pedagogické vzdělání i ostatním zájemcům o práci se dřevem. Prezentace může také vyplnit mezeru v doplňkové literatuře pro posluchače studia učitelství prvního stupně základní školy.

Při koncipování prezentace byla respektována skutečnost, že jsou ke studiu technické výchovy přijímáni studenti s malými základními vědomostmi a pracovními návyky a že jde o odbornou technologickou disciplínu, od které se očekává mj. i vytvoření metodologické struktury použitelné pro studium dalších tematických celků. Dále bylo přihlédnuto k faktu, že se absolvent obvykle stává i správcem školní dílny s povinností nákupu, údržby a ostření nářadí a nástrojů. Prezentace poskytuje vybraný soubor poznatků z problematiky nauky o dřevě a problematiky technologie dřeva, údržby nástrojů, přípravy výroby i námětů pro práci s žáky. Autor prezentace nakonec upustil od myšlenky šířeji zpracovat některá řešená témata a zpracovat témata další (pojednání o dalších produkčních dřevinách, neprodukčních dřevinách, problematika technického kreslení v dřevozpracujícím průmyslu, truhlářská výroba atd.). Rozsah prezentace by tak neúměrně narostl a proto byla poroznost soustředěna na důležité poznatky. Hluboce zasvěcení zájemci o řešený problém naleznou další informace v titulech, uvedených v použitých pramenech.

Prezentace je doplněna mnoha názornými obrázky s popisy nářadí, nástrojů i technologických postupů.

Studium prezentace nepředpokládá žádné vstupní znalosti.

Materiály a technologie,dřevo-témata

1. **Les jako zdroj dřeva** (*definice a funkce lesa, hospodářský les, pěstování lesů, produkční a ostatní dřeviny, vztah člověka ke dřevu, těžba dřeva, sortimenty lesní výroby, ochrana vytěžené suroviny*).
2. **Stavba dřeva** (*podstata tvorby dřeva, makroskopické a mikroskopické znaky, řezy dřevem*).
3. **Fyzikální vlastnosti dřeva** (*elektrická, tepelná a zvuková vodivost, tvrdost, pohyb vody ve dřevě, určování vlhkosti dřeva, důsledky změn vlhkosti, sesychání, bobtnání, ustrnutí, kornatění, způsoby skladování a sušení dřeva*).
4. **Mechanické vlastnosti dřeva** (*pružnost, pevnost, tvrdost, houževnatost*).
5. **Technologické vlastnosti dřeva** (*obrobitelnost, schopnost držet mechanické spojovací prostředky, přijímání nátěrů a impregnačních hmot, ohýbatelnost dřeva*).
6. **Trvanlivost dřeva a prostředky na zvýšení trvanlivosti, impregnační a nátěrové hmoty.**
7. **Vady dřeva** (*vliv vad na použitelnost dřeva v praxi*).
8. **Popis a použití vybraných dřev našich produkčních dřevin** (*smrk, borovice, dub, buk, jasan, habr, lípa*).
9. **Úvod do technologie dřeva** (*technologie, mechanická technologie, dřevařská prvovýroba a druhovýroba, pilařská výroba, pořez pilařské suroviny, sušení a skladování dřeva, výroba dých, řezivo a aglomerované materiály, velkoplošné materiály*).

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10. **Úvod do technologie zpracování materiálu** (*historický přehled o zpracování dřeva, teorie obrábění a obráběcího nástroje, přehled ručního nářadí pro práci se dřevem, přehled elektrického ručního nářadí a strojů pro práci se dřevem, bezpečnost práce*).
11. **Měřicí, rýsovací a kontrolní nástroje, zásady práce s těmito pomůckami.**
12. **Upevňovací a lisovací nástroje** (*hoblíce, pracovní stoly, ztužidla*).
13. **Obráběcí nástroje I** (*pily- ruční pily, zásady správného řezání a práce s pilami*).
14. **Obráběcí nástroje II** (*sekery, hoblíky, dláta, rašple a pilníky, brusné papíry, zásady práce s těmito nástroji a potřebami*).
15. **Obráběcí nástroje III** (*vrtáky a vrtání*).
16. **Kladiva, paličky, kleště, šroubováky, poříz, škrabky, ruční srovnávač, pokosnice, řezbářské nástroje.**
17. **Elektrické ruční nářadí pro práci se dřevem** (*el. ruční vrtačky, el. pily, el. hoblíky, el. brusky na dřevo, horní frézky, aku šroubováky, tepelně lepící pistole*).
18. **Stroje k obrábění dřeva** (*kotoučové pily, pásové pily, srovnávačky, frézky, soustruhy, stojanové vrtačky, brusky*).
19. **Spojování dřeva** (*konstrukční spoje, spojení hřebíky, vruty, šrouby, kolíčky a lamelami, lepení dřeva*).
20. **Impregnace dřeva, nátěry dřeva.**
21. **Vybavení školní dílny pro práci se dřevem.**
22. **Broušení a údržba nástrojů pro práci se dřevem.**
23. **Příprava výroby.**

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24. Konstrukční zásady.

25. Náměty pro práci se dřevem v praktických činnostech na druhém stupni ZŠ.

24

25

1. Les jako zdroj dřeva

Cíl tématu: Po prostudování tématu budete schopni:

Vysvětlit pojem les, hospodářský les a objasnit, jaká je skladba dřevin v našich lesích.

Vyjmenovat dvanáct produkčních dřevin.

Objasnit pojmy: pěstování lesů, obnova porostů a výchova porostů.

Popsat těžbu dřeva.



Les- životní společenství rostlinných i živočišných organismů, které žijí v určitých podmínkách lesního prostředí, s nímž tvoří určitý celek.

Les v přírodním prostředí plní **mnoho nezastupitelných funkcí**. Jednou z nich je ta, že je to **materiální základna dřeva** jako technického materiálu (kromě toho lze zmínit funkci rekreační). Dřeviny pro takovéto použití se pěstují v tzv. **hospodářském lese**. Je to část lesa, v níž člověk ovlivňuje druhovou skladbu tak, aby získal co největší množství kvalitní suroviny-dřeva.

- Asi 34% území České republiky tvoří lesní porosty.
- Z celkové zalesněné plochy tvoří hospodářské lesy 95%.
- Zbytek tvoří pralesy, které existují bez zásahu člověka.
- Převažují jehličnaté stromy: smrk (60%), borovice (20%), jedle (3%), modřín (2%).
- Listnaté stromy tvoří 15% zalesněných ploch. Z toho největší zastoupení mají buk (5%) a dub (4%). Ostatní dřeviny tvoří skupinu menší než 1%.
- V lese člověk vykonává tyto činnosti: pěstování lesů a těžba dřeva. Tyto činnosti zajišťují z největší části podniky Lesů české republiky, v menší míře potom soukromí vlastníci a obce.

Pěstování lesů

- Cílevědomá činnost člověka zaměřená na obnovu a výchovu hospodářského lesa, který při zachování základních životních zákonitostí lesa dává nejvyšší možné množství jakostního dřeva. Přitom také zlepšuje úrodnost půdy a má pozitivní vliv vodoochranný, klimatický a zdravotní. Zejména se však sleduje zachování rozsahu zalesněné plochy.
- Pěstování lesů je zaměřeno na produkci produkčních dřevin: smrk, borovice, jedle, modřín, buk, dub, javor, jasan, jilm, habr, topol, lípa. Ostatní dřeviny-viz skriptu.

Obnova porostů

- Při obnově porostů nahrazujeme vytěžený porost novým
- Obnova může být **přírozená** nebo **umělá**.

Přírozená obnova: děje se s pomocí přírodních činitelů opadáváním semen přímo pod mateřský strom nebo náletem semen na okolní plochu. V tomto případě člověk částečně upravuje podmínky pro úspěch takovéto obnovy a takto vzniklé porosty vychovává .

Umělá obnova porostů se děje za cílem obnovy vytěžené plochy za co nejkratší dobu nebo zalesnění nové plochy. Umělá obnova se děje mnohem častěji než přírozená. Spočívá ve vysazování sazenic lesních dřevin, méně často potom ve vysévání semen.

Postup při zakládání porostů

- Výběr dřeviny. Přitom je třeba brát v úvahu technické, biologické a klimatické zřetele (druh dřeviny a nároky dřeviny na životní podmínky).
- Vysazení a zalévají v suchém období.
- Další péče- spočívá v odstraňování buřeně (rychle rostoucí byliny, trávy a křoviny), v ochraně před okusováním zvěří nátěrem speciálními prostředky a v ochraně před hmyzem. Do pěti let je dřevina zajištěna a nepotřebuje další ochranu.

- Následuje období volného růstu stromů. Při tomto procesu dochází k tzv. **přírodnímu výběru**- zdravé, silné a úspěšné stromy rostou a nezdravé opožděné stromy většinou brzy zhynou.

Výchova porostů

Výchovou porostů rozumíme péči věnovanou stromům od jejich výsadby až do myšlné zralosti. Tato činnost sleduje tyto cíle:

- Zvýšení celkové výtěže z porostů.
- Zkrácení výrobní doby porostu.
- Zlepšení technických vlastností dřeva. Zvýšení odolnosti lesních porostů vůči nepříznivým vlivům prostředí.
- Zlepšení zdravotního stavu porostů.
- Příznivé ovlivnění dědičných vlastností dřeva.
- Pozitivní ovlivnění porostního klimatu.
- Udržení nebo zlepšení úrodnosti půdy.
- Vytváření příznivých podmínek pro budoucí obnovu porostů a posílení vodohospodářské, zdravotní a estetické funkce lesa.

Při výchově porostů se také uplatňuje **umělý výběr**. Ten může mít následující podoby:

- Výběr zdravotní, který spočívá v odstraňování poškozených, nemocných a odumřelých jedinců.
- Výběr druhový, který spočívá v odstraňování ekonomicky a biologicky méněcenných a nežádoucích dřevin (tedy usměrňování druhové skladby porostů ve smyslu pěstebního cíle).
- Výběr jakostní, který spočívá v podpoře růstu kvalitních stromů. Tento výběr se provádí **kladným nebo záporným výběrem**. V případě kladného výběru se vyhledávají kvalitní stromy a uvolňuje se jim prostor. V případě záporného výběru se naopak vyhledávají a odstraňují nekvalitní a nežádoucí porosty.

Vlastnosti kvalitního stromu:

- Zdravý, neporaněný kmen bez boulí, jizev a suků, svislý, přímý, netočivý, plnodřevný, kruhového průřezu a dobře zakořeněný.
- Zdravá, přiměřeně velká, pravidelně vyvinutá koruna s patrným vrcholem, tvořená slabými protáhlými větvemi.

Činnosti při výchově porostů: prořezávky, probírky a oklest.

Prořezávky se provádí asi v období 10-20 let věku stromu po vysazení. V této době strom „bojuje“ o prostor. V tomto boji zvítězí nejsilnější jedinci, kteří přerostou ostatní.

Témata přednášek

Probírky se provádí ve věku stromu 21- 80 roků. Jejich cílem je vytvořit optimální podmínky pro růst cílových dřevin uplatněním kladného výběru. Tento postup se opakuje několikrát, asi ve dvacetiletých intervalech.

Oklest spočívá v odřezávání spodních větví na rostoucích stromech. Tím se zajistí tvorba zdravých, hladkých a bezsukých kmenů s rovnovlákným dřevem. Realizuje se ručně na stromech, které dosáhly průměru 10-15 cm.

Mýtní zralost. Stav, kdy (podle dřeviny) kulminuje přírůst hmoty stromu ve věku 80 - 120 let.



Těžbu dělíme na **úmyslnou** a **nahodilou**.

Úmyslná těžba se dělí na:

- řádnou mýtní (těžba porostů nad 80 let věku) a předmýtní (těžba porostů od 21 do 81 roků věku)
- mimořádnou, která se provádí na zvláštní povolení při mimořádných situacích (je třeba získat plochu a pod)

Nahodilá těžba spočívá v odstraňování polomů a vývrátů s ohledem na sanitární čistotu lesa.

Postup při těžbě

- **Vyznačení těžby** - lesník vyznačí jednotlivé stromy barevnými terčíky na kmenech nebo označí hranice těžby celé plochy.
- **Kácení stromů** - nejprve se určí směr pádu stromu, upraví se okolí a odstraní kořenové náběhy. Na straně pádu se vyřízne klín s vodorovnou spodní základnou asi do jedné pětiny tloušťky kmene. Z druhé strany se pak vede řez asi 2 cm nad základnou klínu.
- **Odvětvování**- odřezávání větví. Nakonec se odřízne vrchol stromu v místě, kde má kmen průměr asi 7 cm. Tak vznikne **surový kmen**.
- **Měření vytěžené hmoty**- to se provádí tak, že se změří délka surového kmene a střední průměr bez kůry. Naměřené hodnoty se vyrazí na větší čelo kmene. Poté lesník zjistí pomocí tabulek objem kmene a zapíše ho do výkazu těžby.

Přibližování dřeva- doprava surových kmenů po těžbě od pařezů na skládky u odvozních cest. **Odvoz dřeva** je třeba provést co nejdříve po těžbě, aby nebylo dřevo napadeno škůdci (hmyz, houby). Vykácené dřevo již jako mrtvý organizmus nemá přirozené obranné látky.

Druhování a třídění dřeva- provádí se po odvozu v hlavních expedičních skladech.

Druh dřeva- sortiment lesní výroby je kus dřeva, který svými rozměry a kvalitou odpovídá požadavkům některého výrobního nebo spotřebního odvětví.

Druhováním (sortimentací) rozumíme výrobu vhodných druhů dřeva (sortimentů)- tzv. výřezů pro příslušná odvětví. Vznikají tak výřezy stavební, pilařské, dýhárenské, pražcovina, dolovina, sloupovina nebo vláknina (dřevo pro papírenský průmysl).

Tříděním dřeva rozumíme výběr jednotlivých kusů dřeva stejného sortimentu do jakostních a cenových tříd.

Kontrolní úkoly:

- Vysvětlete pojem les, hospodářský les a objasněte, jaká je skladba dřevin v našich lesích.
- Vyjmenujte dvanáct produkčních dřevin.
- Objasněte pojmy: pěstování lesů, obnova porostů a výchova porostů.
- Popište, jak probíhá těžba dřeva.

2. Nauka o dřevě: stavba dřeva (podstata tvorby dřeva, makroskopické a mikroskopické znaky, řezy dřevem)

Témata přednášek

Cíl tématu: Po prostudování tématu budete schopni:

- Objasnit, co je předmětem zájmu nauky o materiálech.
- Vysvětlit podstatu tvorby dřeva, objasnit pojmy jarní a letní dřevo, makroskopické a mikroskopické znaky dřeva.
- Vyjmenovat a popsat tři základní řezy dřeva, na kterých hodnotíme anatomickou stavbu dřeva pomocí makroskopických znaků.
- Vyjmenujete a na jednoduchém nákresu znázorníte, co lze pozorovat na příčném řezu kmene.
- Vyjmenujete ty znaky, které lze sledovat při určování druhu dřeviny.

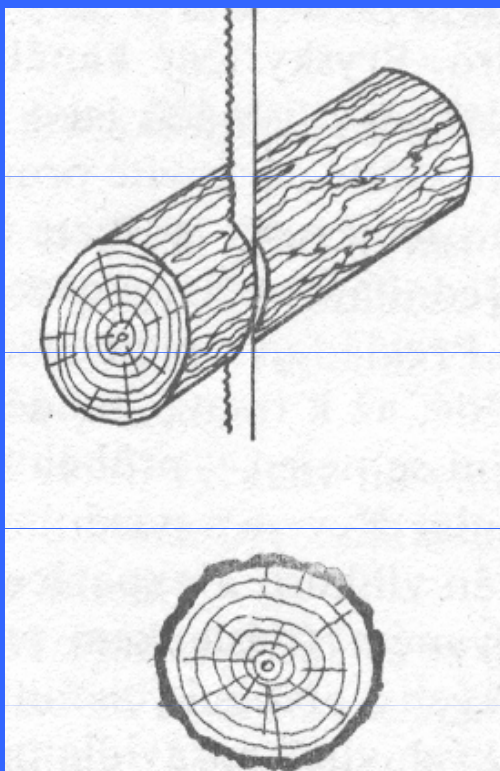
Nauka o materiálech- vědní obor, který se zabývá vlastnostmi materiálů a metodami jejich zkoušení. V této části budeme hovořit o přirozených vlastnostech dřeva. Ty lze definovat tak, že jsou výslednicí vztahů mezi stromem (tedy organismem) a prostředím. Tyto vztahy určují technickou kvalitu a použitelnost dřeva. Některé vlastnosti jsou pro nás žádoucí a ty jsou ponechány a některé jsou nežádoucí a ty musí být před použitím změněny (tzv. umělý zásah do přirozených vlastností dřeva).

Stavba dřeva

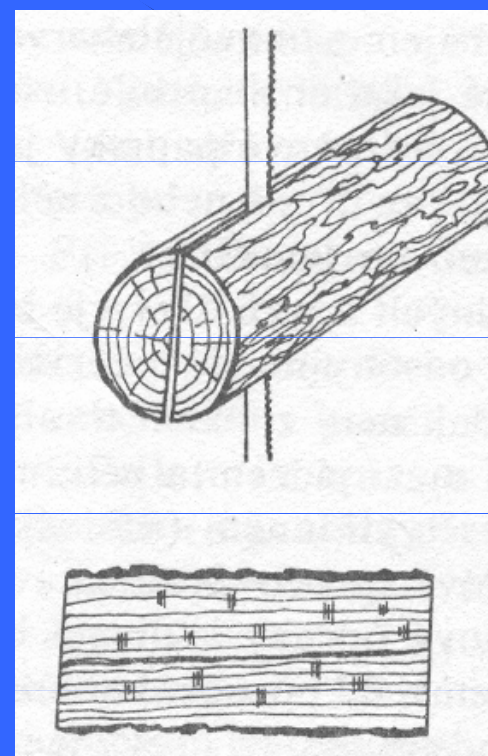
Dřevo vzniká činností **kambia**, což jsou vrstvičky živých buněk, které jsou uloženy mezi dřevem a kůrou. V procesu růstu se kambiární buňky dělí a vytvářejí na vnitřní straně kambia buňky dřeva a na vnější straně kambia vytvářejí kůru. Ve směru dřeva se dělí buňky mnohem rychleji, a proto přirůstá dřevo mnohem rychleji než kůra.

- V našem podnebném pásu pracuje kambium tak, že se jeho činnost zastaví před zimním obdobím a začne pracovat opět na jaře. Důsledkem této činnosti je tvorba letokruhů. Na jaře většinou vzniká světleji zbarvená část letokruhů-**jarní dřevo** a v létě vzniká vnější tvrdší a tmavší část- **letní dřevo**.
- Jarní dřevo slouží hlavně k vedení vody a letní dřevo má funkci mechanickou. V průběhu jednoho roku vznikne jeden letokruh. V některých výjimečných případech se může stát, že v určitém roce v některé části kmene nevznikne žádný letokruh, nebo naopak vzniknou letokruhy dva. S tloušťkou kmene roste i jeho výška. S ohledem na to, že roční přírůstek tvoří většinou jeden letokruh, lze na příčném řezu zjistit věk té části kmene, kterou byl proveden řez.
- Stavbou dřeva se zabývá **anatomie dřeva**, která je jednou z částí lesnické botaniky. Stavbu dřeva hodnotíme podle znaků, které jsou pozorovatelné pouhým okem nebo lupou- **znaky makroskopické** a podle znaků **mikroskopických**, které je možné pozorovat pouze při zvětšení mikroskopem(asi 10x až 100x).

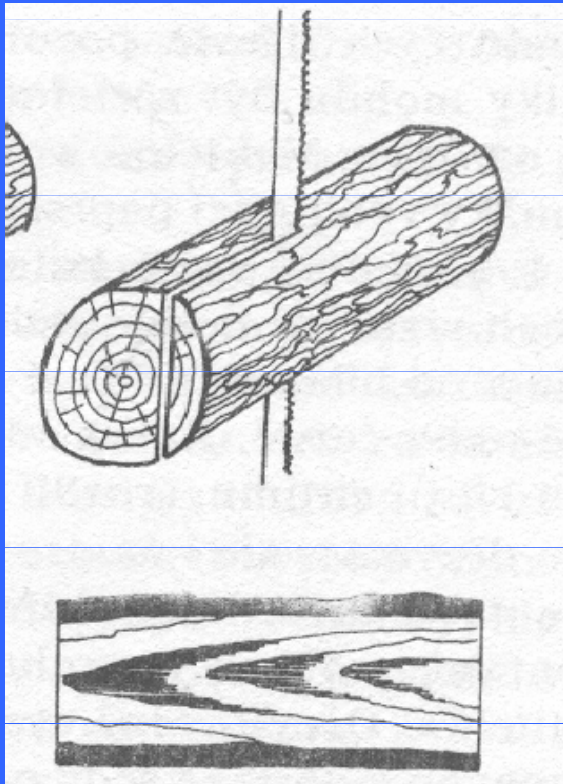
- Ke zhodnocení anatomické stavby dřeva pomocí makroskopických znaků se užívají tři základní řezy dřevem-**řez příčný (transverzální)**, **řez podélný poloměrový (radiální)** a **řez podélný tečnový (tangenciální)**.



Řez příčný (transverzální) je veden kolmo k podélné ose kmene. V ideálním případě je jeho průřez kruhový.



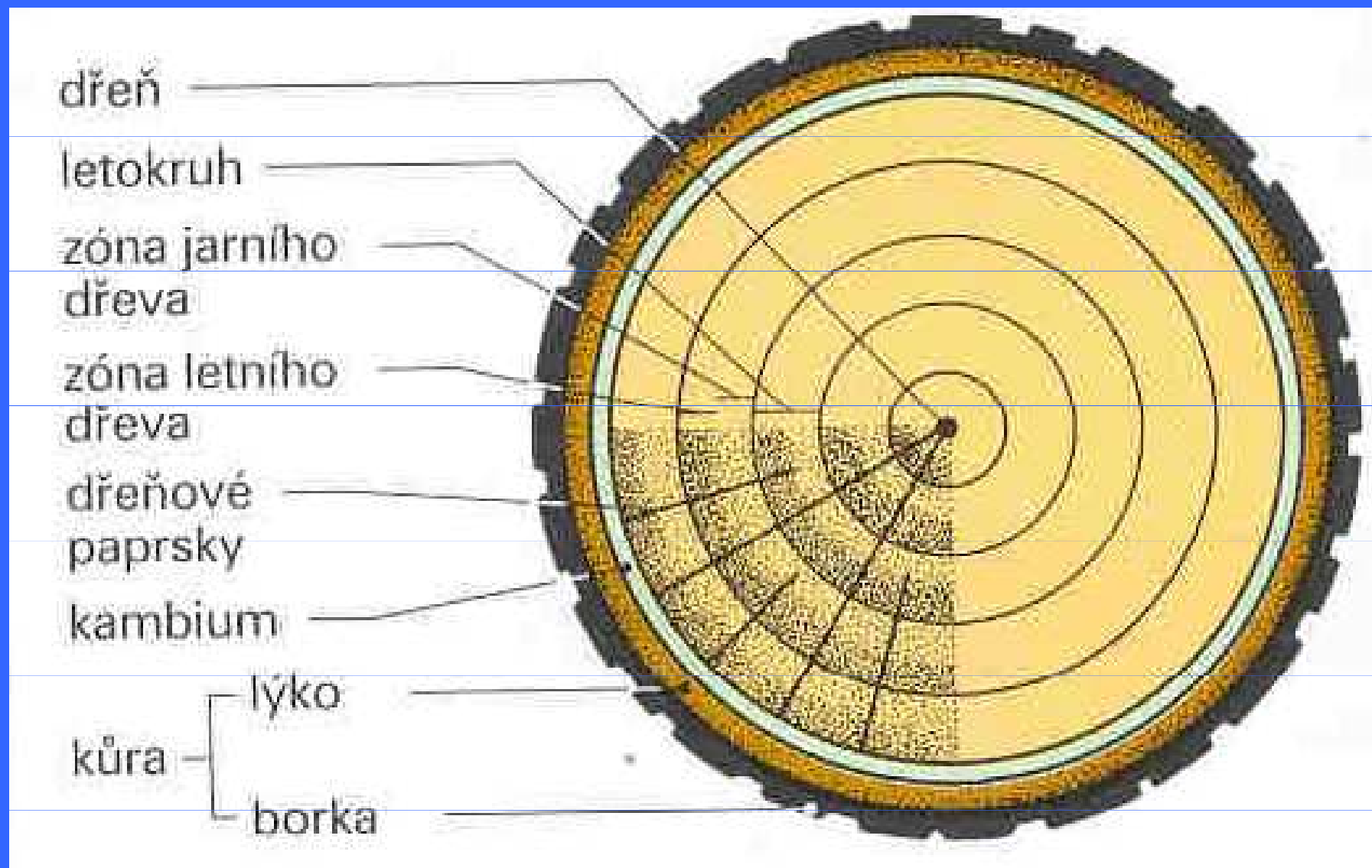
Řez podélný poloměrový (radiální) je veden podélnou osou kmene a je tedy kolmý k příčnému řezu.



Řez tečnový (tangenciální) je veden rovnoběžně s podélnou osou kmene ve směru tečny k některému letokruhu. Je kolmý na radiální řez, procházející tečným bodem na tomto letokruhu.

Nejvíce makroskopických znaků lze pozorovat na příčném řezu kmene. Zde můžeme pozorovat: **dřeň, dřevo bělové (běl), jádrové a zralé (jádro), letokruhy, suky, dřeňové paprsky, cévy a pryskyřičné kanálky** (viz. obrázek).

Témata
přednášek



- **Dřeň** se nachází uprostřed kmene. Většinou je více či méně posunuta mimo geometrický střed kmene (v ideálním případě se nachází v jeho geometrickém středu). Má tvar kruhový nebo oválný, ve výjimečných případech čtyřúhelníkový, pětiúhelníkový nebo hvězdicovitý. Její průměr je asi 2- 5 mm.
- **Dřevo** se nachází od dřeně ke kůře. U některých dřevin má odlišnou barvu vnější a vnitřní části. **Jádrové dřeviny** mají vnější část světlou (běl) a vnitřní část tmavou (jádro). Mezi tyto dřeviny patří borovice, modřín, dub, jilm, topol a jasan. Jádro se vyznačuje menším obsahem vody a vhodnějšími parametry technických vlastností. Ty dřeviny, které mají stejnou barvu dřeva a stejný obsah dřeva v celém objemu se nazývají **bělové dřeviny**. Mezi tyto dřeviny patří lípa, habr a javor.
- **Letokruhy** jsou tvořeny ročními přírůstky dřeva. Již jsme zmiňovali, že jeden letokruh je tvořen jarním letním přírůstkem. U některých dřev je rozdíl v barvě jarního a letního dřeva velmi výrazný s rychlým přechodem (u jehličnatých stromů). U některých dřevin jsou také rozdíly v barvě velké, ale přechod jarního přírůstku v letní je postupný. Mezi tyto řadíme dub, jilm, jasan, topol a javor. Naopak u lípy, buku a habru jsou tyto rozdíly malé.
- **Suky** jsou pozůstatky po větvích. Vyznačují se různými tvary a jejich barva je velmi odlišná od okolního dřeva.

- **Dřeňové paprsky** lze pozorovat na příčném i podélném řezu. Na příčném řezu to jsou lesklé čáry, které vybíhají z dřeně ke kůře. U některých dřevin (dub, buk, jilm) jsou viditelné pouhým okem. U některých dřevin je můžeme pozorovat lupou (jasan, topol, habr, lípa, všechny jehličnany).
- **Cévy** lze pozorovat na příčném řezu u listnatých dřevin. Jsou to patrné drobné otvory – řezy cév. Podle uspořádání cév rozdělujeme listnaté dřeviny na **kruhovitě pórovité a roztroušeně pórovité**. **Kruhovitě pórovité** dřeviny mají cévy soustředěny do jarních přírůstků v letokruzích a vytvářejí tak prstence (dub, jasan, jilm). **Roztroušeně pórovité dřeviny** mají cévy rozdělené v letokruhu rovnoměrně (javor, lípa, topol, buk, habr).
- **Pryskyřičné kanálky** jsou charakteristické pro jehličnatá dřeva (smrk, borovice, modřín). Jsou to tenké kanálky, které jsou naplněny pryskyřicí. Tyto kanálky mohou mít směr rovnoběžný s osou kmene (svislé pryskyřičné kanálky), nebo procházejí dřeňovými paprsky. Okem lze spatřit svislé pryskyřičné kanálky v letních přírůstcích dřeva u borovice. Mají průměr asi 0,1 mm a lze je vidět jako bílé tečky.

- Z pohledu makroskopické stavby dřeva je třeba zdůraznit, že základní částicí dřeva je buňka (nelze spatřit okem). S poznatky o buněčné stavbě se setkáme v kapitole **Fyzikální vlastnosti dřeva**, konkrétně v podkapitole o vlhkosti dřeva. Proto se tím nyní nebudeme podrobně zabývat a uvedeme jen základní informace.
- Ve dřevě se setkáváme s několika typy buněk, které se liší tvarem a svojí funkcí. Skupina buněk stejné stavby a funkce vytváří pletiva. Ve dřevě se nachází **pletiva mechanická, pletiva vodivá a pletiva zásobní**. Pro praxi mají strategický význam poznatky o buněčných stěnách, zejména je to přítomnost vody v čerstvě poraženém stromě. Její množství se mění podle vnějšího prostředí.

Dřevo je možné identifikovat podle makroskopických i mikroskopických znaků na základě zkušeností. Při určování dřeva postupujeme od nejnápadnějších znaků až k podrobnostem. Přitom zkoumáme tyto prvky:

- **Barvu dřeva.**
- **Barevné odlišení vnější částí od vnitřní (běl, jádro).**

- Barevné rozlišení jarního a letního přírůstku.
- Přejít jarního přírůstku v letní.
- Prýskičné kanálky.
- Kresbu dřeva.
- Dřeňové paprsky.
- Uspořádání pórů.
- U čerstvě poraženého dřeva si všimáme jeho vůně.
- Porovnání tvrdosti a hustoty (v tomto případě je třeba mít k dispozici vzorky stejného objemu a stejné vlhkosti).

K jednoznačnému určení dřev našich produkčních dřevin vystačíme s poznatky o makroskopické stavbě dřeva (jsou popsány v samostatné kapitole).

Kontrolní úkoly:

- Objasněte, co je předmětem zájmu nauky o materiálech.
- Vysvětlete podstatu tvorby dřeva, objasněte pojmy jarní a letní dřevo, makroskopické a mikroskopické znaky dřeva.
- Vyjmenujte a popište tři základní řezy dřeva, na kterých hodnotíme anatomickou stavbu dřeva pomocí makroskopických znaků.
- Vyjmenujte a na jednoduchém nákresu znázorněte, co lze pozorovat na příčném řezu kmene. Vyjmenujte ty znaky, které lze sledovat při určování druhu dřeviny.

3. Fyzikální vlastnosti dřeva (*Elektrická, tepelná a zvuková vodivost, tvrdost, pohyb vody ve dřevě, určování vlhkosti dřeva, důsledky změn vlhkosti, sesychání, bobtnání, ustrnutí, kornatění, způsoby skladování a sušení dřeva*)

Cíl tématu: Po prostudování tohoto tématu budete schopni:

- Objasnit podstatu fyzikálních vlastností dřeva a vyjmenovat je.
- Objasnit význam pohybu vody ve dřevě, objasnit pojmy volná a vázaná voda, absolutní a relativní vlhkost dřeva.
- Popsat požadavky na užitkovou vlhkost dřeva.
- Vysvětlit důsledky změn vlhkosti dřeva-vysvětlit podstatu sesychání dřeva, bobtnání dřeva, borcení dřeva, praskání dřeva, ustrnutí dřeva a kornatění dřeva.
- Jednoduchým nákresem znázornit výsledný tvar řeziva po sesychání.
- Objasnit, na čem závisí elektrická vodivost dřeva.
- Objasnit tepelnou a zvukovou vodivost dřeva.

Fyzikální vlastnosti jsou následující: barva a kresba dřeva, lesk dřeva, vůně dřeva, vlhkost dřeva, hustota dřeva, tepelné, zvukové a elektrické vlastnosti dřeva. Jsou to vlastnosti, které lze zkoumat bez narušení chemického složení a celistvosti materiálu.

Barva je jedna z nejvýrazněji hodnotitelných znaků dřeva. V technické praxi se barva dřeva určuje slovním opisem. U dřeva se vyskytuje mnoho odstínů- od bílé přes odstíny červenohnědé, hnědé až k tmavě hnědé a černé. Barva závisí na dřevině a podnebí a je ukazatelem kvality dřeva. Pokud se vyskytnou odchylky, je to znak o napadení houbami. Praktického významu má barva dřeva při rozhodování, jaké dřevo použijeme ke zhotovení výrobku, u něhož je žádán pěkný vzhled (obložení, nábytek a pod). V této souvislosti je také třeba si uvědomit, že dřevo na světle a vzduchu tmavne. Více náchylné jsou na to jádrové dřeviny. Na tangenciálním řezu způsobuje rozdílnost v barvě jarního a letního přírůstku více či méně výraznou **kresbu dřeva (fládr)**. Kresba dřeva a barva dřeva určují jeho dekorační hodnotu. Barvu i kresbu dřeva lze v praxi zvýraznit lakováním a mořením.

Lesk až na výjimky není přirozenou vlastností dřeva (kromě drobných lesklých plošek způsobených u některých dřevin dřeňovými paprsky). Lesklý povrch vytváříme nátěrem nebo leštěním.

Vůně dřeva závisí na obsahu éterických olejů, pryskyřic a tříslovin. Nejvýraznější vůni má dřevo čerstvě poražených stromů. U jehličnatých stromů je výraznější než u listnatých.

Vlhkost dřeva

- Z hlediska použitelnosti dřeva je vlhkost jeho rozhodující vlastností.
- Na obsahu vody závisí, zda rozměry a tvar výrobku zůstanou neměnné, nebo dojde ke zvětšení či zmenšení.
- Je pro nás tedy podstatné tento vztah objasnit. **Z tohoto pohledu je pojednání o vztahu dřeva a vody za nejdůležitější část nauky o dřevě. Zanedbání těchto vztahů by mohlo způsobit menší či větší narušení vzhledu i funkčního použití výrobku ze dřeva a vede i k znehodnocení tohoto materiálu.**
- Ve vodě se nachází tzv. **volná voda** a **vázaná voda**. **Volná voda** se nachází v dutinách buněk. V živém stromu dopravuje živné látky. **Vázaná voda** se nachází v buněčných stěnách. Bezprostředně po skácení stromu se začne obsah vody snižovat. Nejprve se odpařuje volná voda. Při tomto procesu nedochází k žádným významným změnám. Stav, kdy se vypaří všechna volná voda, je určen veličinou zvanou **mez nasycení buněčných stěn**. V tomto okamžiku má ještě dřevo všechnu vodu vázanou. Jakmile se začne vypařovat, dochází k významným vlivům na mnohé vlastnosti dřeva.

Voda se vypařuje tak dlouho, pokud nenastane tzv. **stav vlhkostní rovnováhy**. Tento stav je charakteristický tím, že určité teplotě a vlhkosti vzduchu odpovídá určitá hodnota vlhkosti dřeva (rovnovážná vlhkost). Rychlost vypařování vody ze dřeva závisí na **těchto faktorech**:

- Rozdíl vlhkosti od stavu vlhkostní rovnováhy- čím je větší, tím rychleji dřevo vysychá).
- Spád vlhkosti ve dřevě- tj. rozdíl vlhkosti ve dřevě mezi dvěma místy vzdálenými od sebe 1 cm. S jeho růstem roste rychlost pohybu vody.
- Čím nižší je vlhkost dřeva, tím pomaleji dřevo vysychá.
- Čím je vyšší teplota okolí, tím rychleji se voda vypařuje.
- Čím vyšší je hustota dřeva, tím pomaleji se voda ze dřeva vypařuje.

Vlhkost dřeva udává množství vody ve dřevě vyjádřené v procentech. V praxi se rozlišuje tzv. **relativní vlhkost** a **absolutní vlhkost** dřeva. **Relativní vlhkost** vyjadřuje podíl vody v procentech z celkové hmotnosti vzorku v okamžiku měření. Nemůže nikdy dosáhnout hodnoty 100%. **Absolutní vlhkost** vyjadřuje procentuální podíl vody z hmotnosti absolutně suchého dřeva. Tento parametr může nabývat i hodnoty přes 100%.

Podle vlhkosti lze dřevo rozdělit do několika skupin. V praxi se rozlišují tyto stupně vlhkosti dřeva:

- Mokrý dřevo (více než 100%)- dřevo uložené dlouhodobě ve vodě.
- Syrové dřevo čerstvě poraženého stromu(50- 100%).
- Dřevo sušené dlouhodobě vzduchem v obyčejných podmínkách (15-20%).
- Dřevo sušené ve vytápěných místnostech (8- 10%).
- Absolutně suché dřevo, sušené v sušárnách (0%).

Hodnota vlhkosti při dosažení meze nasycení buněčných stěn je závislá na dřevině a na teplotě. Pohybuje se v rozmezí 23- 36%. Pro technické účely byla zavedena střední hodnota 30%. Pro potřeby praxe byla zavedena **vlhkost technická (výrobní)** a **vlhkost užitková**. **Výrobní vlhkostí** označujeme vlhkost dřeva v době výroby výrobku.

Užitkovou vlhkostí rozumíme vlhkost v době užívání výrobku. **Je třeba, aby se výrobní vlhkost rovnala vlhkosti užitkové, nebo byla asi o 2% menší. Jinak by mohlo dojít k nepříznivým vlivům.** Z tohoto pohledu je nutné, abychom si uvedli základní požadavky na užitkovou vlhkost výrobků:

- Stavební konstrukce: 15 - 22%.
- Truhlářské výrobky (okna, dveře..apod.): 12 - 15%.
- Nábytek v mírně vytápěných místnostech: 10 - 22%.
- Nábytek v místnostech s ústředním topením: 8 - 22%.
- Dýhy, překližky, laťové středy: 5 - 7%.
- Hudební nástroje: 5 - 7%.

Vlhkost dřeva lze určit **váhovou metodou** nebo pomocí **elektrických měřicích přístrojů**. Při zjišťování vlhkosti váhovou metodou nejprve zkušební vzorek zvážíme s přesností na 0,01g a poté jej sušíme v sušárně při teplotě 103 °C nejméně 8 hodin. Poté dřevo zvážíme a opět necháme sušit. Jakmile se již nemění hmotnost, dřevo je zcela suché. Vlhkost dřeva před zkouškou stanovíme výpočtem takto: Podělíme hmotnost vypařené vody (rozdíl hmotnosti vzorku před a po sušení) hmotností zcela suchého vzorku po sušení a výsledek vynásobíme 100%. Tento postup dává velmi přesnou hodnotu vlhkosti, ale je časově náročný (potřebujeme 12 až 24 hodin).

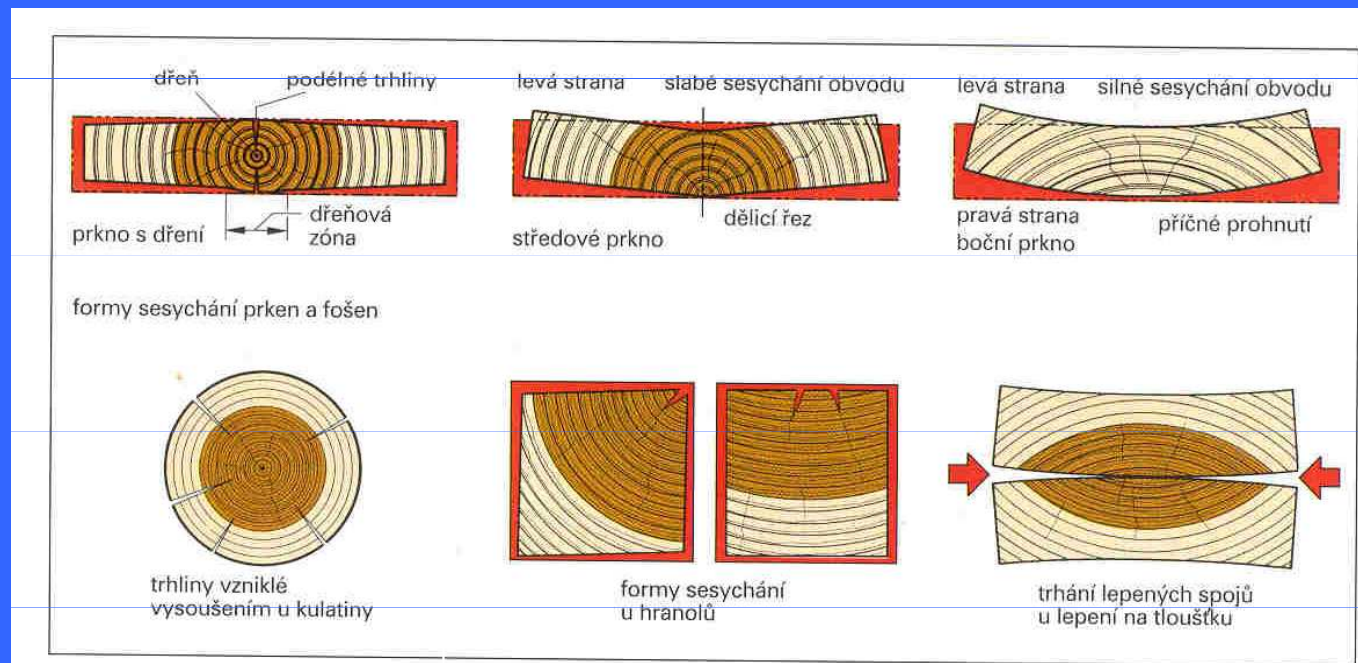
Pro praxi je mnohdy nutná rychlejší metoda určení vlhkosti. Tou je **měření elektrickými přístroji**. Není tak přesná, ale dostačující. Tyto přístroje využívají závislosti elektrické vodivosti dřeva na jeho vlhkosti. Přesnost měření je v toleranci $\pm 2\%$. Těmito přístroji jsou vybavena pracoviště na sušení dřeva.

Důsledky změn vlhkosti dřeva

Vlastnosti dřeva se výrazně mění se změnami jeho vlhkosti v rozsahu od meze nasycení buněčných stěn do 0%. Nejdůležitějšími změnami z pohledu všech způsobů mechanického zpracování a používání hotových výrobků jsou změny rozměrů a objemu dřeva- tzv. borcení (změny tvaru dřeva). Mezi tyto změny patří: **sesychání dřeva, bobtnání dřeva, borcení dřeva, praskání dřeva, ustrnutí dřeva a kornatění dřeva.**

Sesychání dřeva je proces, při kterém se zmenšují rozměry a objem dřeva při vypařování vázané vody (od poklesu vlhkosti pod mez nasycení buněčných stěn). V průběhu vypařování volné vody se rozměry a objem dřeva nemění.

Sesychání charakterizujeme tzv. **lineárním a objemovým sesycháním**. Lineární sesychání se vyznačuje zmenšováním rozměrů ve třech základních směrech – tangenciálním, radiálním a podélným. Při objemovém sesychání dojde ke zmenšení objemu. Pro vědecké účely i pro praxi je stěžejní tzv. celkové sesychání (lineární i objemové), které odpovídá změně vlhkosti od meze nasycení buněčných stěn do 0%. Hodnoty celkového sesychání v základních směrech jsou velmi odlišné a liší se i u jednotlivých dřevin. Nejvýraznější je sesychání ve směru tangenciálním (3- 6%), nejmenší ve směru podélném (je téměř zanedbatelné, průměrně asi 0,3%). Objemové sesychání je asi 12 – 15%. Uvedená čísla se vztahují k nejpoužívanějším produkčním dřevinám. Výsledný tvar řeziva po vysychání vidíme na obrázku.



Témata přednášek

Bobtnání dřeva je děj opačný než sesychání. Nastává pokud dřevo **navlhá** (přijímá vodu, která se ukládá do buněčných blan) a spočívá ve zvětšování rozměrů dřeva. Tento děj podléhá stejným zákonitostem jako sesychání. Probíhá od 0% vody do meze nasycení buněčných stěn. Hodnoty lineárního bobtnání ve třech základních směrech jsou skoro stejné jako hodnoty lineárního sesychání. Bobtnání nastává, jestliže je vlhkost okolního vzduchu větší než vlhkost dřeva.

Borcení dřeva je děj, při kterém se mění tvary dřeva při sušení. Tento jev je způsoben vnitřním napětím ve dřevě. Jeho příčinou jsou jednak rozdíly mezi radiálním a tangenciálním sesycháním a jednak nerovnoměrné vysychání v důsledku pomalého pohybu vody ve dřevě při sušení.

Praskání dřeva je také důsledek vnitřních napětí ve dřevě, způsobených nerovnoměrným vysycháním dřeva. Protože na povrchu dřevo vysychá rychleji a uvnitř pomaleji, vzniká na povrchu dřeva tahové napětí. Vnitřní vrstvy jsou tak vystaveny tlakovému napětí. Pokud tahové napětí překročí mez pevnosti v tahu, dřevo praskne a vzniká povrchová výsušná trhлина směřující od povrchu ke dřeni. V dalším průběhu se děje opačný postup.

Vlivem vysychání vnitřní části jsou tlakovému napětí vystaveny povrchové vrstvy, které však již rozměry nemění. Tahové napětí vzniká uvnitř, takže se mohou vytvořit vnitřní výsušné trhliny. V této fázi se povrchové trhliny poněkud uzavírají.

Ustrnutí dřeva je jev, který může nastat při sušení i navlhání dřeva. Jestliže na dřevo působí při sušení nebo vlhnutí síly, které překračují mez pružnosti, nemůže dřevo měnit svůj objem. V tom případě mění svůj objem trvale. Jestliže vznikne při nerovnoměrném vysychání ustrnutí v sušeném řezivu, vzniká napětí, které se vyrovnává trháním a deformací dřeva.

Kornatění dřeva může nastat jako důsledek nestejnomyšného ustrnutí jednotlivých vrstev dřeva. Může nastat při rychlém sušení dřeva o velké počáteční vlhkosti. V důsledku nerovnoměrného sušení a sesychání dřeva na povrchu a uvnitř může dojít k nestejnomyšnému ustrnutí povrchových a vnitřních vrstev. Pokud tahová napětí ve dřevě nepřekročí mez pevnosti, dřevo nepraskne, ale ustrne. Ve dřevě v tom případě vznikají vnitřní napětí, která jsou v rovnováze. Dřevo se ale navenek může jevit bez deformací jako dobré. Avšak zkornatění se projeví nejvíce při podélném řezání— dřevo pilu svírá, nebo se rozestupuje a vzniklé části jsou prohnuté. Pokud není kornatění intenzivní, nemusí se projevit při řezání dřeva, ale až po několika hodinách.

Hustota dřeva

- **Hustotou** definujeme jako hmotnost určitého objemu hmoty (1 m^3 , 1 cm^3). Hustota dřeva má velký praktický význam. Hustota se určuje většinou stereometrickou metodou- změřením rozměrů zkušebního tělesa, výpočtem jeho objemu a zvážením na technických vahách. Hustota dřeva závisí na jeho vlhkosti, proto je nutné uvádět porovnávání hustoty dřev při stejné hodnotě vlhkosti. V dřevařských tabulkách se hustota uvádí zpravidla při vlhkosti 15% (dřevo sušené při obyčejných podmínkách).
- Hustoty našich produkčních dřevin se pohybují v rozmezí 240 do 830 kg/m^3 . Podle hustoty dělíme dřeva na **lehká, středně těžká a těžká**.
Lehká dřeva- smrk, borovice, jedle, topol lípa.
Středně těžká dřeva- modřín, buk, dub, jilm, javor, jasan.
Těžká- habr.
- V exotických krajích bychom se setkali se dřevinami, které mají velmi malou, nebo naopak velmi vysokou hustotu. Např. **balza** pochází z tropického pásma jižní Ameriky a její hustota je pouze 100- 130 kg/m^3 . Naopak např. **guajak** nebo **literové (hadí)** dřevo má hustotu 1350 kg/m^3 .

Tepelné, zvukové a elektrické vlastnosti dřeva, propustnost dřeva pro světelné a jiné záření

- **Tepelná vodivost dřeva** -schopnost dřeva vést teplo. Tepelná vodivost suchého dřeva je malá (póry obsahují vzduch). Čím větší je vlhkost dřeva, tím větší je i jeho tepelná vodivost. Tepelná vodivost vody je při stejné teplotě 23x větší než tepelná vodivost vzduchu. Tepelná vodivost dřeva je větší ve směru vláken než napříč vláknům. Vzhledem k této vlastnosti má dřevo dobré izolační vlastnosti a využívá se ho při stavbě budov. Dřevěná stěna tloušťky 6 cm má stejné izolační schopnosti jako cihlová stěna tloušťky 45 cm oboustranně omítaná.
- **Tepelná roztažnost** dřeva je zcela nepatrná. V praxi ji proto není třeba brát na zřetel.
- **Zvuková vodivost dřeva** je definována rychlostí šíření zvuku ve dřevě. Ve dřevě se zvuk šíří mnohem větší rychlostí než ve vzduchu. Dřevo tedy nemá dobré zvukoizolační vlastnosti. Při středních frekvencích zvuku (kolem 512 Hz) pohlcuje jen asi 3- 10% dopadající zvukové energie. Tuto nevýhodu je třeba eliminovat vhodnou konstrukcí stěn ze dřeva.

- **Elektrická vodivost dřeva** závisí na obsahu vody ve dřevě. Suché dřevo má vysokou hodnotu měrného odporu, což znamená, že je špatným vodičem elektřiny. Avšak se změnou vlhkosti od 0% do meze nasycení buněčných stěn se odpor zmenšuje až milionkrát.
- **Propustnost dřeva pro světelné a jiné záření**
Při osvětlení je dřevo v tenké vrstvě poloprůsvitným materiálem. Této vlastnosti je možné využít ke zjišťování skrytých vad, hlavně trhlin. Přitom je dřevo třeba prosvětlit velmi silným zdrojem světla. Dřevo dobře propouští rentgenové záření do hloubky až 50 cm. Na různé pohltivosti těchto paprsků různými částmi dřeva je založeno zjišťování vad nebo přítomnosti nežádoucích těles.

Kontrolní úkoly:

- Objasněte podstatu fyzikálních vlastností dřeva a vyjmenujte je.
- Objasněte význam pohybu vody ve dřevě, objasněte pojmy volná a vázaná voda, absolutní a relativní vlhkost dřeva.
- Jaké jsou požadavky na užitkovou vlhkost dřeva?
- Jaké jsou důsledky změn vlhkosti dřeva? Vysvětlete podstatu sesychání dřeva, bobtnání dřeva, borcení dřeva, praskání dřeva, ustrnutí dřeva a kornatění dřeva.
- Jednoduchým nákresem znázorněte výsledný tvar řeziva před a po sesychání (při různém průběhu letokruhů).
- Objasněte, na čem závisí elektrická vodivost dřeva.
- Objasněte tepelnou a zvukovou vodivost dřeva.

4. Mechanické vlastnosti dřeva

Cíl tématu: Po prostudování tohoto tématu budete schopni:

- Vysvětlit pojem mechanických vlastností dřeva a vyjmenovat je.
- Jednotlivé vlastnosti charakterizovat.
- Rozlišit měkké, tvrdé a velmi tvrdé produkční dřeviny.

Mechanické vlastnosti dřeva jsou dány jeho schopností odporovat působení vnějších mechanických sil. Mezi tyto vlastnosti patří: **pružnost, pevnost, tvrdost a houževnatost dřeva**. Vnější mechanické síly mohou působit následujícím způsobem:

- Staticky (plynule a pomalu síla narůstá).
- Rázově (síla působí ihned plnou hodnotou).
- Kmitavě (síla mění střídavě směr i velikost).
- Trvale (síla působí dlouhou dobu).

Pružnost dřeva

- Pokud působíme vnějšími mechanickými silami na dřevo, mění se jeho rozměry a tvar. Materiál klade odpor a vzniká v něm napětí. Změnu rozměrů a tvaru označujeme jako deformace (působící síla má deformační účinky). Pokud působící síla nepřesáhne určitou mez, po jejím odstranění deformace mizí. Takovou deformaci označujeme jako **pružnou (dočasnou)**. Pokud však síla přesáhne určitou mez, nastává trvalá deformace, která již po odstranění síly nemizí.

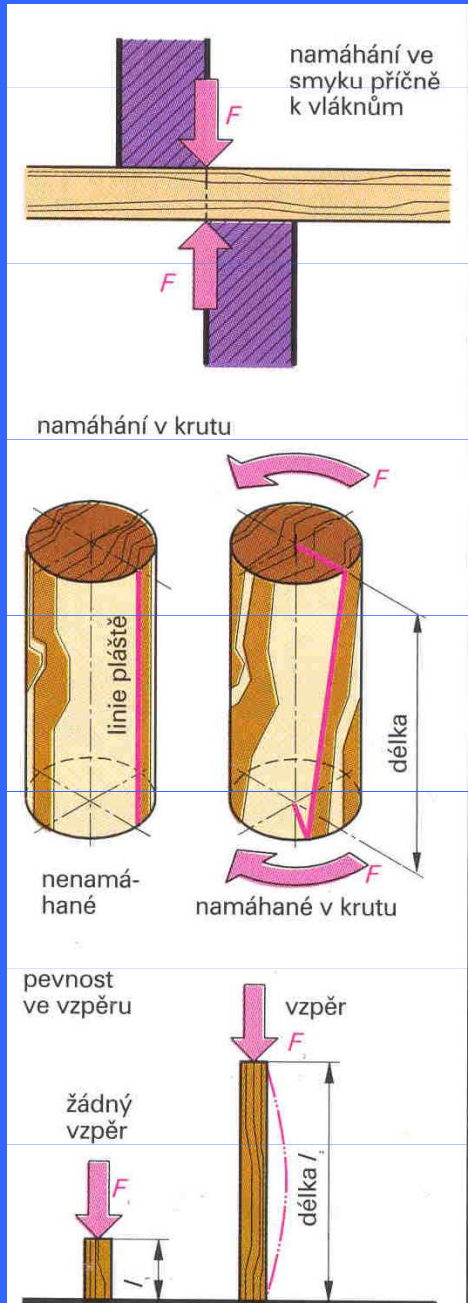
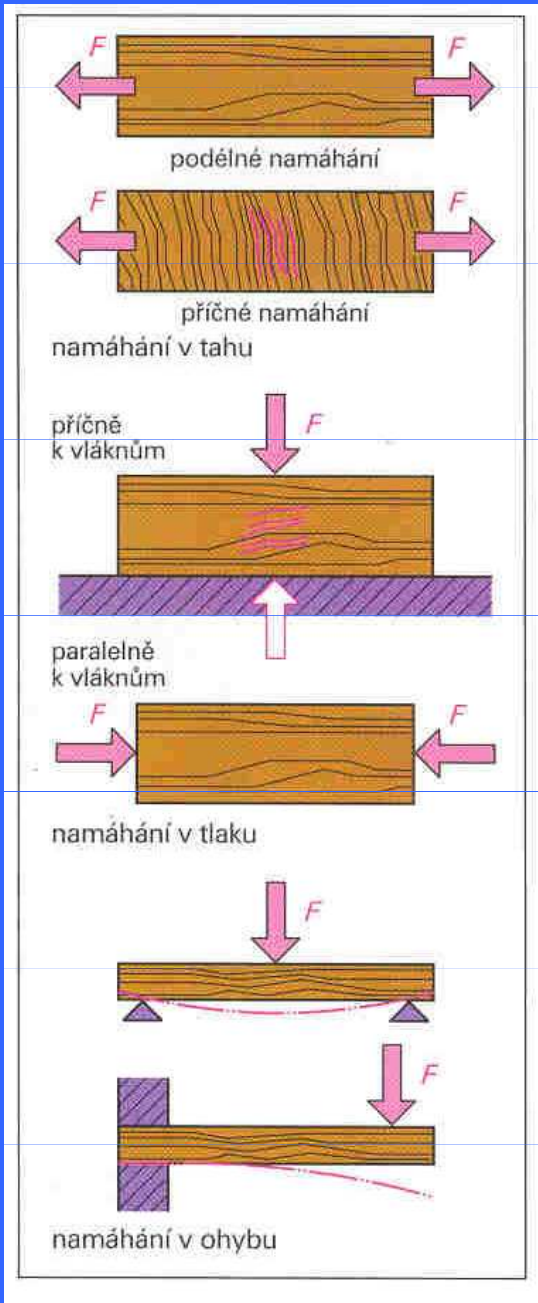
- Nejvyšší možné napětí, po jehož odstranění se ještě obnoví počáteční rozměry i tvar, se označuje **mez pružnosti**.
- Mezi velikostí síly a deformací platí do určité míry přímá úměrnost (vyjádřená Hookovým zákonem). Tuto mez nazýváme **mez úměrnosti**.
- U dřeva je mez úměrnosti velmi nízká a nelze přesně stanovit její hodnotu ani hodnotu meze pružnosti. I přesto se hypoteticky zavádí veličina **modul pružnosti v ohybu**. Největší se uvádí u dřeva smrkového, následuje borové dřevo, modřínové, jasanové a bukové.

Pevnost dřeva

- Pevnost- důležitá mechanická vlastnost dřeva.
- Rozumíme jí schopnost odporovat porušení celistvosti dřeva působením mechanických sil.
- Pevnost dřeva se měří pomocí speciálního stroje, do kterého upínáme zkušební tělesa. Stroj rovnoměrně vyvíjí silové působení až do porušení celistvosti zkoušeného kusu. Velikost silového působení se zaznamená.
- Velikost zatížení, při kterém došlo k porušení celistvosti dřeva, se označuje jako **mez pevnosti**. Tento údaj má pro výpočty konstrukcí ze dřeva velký význam. Hodnota meze pevnosti se udává v jednotkách tlaku- **Pascalech** (značka Pa). Tlak definujeme jako velikost síly, která působí na jednotkový obsah (metr čtvereční, 10 m^2). Proto $1\text{ Pa} = 1\text{N/m}^2$. V případě dřeva se udává v megapascalech ($1\text{Mpa} = 1000000\text{Pa} = 1 * 10^6\text{Pa}$).
- Pevnost dřeva se liší podle směru působící síly vzhledem ke směru vláken, dále potom na dřevině a na jakosti dřeva. Vlhkost má na pevnost dřeva nepatrný vliv.

Průměrné hodnoty mezí pevnosti v základních případech namáhání

- Mez pevnosti v tahu podél vláken je přibližně 120 MPa. Tato hodnota je ze všech případů namáhání nejvyšší. V praxi se s tímto typem namáhání setkáme velmi zřídka. Tahová mez pevnosti kolmo na vlákna je menší. Její hodnota je asi 1/20 tahové pevnosti podél vláken.
- Mez pevnosti v tlaku podél vláken je zhruba 45 MPa. Tento případ namáhání je velmi častý- sloupy, vzpěry, stojky a pod.
- Mez pevnosti v tlaku kolmo na vlákna má hodnotu asi 1/8 až 1/10 meze pevnosti v tlaku podél vláken. Tato hodnota je důležitá při lisování dřeva nebo při zhotovování železničních pražců.
- Meze pevnosti v ohybu je asi 90 MPa (síla působí kolmo na vlákna). Tento případ namáhání je také velmi častý- nosníky, laťování pod krytiny a pod.
- Pevnost dřeva ve smyku podél vláken se u jehličin pohybuje od 5 MPa do 8,5 MPa, u listnatých dřevin potom od 5,8 MPa až do 21 MPa. I tento případ namáhání je v praxi poměrně častý (např. spojování krovů a pod.).
- Pevnost dřeva kroucením se pohybuje od 9,2 MPa až do 21 MPa. V praxi se s ní setkáme velmi zřídka. Velký význam má tato hodnota pro krut listů leteckých vrtulí (jednotlivá namáhání znázorněna na obrázku).



Namáhání dřeva

Tvrдость dřeva

Tvrđostí rozumíme schopnost materiálu klást odpor proti vnikání jiných těles, aniž by došlo k trvalé deformaci materiálu.

Z hlediska použitelnosti dřeva je jeho rozhodující vlastností. Tato vlastnost úzce souvisí s hustotou dřeva. Tvrđé dřeviny mají větší hustotu a jsou tedy těžší. Tvrđost se experimentálně zjišťuje zatlačováním ocelové kuličky do dřeva (tvrđost podle Brinella) nebo zatlačováním speciálního razidla s polokulovitou plochou (tvrđost podle Janky). Vzhledem k tomu, že dřevo je nehomogenní, jsou tyto získané údaje pouze orientační. Podle tvrđosti dřeva rozdělujeme na **měkká, tvrdá a velmi tvrdá**.

1. **Měkká dřeva-** smrk, jedle borovice, lípa, topol.
2. **Tvrđá dřeva-** modřín, dub, buk, jilm, javor.
3. **Velmi tvrdá dřeva-** habr, jasan.

Houževnatost dřeva

Houževnatost je schopnost dřeva odolávat silám působícím na něj v jakémkoliv směru. Jejím protikladem je **křehkost**. Mírou houževnatosti je práce spotřebovaná na rozlomení zkoušeného kusu (tzv. přerážecí práce). Přerážecí práce se zjišťuje pomocí tzv. Charpyho kladiva. Výsledky zkoušek ukazují, že houževnatější jsou dřeva listnatých dřevin než dřeva jehličnanů. Nejpružnější je jasan, následuje javor, habr, dub, buk, modřín, smrk a jedle.

Kontrolní úkoly:

- Co rozumíme mechanickými vlastnostmi dřeva?
- Vyjmenujte je.
- Jednotlivé vlastnosti charakterizujte.
- Vyjmenujte měkké, tvrdé a velmi tvrdé produkční dřeviny.

5. Technologické vlastnosti dřeva

Cíl tématu: po prostudování tohoto tématu budete schopni:

- Vyjmenovat technologické vlastnosti dřeva.
- Jednotlivé vlastnosti charakterizovat.

Pro výrobní praxi mají technologické vlastnosti velký význam.

Řadí se mezi ně **obrobitelnost dřeva, schopnost držet mechanické spojovací prostředky, přijímání nátěrových a impregnačních hmot a ohýbatelnost dřeva.**

Obrobitelnost dřeva

Není jednoznačně definována. Je dána tím, jak se jednotlivé druhy dřeva dají obrábět ručně i strojově a s jakým výsledkem.

Řezatelnost dřeva závisí na dřevině, vlhkosti a také směru řezu vůči podélné ose kmene a pletiv. Nejlépe jsou řezatelné jehličnaté a surové dřeviny souběžně s vlákny (ve směru podélné osy). Středně náročné je řezání dřeva polosuchého a dřeva z listnatých dřevin podél osy a vláken. Nejnáročnější je řezání suchého dřeva tvrdých listnatých dřevin kolmo na vlákna. Tyto poznatky nám mohou pomoci odhadnout, kolik času a námahy bude třeba vynaložit na vykonání určité práce, popř. jak často bude nutné brousit pilu a pod.

Mezi mechanické spojovací prostředky řadíme hřebíky a vruty. Jestliže zatlukáme hřebík do dřeva, vlákna se jednat trhají a jednak ohýbají. Rozdělená vlákna tlačí na hřebík. Podstatou hřebíkového spoje je třecí síla. Její velikost závisí na kolmém tlaku vláken na hřebík a na součiniteli tření ploch. Tato síla je i mírou pevnosti mechanického spojení součástí hřebíkem. Pevnost hřebíkového spoje je asi o 25% menší, pokud hřebík zatlučeme do čela (rovnoběžné s vlákny). Vrutový spoj je pevnější než hřebíkový. U vrutového spoje se k třecí síle ještě přidává odpor vláken proti přetrhnutí a smyku. Síla, kterou je třeba vynaložit na vytažení vrutu, je asi 2x větší než síla potřebná k vytažení hřebíku stejného průřezu zatlučeného do dvojnásobné hloubky. Schopnost dřeva držet mechanické spojovací prostředky závisí na typu, hustotě a vlhkosti dřeviny. Dřeva vyšší hustoty kladou proti vytažení mechanického spojovacího prostředku větší odpor než dřeva nižší hustoty. Čím nižší je vlhkost dřeva, tím nižší je i schopnost držet hřebík. Při snižování vlhkosti se totiž mění pružná deformace vláken na trvalou a tím se zmenšuje třecí síla. Pokud hřebík na druhém konci ohneme (když je to možné), zvýší se pevnost spoje o 45 až 65 %.

Přijímání nátěrových a impregnačních hmot

Nátěr je tenký film na povrchu dřeva. Impregnace je vniknutí impregnační látky do dřeva. Přijímání těchto hmot je závislé ve velké míře na vlhkosti dřeva a přítomnosti pryskyřice.

Ohýbatelnost dřeva

Tato vlastnost má velký význam při výrobě ohýbaných dílů (nábytek, hole a pod). Zkouší se na vyměnitelných šablonách zmenšujícího se poloměru. Ohýbatelnost dřeva je pak charakterizována poloměrem poslední šablony, na které došlo k porušení zkušebního tělesa. Více ohýbatelné jsou listnaté dřeviny- nejlépe buk, dub a jasan. Ohýbatelnost dřeva se podstatně zvyšuje při zvýšení vlhkosti k hranici meze nasycení buněčných stěn a při zvýšení teploty.

Kontrolní úkoly:

- Vyjmenujte technologické vlastnosti dřeva.
- Jednotlivé vlastnosti charakterizujte.

6. Trvanlivost dřeva

Cíl tématu: Po prostudování tohoto tématu budete schopni

- Charakterizovat pojem trvanlivosti dřeva.
- Vysvětlit na čem trvanlivost závisí.
- Vyjmenovat a charakterizovat nejčastější dřevokazné houby.

Trvanlivost dřeva - schopnost nechráněného dřeva odolávat biologickým škůdcům, jako jsou dřevokazné houby, dřevokazný hmyz, plísně a bakterie.

Rostoucí strom je vybaven látkami, které strom chrání. Pokud je však strom zmýcen, ztrácí svoji ochranu a jako mrtvý organismus musí být odstraněn. Mrtvé organismy tvoří energetickou a stavební základnu v biologickém cyklu.

Trvanlivost dřeva závisí na druhu dřeviny, na stanovišti, v němž dřevina rostla i na části dřevního válce stejné dřeviny. Nejvíce trvanlivé je dřevo jádrové, méně potom dřevo zralé a nejméně trvanlivé je dřevo bělové. Z vnějších činitelů hraje roli hlavně vlhkost a teplota. Vlhké dřevo je méně trvanlivé než dřevo suché. Avšak dřevo zcela ponořené do vody má téměř neomezenou trvanlivost (je zabráněn přístup vzduchu a tím i možnost existence biologických škůdců). Také dřevo v suchém a teplém prostředí vydrží velice dlouho. Velmi negativní vliv na dřevo má jeho styk s půdou a kolísání vlhkosti.

Trvanlivost dřeva je velice důležitou pasáží. Proto byly provedeny zkoušky trvanlivosti dřev různých dřevin vůči hnilobě (dřevokazným houbám).

Nejčastěji se vyskytující dřevokazné houby jsou **Dřevomorka domácí (Serpula lacrymans)** a **Koniofora sklepní (Coniophora puteana)**. **Dřevomorka domácí** je nejobávanější a taky nejnebezpečnější v podobě, která se vyskytuje v rekreačních objektech na podlahách a přechází do zdiva. Ke svému vývoji potřebuje vlhkot a vlhký nehybný vzduch. Podhoubí prorůstá, dřevo hnědne a praská. Pro svůj růst potřebuje teplotu 10 až 20 °C. Houba má dlouhé provazce podhoubí, které prorůstají dírami ve dřevě na velké vzdálenosti. **Koniofora sklepní** bývá mnohdy s dřevomorkou zaměňována. Tato houba narušuje zdravé dřevo podobně jako dřevomorka. Ke svému životu potřebuje ale větší vlhkost, proto ve stavbách není tak škodlivá. Lze ji spatřit na mostních trámech, zejména když jsou ve styku se zeminou. Dřevo může být napadeno i jinými druhy hub a plísní. Avšak následky nejsou zdaleka tak vážné jako v případě výše zmiňovaných hub. Další známou houbou je **Trámovka plotní (Gloeophyllum sepiarium)**. U této houby není rozklad dřeva na povrch dlouho znát, protože bývá dřevo rozrušováno zevnitř. Výtrusy houby klíčí v trhlinách dřeva, kde jsou pro ně příznivé vlhkostní podmínky.

Témata přednášek



Dřevomorka domácí
(vpravo jí způsobená škoda)



Koniofora sklepní
(vpravo jí způsobená škoda)

V praxi je třeba trvanlivost dřeva uměle zvyšovat. Základní předpoklad je ten, že je dřevo vysušené na vlhkost prostředí, ve kterém bude výrobek používán. Prostředky na zvýšení trvanlivosti jsou nátěr lakem nebo emailem a impregnace.

Kontrolní úkoly:

- Charakterizujte pojem trvanlivosti dřeva.
- Vysvětlete, na čem trvanlivost závisí.
- Vyjmenujte a charakterizujte nejčastější dřevokazné houby.

7. Vady dřeva

Cíl tématu: Po prostudování tohoto tématu budete schopni:

- Charakterizovat vady dřeva a vyjmenovat je.
- Jednotlivé vady popsat.
- Na obrázku tyto vady identifikovat.

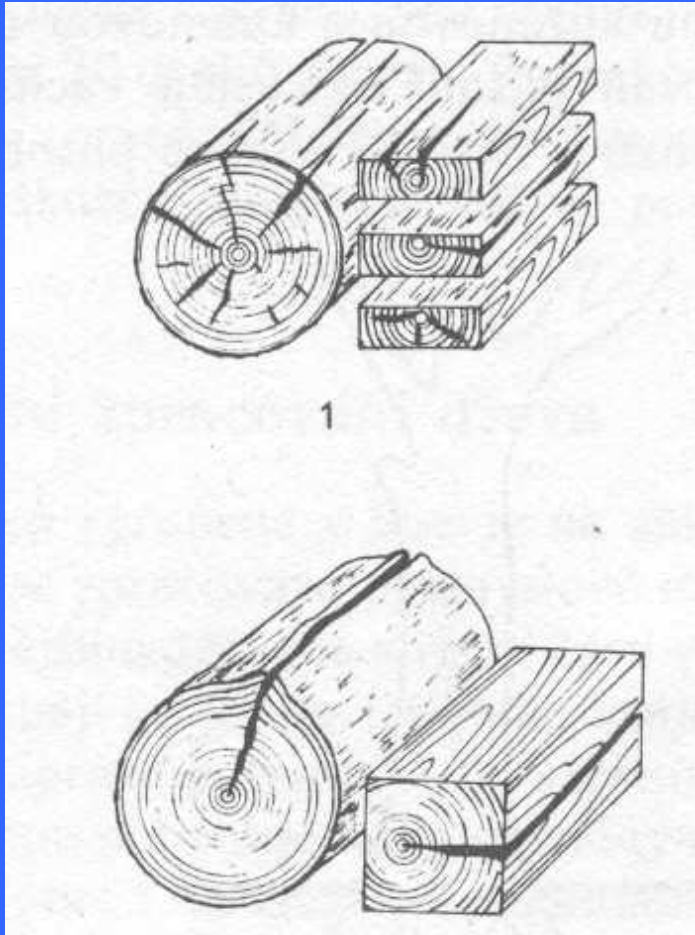
Vady dřeva lze vymezit jako odchylky v pravidelné stavbě dřeva. Vznikají v průběhu růstu stromu i při těžbě dřeva. Radíme mezi ně: **suky, trhliny, vady tvaru kmene, vady stavby kmene, zapaření dřeva, vady způsobené houbami, vady způsobené hmyzem a vady způsobené poraněním kmene**. Některé vady mají v určitých případech pozitivní vliv na využitelnost dřeva (např. suky).

Suky

Suky jsou místa, kde z kmene vyrůstají větve. Suky mohou být **vypadavé** (vznikají ulomením větve a po rozřezání kmene na desky vypadnou) a **nevypadavé** (zarostlé suky- zbytky větví, odstraněných umělým oklestem). Suky jsou vážnou vadou, protože zanáší do dřeva hnilobu a zhoršují pevnost a opracovatelnost řeziva. Např. při hoblování a soustružení se v okolí suků snadno vytrhávají vlákna. Naopak v některých případech mohou suky plnit okrasnou funkci (např. u obložení).

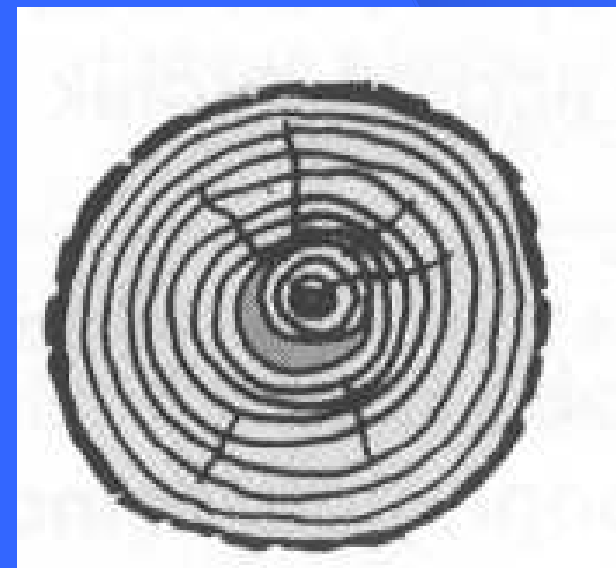
Trhliny

Trhliny (viz. obrázek) jsou další vážnou vadou dřeva. Rozlišujeme trhliny **dřeňové, odlupčivé, mrazové a výsušné**. **Dřeňové trhliny** vznikají v rostoucím stromě a při vysychání dřeva se zvětšují. Vycházejí od dřeně a šíří se k obvodu kmene.



Trhliny ve dřevě

Trhliny odlupčivé (odlupčivost) se tvoří v době růstu stromu. Je to vnitřní trhlinka, sledující letokruh (obrázek vpravo). Vyskytuje se hlavně u starých stromů, nejvíce u jedle, smrku, topolu a vrb.



Mrazové trhliny se tvoří v rostoucích stromech při prudkém poklesu teplot. Zasahují do velké výšky kmene a do hloubky mohou proniknout až po dřeň. Zujímají také radiální směr. Vyskytují se zejména u listnatých tvrdých dřevin- dubu, buku, javoru, jasanu, lípy, jilmu a kaštanu. Výsušné trhliny vznikají jako následek vysychání dřeva a s tím souvisejících změn objemu. Probíhají od povrchu kmene ke dřeni. Čím je rychlejší vysychání, tím větší trhliny se vytváří. Trhliny vznikají nejdříve na čele výřezu a poté i na povrchu. Proti vzniku výsušných trhlín lze zčásti zabránit těžbou dřeva v zimě nebo nátěrem čel výřezů (např. latexem). Velmi důležitý je správný postup sušení, protože vzniklé trhliny již nelze odstranit.

Vady tvaru kmene

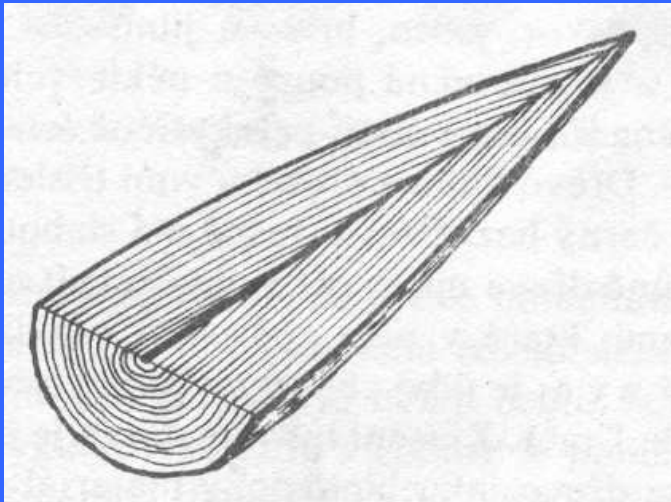
Vady tvaru kmene mohou být tyto: **křivost, sbíhavost, nádory a zploštění.**

Křivost je trvalé odchýlení osy kmene od přímky. Křivost je způsobena vlivem vnějších podmínek- růst za světlem, jednostranné namáhání větrem, přetížení vlhkým sněhem nebo i dědičnými vlastnostmi. Kmen může být vyhnutý na více stran. Je to vada, která velmi ztěžuje pilařské zpracování kmene. Boční plochy řeziva (hrany) z křivých výřezů se těžce hoblují, neboť vlákna mají střídavý směr (viz obrázek). Křivost také zmenšuje šířku průřezů, které je možno z řeziva získat.

Sbíhavost kmene je postupné snižování průměru oddenku až po korunu.

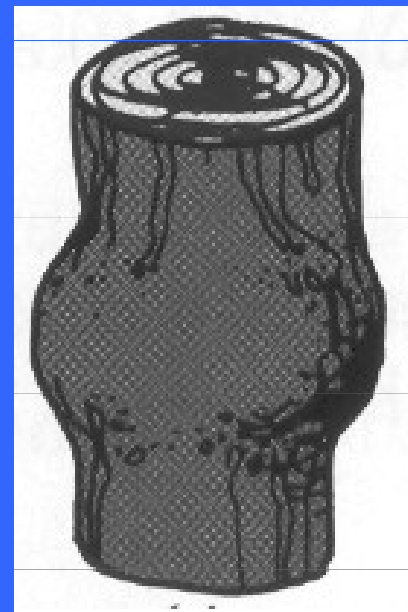
Kmen se podobá kuželu a je patrný velký rozdíl průměru kmene u pařezu a ve vyšších partiích na malé délce kmene (viz obrázek).

Tato vlastnost se považuje za vadu proto, že snižuje celkovou výtěž použitého řeziva a přířezy z kmene s velkou sbíhavostí se těžko opracovávají na plochách a bocích. Výtěž u sbíhavých kmenů je možné zvýšit vhodným vykrácením.



Sbíhavost kmene

Nádory se mohou vyskytnout u všech dřevin. Nádor lze charakterizovat jako znetvoření kmene, i když dřevo zůstává zdravé.

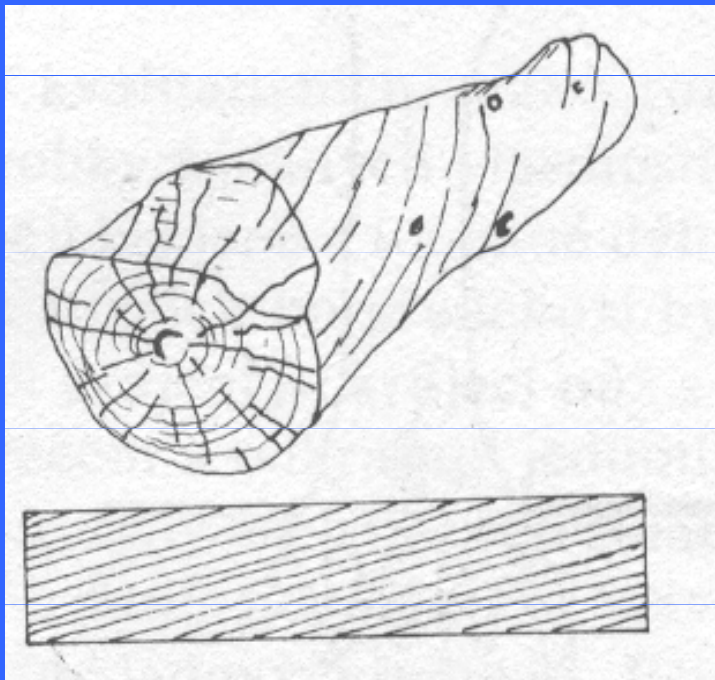


Nádor kmene

Vady stavby kmene

Mezi vady stavby kmene řadíme: **točivost, závitek, svalovitost, křemenitost, smolníky a nepravé jádro.**

Točivost je závitové odchýlení vláken dřeva od osy kmene (obr. 11). Tuto vadu lze pozorovat na kmenu bez kůry podle směru povrchových výsušných trhlin. Tato vada způsobuje nepoužitelnost dřeva na výrobu řeziva, protože sesychání je velmi nepravidelné, dřevo praská, křiví se a nelze ho řádně obrábět. Je také podstatně snížena i pevnost dřeva.



Točivost kmene

Křemenitost je vada, která se vyskytuje často u smrku a ostatních jehličin. Je to tvrdé pletivo, které připomíná tlustostěnné vrstvy letního dřeva letokruhů. Vzniká jako důsledek ohýbání kmene na vnitřní straně (tlakové dřevo). Na čele se jeví jako temnější zbarvené měsíčky u několika letokruhů. Tato vada má velký vliv na fyzikální i mechanické vlastnosti dřeva. I použitelnost řeziva s touto vadou je omezená.

Smolníky jsou dutiny vyplněné pryskyřicí. Setkáváme se s nimi u borovice, modřínu a smrku. U těchto dřevin se také vyskytují tzv. **prosmoly**. Jsou to části dřeva silně prosáklé pryskyřicí, které výrazně ovlivňují nátěry a lepení dřeva.

Nepravé jádro je tmavší vnitřní část, která není ohraničena letokruhem a je způsobená podrážděním dřeva podhoubím určitých hub. Pokud se strom ubrání pronikání houby, může být dřevo zdravé. Tato vada však značně ovlivňuje vzhled dřeva.

Zapaření dřeva

Tato vada vzniká ve dřevě bezjádrových dřevin (nejčastěji u buku a habru) v kulatině skladované ve vlhkém stavu za teplého letního počasí. Vada vznikne ve dvou fázích. Nejprve vznikne vlastní zapaření, které se projeví vznikem pásů různých odstínů hnědé barvy. Poté dojde k tzv. zkřehčení dřeva, kdy dřevo získá mramorový vzhled s bílými výkvěty, které jsou černě ohraničeny. Zapaření nezpůsobuje vážnou změnu technických vlastností dřeva. Dojde pouze k vzhledovým změnám. Může však urychlit hnilobu napadením agresivnějšími dřevokaznými houbami. Proti zapaření se lze bránit včasným zpracováním dřeva a odborným uskladněním řeziva.

Vady způsobené houbami

Mezi vady způsobené houbami řadíme: **plísně, zbarvení běli a hnilobu.**

Plísně způsobují zbarvení povrchu vlhkého, hlavně čerstvého dřeva. Mohou mít bílou, žlutou, zelenou, šedou nebo černou barvu. Na dřevě plíseň pozorujeme jako skvrny, které lze odstranit kartáčem nebo ohoblováním. Na technické vlastnosti nemají vliv.

Zbarvení běli je změna barvy běli bez vážnějšího snížení tvrdosti dřeva. Tato vada vzniká u pokáceného dřeva, pokud je ponecháno na vlhké zemi, aniž by bylo podloženo. Rozlišujeme povrchové zbarvení (do hloubky 2 mm) a hloubkové zbarvení (do hloubky přes 2 mm). Tato vada omezuje použití dřeva v přírodním stavu. Častým příkladem je zamodráním bělové části borového dřeva.

Hniloba se projevuje změnou barvy dřeva i jeho struktury. Je to vážná vada, způsobená dřevokaznými houbami. V poslední fázi dochází až k úplnému rozkladu dřeva. K hnilobě může dojít u živého i pořezaného dřeva. U živého dřeva podléhá hnilobě nejčastěji jádrová část, u poraženého dřeva bělová část. Pokud se k tomu vytvoří vhodné podmínky, může dojít k hnilobě u pořezaného dřeva v celém profilu. Hniloba u pokáceného dřeva je nebezpečná tím, že často napadá dřevo skrytě a po jejím odhalení je už dřevo znehodnocené tak, že jej nelze zachránit. Hnilobě vnitřní části kmene živého stromu lze bránit tak, že nepoškodíme kůru a neodřežeme tlustší větve. Pokud je třeba takovou větev odříznout, vedeme řez těsně u kmene, aby se rána co nejrychleji zacelila. Řeznou plochu je třeba ošetřit dezinfekčním nátěrem.

Napadení pokáceného stromu hnilobou nejefektivněji zabráníme tak, že kmen co nejdříve pořežeme. Pokud k tomu nejsou vhodné podmínky, nebo pokud chceme použít celý kmen, odstraníme z něj kůru a chráníme ho proti vodě a vlhkosti. Řezivo chráníme před hnilobou tak, že je chráníme před deštěm a vlhkostí a včas je přeložíme.

Vady způsobené hmyzem

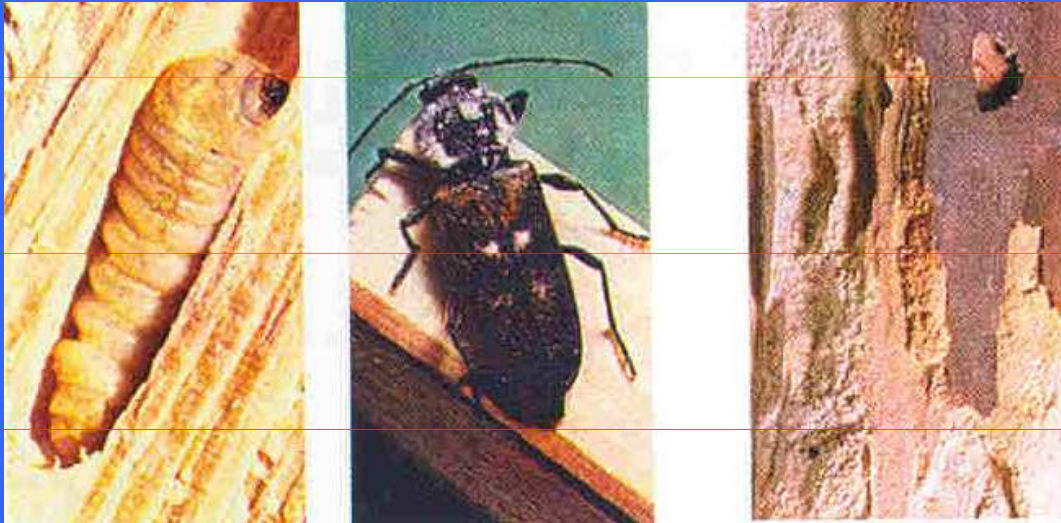
Škody způsobené hmyzem mohou vést ke snížení jakosti dřeva i k jeho úplnému zničení. Většina druhů napadá dřevo čerstvé. Červotoč však napadá i suché zabudované dřevo. Samičky hmyzu vyvrtávají ve dřevě matečné chodby, do nichž kladou vajíčka. Larvy poté vyžirají dřevo a vytváří v něm chodbičky. Dospělý hmyz opouští dřevo tzv. výletovým otvorem. Podle hloubky členíme na povrchové (do hloubky 5 mm), mělké (zasahuje hloubky 5 až 50 mm) a hluboké (do hloubky více než 50 mm). Mezi dřevokazný hmyz patří: **Dřevokaz čárkovaný (Xyloterus lineatus)**, **Pilořitky (Urocerus gigas nebo Sirex juvencus)**, **Tesařík krovový (Hylotrupes bajulus)** a **Červotoči (Anobiidae)**.

Dřevokaz čárkovaný je dlouhý 3- 4mm. Škodí na skládkách a skladech zejména u jehličnatých dřevin. Ochranou je rychlý požez kulatiny, postřik kulatiny vodou, skladování ve vodě nebo naopak jeho rychlé vysušení.



Pilořitky měří 12– 40 mm. Pripomínají velké vosy. Napadají také dřevo jehličnanů. Důkladnou ochranou je sušení dřeva při vyšší teplotě v sušárnách.

Témata přednášek



Tesařík krovový je dlouhý 15-25 mm. Larvy během svého vývoje vyžirají oválné chodby ve dřevě a vydávají přitom typický vrzavý zvuk



Červotoči jsou drobní ovální brouci, dlouzí 2- 8 mm. Jeho výskyt poznáme podle výletových otvorů, hromádek drtin pod nimi a podle charakteristického zvuku připomínajícího tikot hodin, který je vydáván larvami.

V literatuře se doporučují následující opatření zabránění škod způsobených hmyzem:

- Čerstvě pokácené dřevo co nejrychleji pořezat a vysušit nebo zpracovat.
- Dřevo vysušit a zabránit zvyšování jeho vlhkosti, protože většina hmyzu potřebuje vyšší vlhkost dřeva.
- Kulatinu a tyče odkornit a odstranit kůru i z neomítaného řeziva.
- Postřiky a nátěry proti hmyzu jsou účinné pouze preventivně, protože účinná látka nepronikne do dostatečné hloubky, aby mohla zahubit hmyz, který již je ve dřevě.

Vady způsobené poraněním kmene

Mezi tyto vady řadíme **zásušek, zárůst a mechanické poškození**.

Zásušek je vnější jednostranné obnažení dřeva u rostoucího stromu, které vznikne poraněním kůry. Dřevo v tomto místě zpravidla ztmavne. Pokud není zásušek doprovázen hnilobou, nemá vliv na technické vlastnosti dřeva.

Zárůst je úplně nebo částečně zarostlé vnější poškození kmene u rostoucího stromu. Bývá také doprovázeno ztmavnutím dřeva.

Mechanické poškození může nastat záseky, odřením kůry, střelami, úlomky kovů, od blesku a pod.

Kontrolní úkoly:

- Charakterizujte vady dřeva a vyjmenujte je.
- Jednotlivé typy vad popište.
- Mohou mít některé vady pozitivní vliv na použitelnost dřeva?

8. Popis a použití vybraných dřev našich produkčních dřevin

Cíl tématu: Po prostudování tohoto tématu budete schopni:

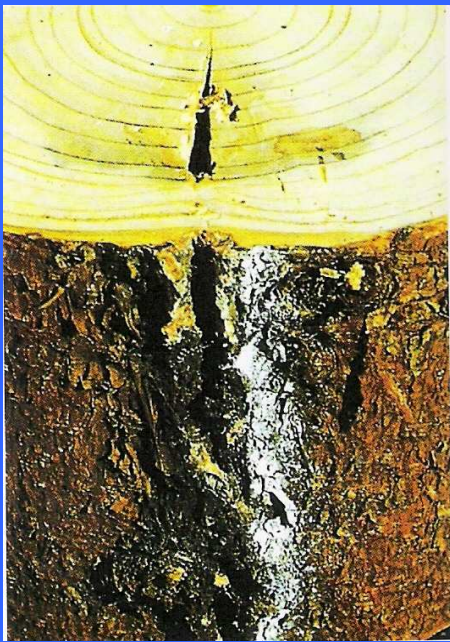
- U níže vyjmenovaných dřevin uvést výšku, do které dorůstají, stáří, původ, popsat listy, charakterizovat dřevo a jeho vlastnosti a použití.



Zaměříme se na následující: smrk, borovice, dub, buk, jasan, habr, lípa.

Smrk ztepilý (Picea abies)

- **Výška:** až 50 metrů
- **Stáří:** 200 – 500 let
- **Původ:** Evropa, je to naše původní dřevina. Přirozeně by se vyskytovala na 11% ploch, aktuálně se vyskytuje na 53% celkové plochy.
- **Listy:** špičaté jehlice, 16-27 mm dlouhé, asi 1 mm široké
- **Květy:** samčí žluté, samičí červené
- **Doba květu:** duben, květen



Ukázka příčného řezu



Smrkové dřevo

- **Charakteristika dřeva:** dřevo bez jádra, barvy světlé nažloutlé až světle žlutavě hnědé (světější než dřevo jedlové), letokruhy ostře ohraničené, výrazně barevně odlišné jarní přírůstky od letních, výrazná kresba. Dřeňové paprsky okem nezřetelné, patné s použitím pupy. Rovněž pryskyřičné kanálky tvoří rozesteté póry na rozhraní jarního a letních dřeva.
- **Vlastnosti:** Smrkové dřevo je lehké, měkké pružné a pevné, snadno opracovatelné. Dobře se moří a impregnuje. Vhodné pro použití ve školní i domácí dílně.
- **Použití:** Smrk je nejdůležitější hospodářská dřevina. Má široké upotřebení jako stavební a důlní dřevo, k výrobě nábytku i jako dřevo palivové. Velmi ceněné je tzv. dřevo rezonanční z horských smrků s hustými letokruhy při výrobě hudebních nástrojů.



Borovice lesní (*Pinus sylvestris*)

- **Výška :** 40 - 60 m
- **Stáří:** 60 a více let
- **Opadavost:** rostlina neopadavá
- **Původ:** Evropa
- **Kůra:** šedohnědá
- **Doba květenství:** květen
- **Květy:** samčí žluté na spodní straně letorostu, samičí červené stopkaté na konci výhonů
- **Plod:** Je to převislá šiшка se stopkou umístěnou asymetricky.
- **Výskyt:** Na velmi suchých stanovištích. Dokáže si získat vodu z velké hloubky, díky čemuž netrpí vývraty. Má ráda volný prostor, není schopna růstu v semknutých prostorech.



Ukázka příčného řezu



Dřevo borovice

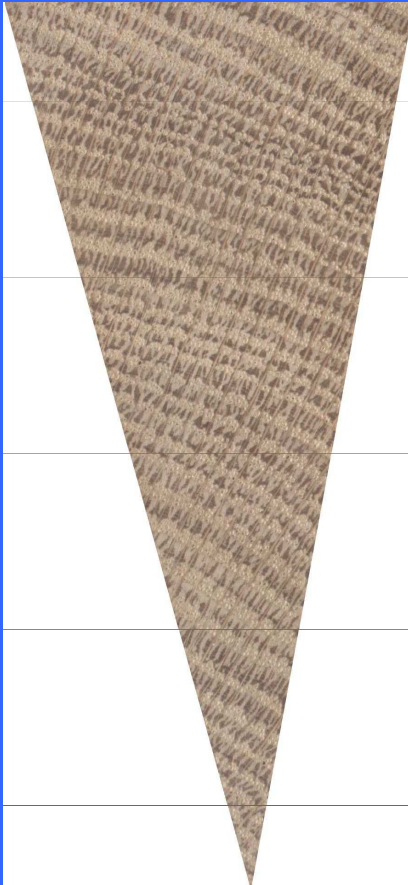
- **Charakteristika dřeva:** Dřevo jádrové, běl dosti široká, barvy nažloutlé, jádro červenohnědé až hnědé. Letokruhy výrazné – ostře ohraničené jarní přírůstky od letních, rovněž i barevně výrazně odlišeny. Četné pryskyřičné kanálky patrné pouhým okem, jako drobné bílé tečky na příčném řezu. Dřeňové paprsky jsou patrné pouze pod lupou. Dřevo voní po pryskyřici, častá smolnatost. Výrazná kresba na tangenciálním řezu.
- **Použití:** Z borových kmenů se vyrábějí nejvíce výřezy pilařské, především pro truhlářské zpracování – stavební (dveře, okna, obklady, schodiště, zábradlí, obklady) výroba dých, dřevovláknitých a dřevotřískových desek, dřevité vlny, buničiny.



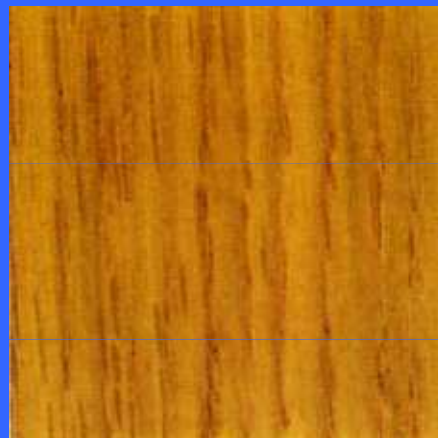
Dub zimní (*Quercus petraea*)

- **Výška:** až 30 - 40m
- **Stáří:** 400 až 1000 let
- **Průměr kmene:** přes 1m
- **Charakteristika:** opadavý, jednodomý, náročný na půdu, téměř po celé Evropě, stoupá do nadmořských výšek 600m, světломilný, citlivý na chlad, vejčitá štíhlá koruna, listy dlouhé 16cm a široké 10cm, cenná lesní i parková dřevina. Dává přednost propustným, čerstvě vlhkým až suchým půdám, mokré půdy nesnáší
- **Plody:** žaludy

Ukázka řezu



Ukázka dřeva

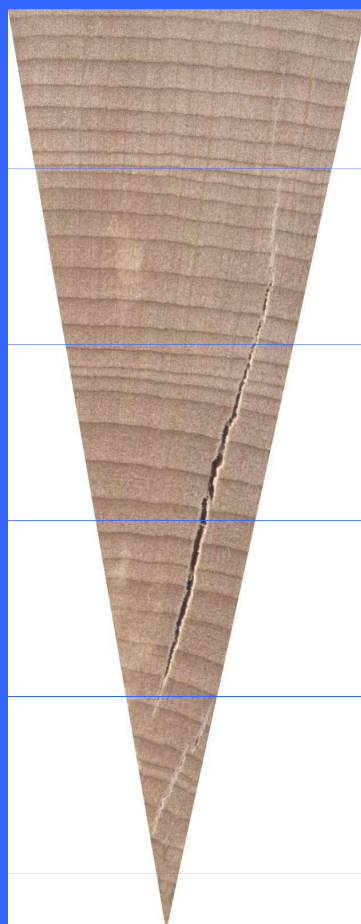


- **Použití.** Použití stavební truhlářství, schodiště, parkety, prahy, nábytkové truhlářství, výroba dých, umělecké truhlářství, výroba sudů.
- **Charakteristika dřeva:** Dřevo tvrdé, těžké, velmi trvanlivé. Dřevo jádrové, běl velmi úzká, barvy světlehnědé, mohutné jádro bary žlutohnědé až temně hnědé. Nápadně velký průměr cév, patrné pouhým okem jako kruhové otvůrky na příčném řezu a jako podélné rýhy na podélných řezech, které nelze obráběním odstranit. Dřeňové paprsky mohutné, jeví se na podélných řezech jako tmavé dlouhé pruhy, na příčném řezu jako zrcátka různých tvarů a velikostí. Jarní přírůstky jsou barevně odlišné od letních, přechod je však pozvolný. Kresba na tangenciálním řezu dosti výrazná



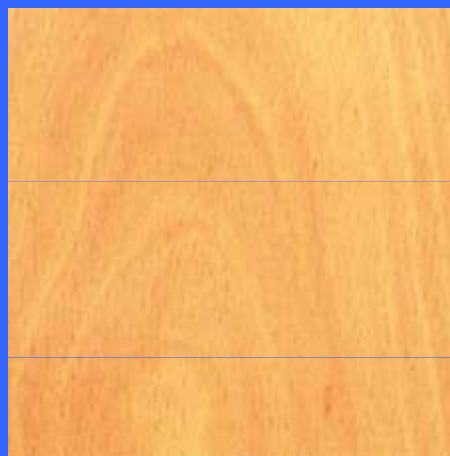
Buk lesní (*Fagus sylvatica*)

- **Výška:** od 30 do 40 m
- **Stáří:** dožívá se 25 až 500 let.
- **Tvar:** široce kuželovitý
- **Vytrvalost listů:** opadavé
- **Typ listů:** jednoduché, celistvé, střídavé, vejčité, okraj čepele celokrajný
- **Kůra:** šedá, hladká
- **Doba květu:** květen
- **Plody:** trojboké nažky dlouhé 10 mm, hnědá barva, začíná plodit v 50 až 80 letech (1kg = 2-4 tisíce semen)
- **Semenné roky:** po 5-8(-10) letech
- **Výskyt:** Nesnáší promokřené nebo podmáčené lokality. Nejlépe roste na humózních půdách s bohatým obsahem vápníku.



Ukázka řezu

Ukázka dřeva



- **Použití:** Nábytkové truhlářství, bukové dřevo se také výborně hodí na výrobu ohýbaného nábytku, dále se z něj vyrábějí hračky, kuchyňské nářadí, dříve i železniční pražce.
- **Charakteristika dřeva:** Dřevo starých stromů někdy vykazuje tzv. **nepravé jádro** – barevně odlišenou vnitřní část kmene, která není ohraničena letokruhem. Cévy pouhým okem nezřetelné. Dřeňové paprsky široké, velmi dobře znatelné, tvořící nápadné čáry na příčném řezu a na tangenciálním řezu černé nahnědlé čárky – důležitý poznávací znak. Letokruhu a kresba neznatelné. Dřevo buku je tvrdé, těžké, málo trvanlivé. Jedinou nevýhodou syrového buku je nutnost ho po pokácení velice rychle zpracovat jinak se dřevo zapaří.



Jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*)

- **Výška:** 21 až 30 m
- **Stáří:** 150 a více let
- **Původ:** Evropa, Kavkaz
- **Listy:** lístky podlouhlé, 3-10 cm dlouhé
- **Kůra:** kůra v mládí hladká, šedozelená, u starších jedinců tmavší, hluboce rozbrázděná borka
- **Plody:** křídlaté nažky, na bázi většinou zaokrouhlené
- **Charakteristika dřeva:** Dřevo velmi tvrdé, velmi pružné, velmi těžké, trvanlivé. Dřevo jádrové, běl široká, barvy žlutobílé, málo vyvinuté jádro je světlehnědé. Cévy vytváří na podélném řezu nápadné rýhy, dřeňové paprsky jsou viditelné pouze pod lupou. Letokruhy jsou dost výrazné, tak jako i kresba.



Ukázka řezu

- **Použití:** V nábytkovém truhlářství (dýhování, parkety, tělocvičné nářadí, kvalitní topůrka, dříve i letecké vrtule. Dřevo je vhodné i na soustružení.

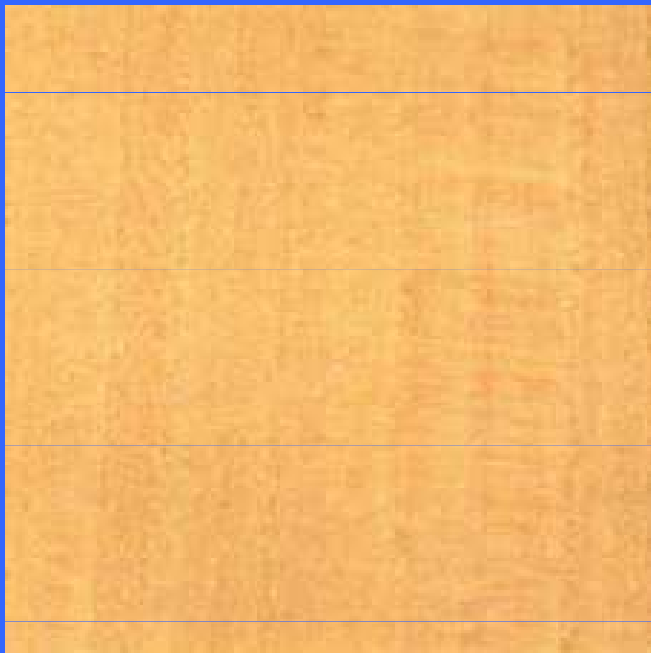
Ukázka dřeva





Habr obecný (*Carpinus betulus*)

- **Barva dřeva:** běl a jádro žlutavě bílé až šedé, bez zbarvení jádra.
- **Vlastnosti:** velmi tvrdé, těžké, tuhé a ohebné, při sušení hodně sesychá, trhá se a bortí, těžko se opracovává, dobré zpracování povrchu.
- **Použití:** plaz hoblíku, držadla nástrojů, topůrka pro kladiva a jiné nástroje



Lípa srdčitá (*Tilia cordata*)

- **Barva dřeva:** běl běložlutá až lehce načervenalá, velmi široká, vyvrálé dřevo stejně zbarvené.
- **Vlastnosti:** měkké, lehké, tuhé a značně elastické, středně ohebné, dobrá rozměrová a tvarová stálost, za určitých podmínek se dobře suší, dobře se opracovává, dobré zpracování povrchu.
- **Použití:** řezbářské a soustružnické práce, umělecké prvky, rýsovací stoly, překližkové dýhy, poddýžky

Kontrolní úkoly:

- Charakterizujte smrkové dřevo, jeho vlastnosti a použití.
- Charakterizujte dřevo borovice, jeho vlastnosti a použití.
- Charakterizujte dubové dřevo, jeho vlastnosti a použití.
- Charakterizujte bukové dřevo, jeho vlastnosti a použití
- Jaké vlastnosti má jasanové dřevo? K čemu se používá?
- Lze ve školní dílně využít lipové dřevo? Pokud ano, k jakým účelům?
- Které naše dřevo je nejtvrdší? K čemu se používá?
- Srovnajte z hlediska použitelnosti ve školní dílně smrkové a bukové dřevo.

9. Úvod do technologie dřeva (*technologie, mechanická technologie, dřevařská prvovýroba a druhovýroba, pilařská výroba, pořez pilařské suroviny, sušení a skladování dřeva, výroba dých, řezivo a aglomerované materiály, velkoplošné materiály*)

Cíl kapitoly: Po prostudování této kapitoly budete schopni:

- Objasnit pojmy technologie, mechanická technologie dřeva, dřevařská prvovýroba, dřevařská druhovýroba, pilařská výroba.
- Uvést členění řeziva a jednotlivé skupiny charakterizovat.
- Vysvětlit, jak probíhá pořez pilařské suroviny pomocí pásových a rámových pil.
- Vysvětlit význam sušení a správného skladování dřeva.
- Objasnit princip přirozeného sušení dřeva, popsat hráně.
- Objasnit princip umělého sušení řeziva.
- Vysvětlit co jsou dýhy a popsat způsob jejich výroby.
- Vyjmenovat velkoplošné materiály na bázi dřeva a charakterizovat je.
- Vysvětlit, co jsou laminované plošné lisované desky a uvést, kde se používají.

Technologie -nauka o způsobech zpracování surovin, materiálů a polotovarů a o postupech výroby některého výrobku.

Pokud v technologickém procesu převažují mechanické a fyzikální děje, jde o **technologie mechanickou**. S velmi dynamickým rozvojem vědy a techniky se technologie vyvíjí s cílem zvyšovat produktivitu práce. Při projektování technologického procesu se berou v potaz další činitele- pracnost výroby, složitost a dostupnost výrobních prostředků, množství odpadu, spotřeba energie, množství výrobků, nároky na pracovníky a výrobní doba. Podle těchto činitelů posuzujeme efektivitu technologického procesu. Cílem všech vědeckých pracovníků je projektovat procesy tak, aby byly vysoce efektivní a produktivní. Při výrobě je bezpodmínečně nutné dodržování tzv. **technologické kázně**. To jsou vědecky zdůvodněné způsoby a postupy výroby. Požadavkem na vědecké i technické řešení je výsledná kvalita cílového produktu.

Dřevařskou výrobu dělíme na dvě části:

- Dřevařská prvovýroba.**
- Dřevařská druhovýroba.**

Dřevařská prvovýroba zahrnuje prvotní zpracování dřeva. Realizují se v těch oborech dřevařského průmyslu, které zpracovávají surové dřevo, nebo dřevní odpad. Patří sem pilařská výroba, výroba dých, výroba překližek, výroba dřevotřískových a dřevovláknitých desek.

Dřevařská druhovýroba zahrnuje druhotné zpracování dřeva. Uskutečňuje se v oborech, které zpracovávají dřevařské polotovary na konečné výrobky. Do této skupiny patří výroba nábytku, stavebně truhlářská výroba, výroba dřevěných konstrukcí, dřevěných staveb, výroba zápalek, hudebních nástrojů, hraček atd.

Mechanická technologie dřeva je nauka o pracovních postupech, jimiž se mění tvar a objem obrobku a ten se s pomocí nástrojů mění na výrobek.

Pilařská výroba

- Mezi produkty pilařské výroby patří neopracované řezivo a pražce.
- Jsou to výrobky vzniklé řezáním kmenů paralelně s podélnou osou kmene, u kterých jsou rovnoběžné nejméně dva boky.
- Pilařské výrobky řezané souběžně ze dvou stran nazýváme omítané.
- Vedlejším sortimentem jsou odřezky, kratiny, krajiny a další malé kusy vhodné např. na výrobu aglomerovaných desek.

Podle tvaru příčného řezu a s ohledem na poměr tloušťky k šířce řezivo dělíme na :

- **Deskové řezivo.**
- **Hraněné řezivo.**
- **Polohraněné řezivo.**
- **Latě a lišty.**

Deskové řezivo jsou kusy dřeva, které mají šířku větší, než je dvojnásobek tloušťky. Zhotovují se v následujících tloušťkách:

- **Prkna-** 15 až 38 mm, prkna kratší než 2m se nazývají kratiny.
- **Fošny-** 40 až 100 mm.
- **Prkna krajínová** – tj. boční neomítané kusy deskového řeziva o tloušťkách 18 až 24 mm.
- **Krajiny** – tj. okrajové řezivo o tloušťkách 18- 24 mm, které má levou plochu oblou nebo jen místy dotčenou pilou.

Hraněné řezivo má příčný průřez pravoúhlý a podle průřezové plochy S se dělí na:

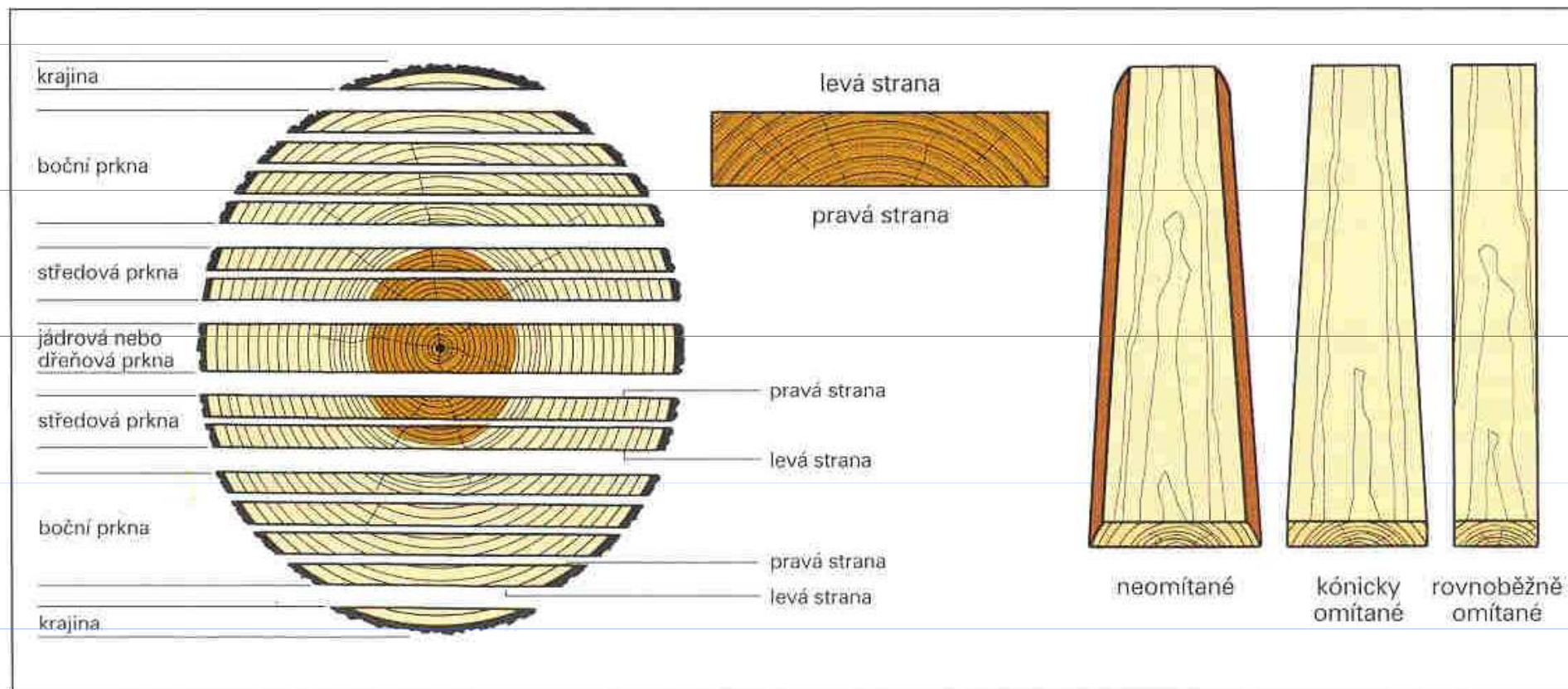
- Hranoly- obsah $S > 100 \text{ cm}^2$.
- Hranolky- obsah $S = 25- 100 \text{ cm}^2$

Polohraněné řezivo - dvoustranně řezané řezivo s oblými boky. Podle tloušťky se dělí na:

- Polštáře o tloušťce menší nebo rovné 100 mm a šířce větší nebo rovné 500 mm.
- Trámy o tloušťce větší nebo rovné 100 mm a šířce větší nebo rovné $2/3$ tloušťky.

Latě a lišty jsou hraněné řezivo příčného průřezu, které se podle plochy S dělí na:

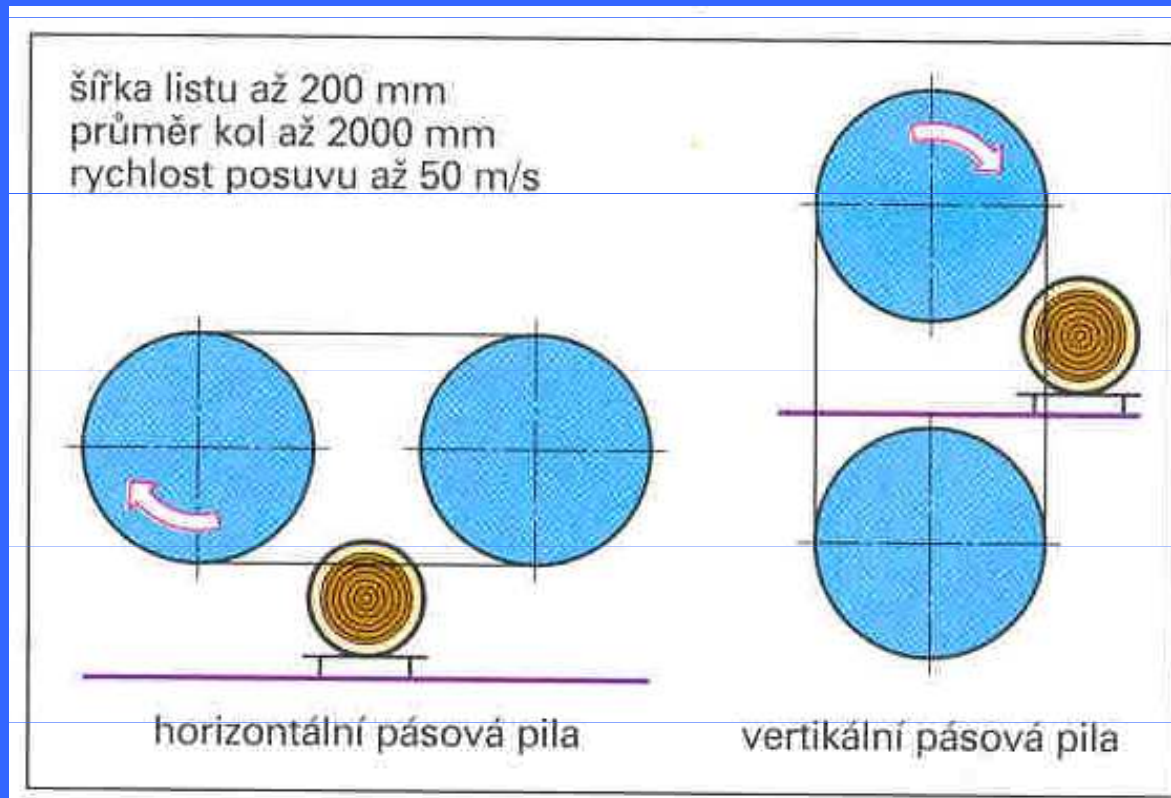
- Latě- S je roven 10 až 25 cm².
- Lišty- S je menší nebo roven 10 cm².



Řezivo

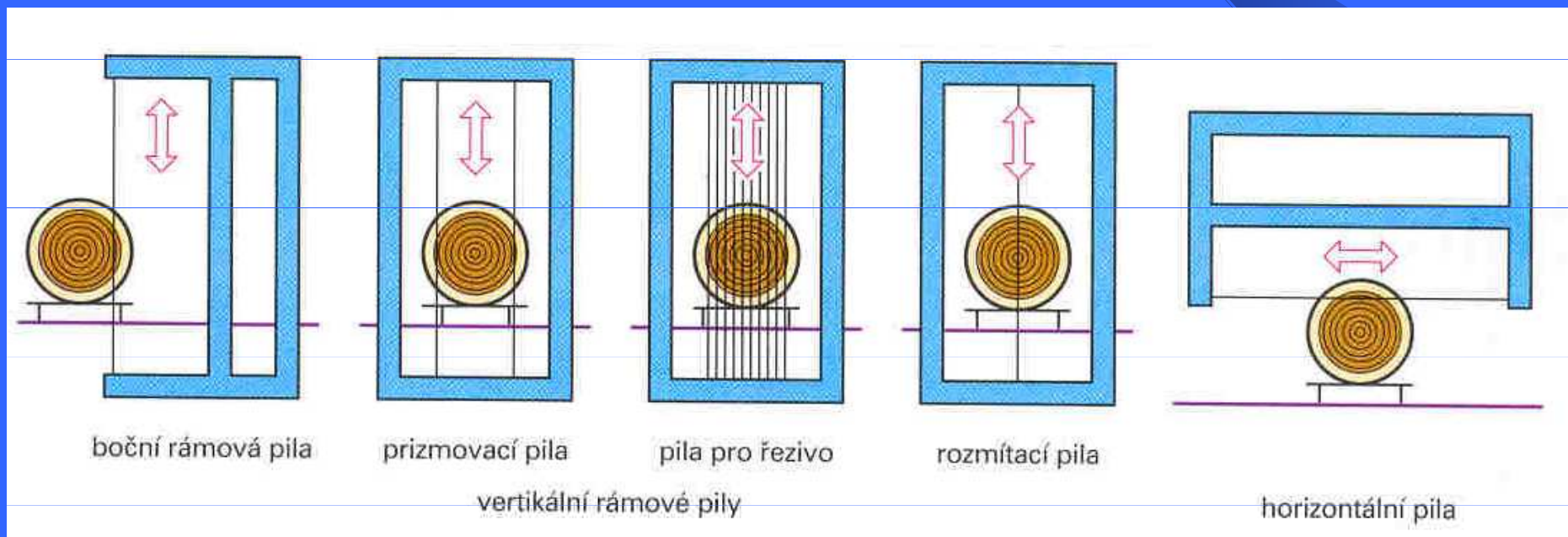
Pilařskou surovinou jsou části kmenů listnatých a jehličnatých stromů (tzv. pilařské výřezy), které splňují nároky kladené na jejich rozměr a kvalitu. Požez pilařské suroviny je realizován pomocí pilařských strojů. Jsou to **vertikální rámové pily, vertikální a horizontální pásové pily, kotoučové pily a řetězové pily.**

Kmenové pásové pily se používají k řezání kvalitních výřezů na řezivo V případě pásových pil jde o požez individuální, protože se odřezují desky po jedné.



Kmenové pásové pily

Vertikální rámová pila (lidově nazývaná katr) je pila s mohutným stojanem zakotveným v podpíli. V rámu, který se pohybuje svislým pohybem, jsou upnuty pilové listy. Do rámu se podle požadovaného sortimentu upíná potřebný počet pilových listů v příslušných vzdálenostech od sebe. Vzdáleností pilových listů je dána tloušťka řeziva. Před pilovými listy je výřez uchopen tzv. rýhovacími válci, které se otáčejí protisměrným pohybem a vtahují výřez proti zubům pil.



Rámové pily

Požez může být realizován dvěma způsoby:

- **Požez naostro.**
- **Požez prizmováním.**

Požez naostro je uplatňován většinou u listnatých dřevin. Spočívá v tom, že se výřezy řežou pouze jedním průchodem rámovou pilou. Veškeré vzniklé řezivo je neomítané.

Požez prizmováním se nejčastěji uplatňuje pro jehličnaté výřezy. To znamená, že výřez prochází buď dvakrát rámovou pilou, nebo dvěma rámovými pilami. Během prvního průchodu se na kraji odřeže několik desek a středová část (prizma). Ta se potom otočí o 90° a při druhém průchodu pilou se z prizmy nařeže již omítané řezivo. Za rámovou pilou většinou následuje linka na úpravu řeziva kotoučovou pilou. Upravuje se šířka a délka řeziva.

Sušení a skladování dřeva

Jak již bylo řečeno, **nelze čerstvé dřevo ihned po pořezání použít ke zhotovení jakéhokoliv výrobku**. Vlhké dřevo podléhá při dodatečném vysoušení tvarovým i rozměrovým změnám a je rovněž snadno napadnutelné biologickými škůdci a špatně k němu přilnou nátěry.

Při sušení se ze dřeva odstraňuje přebytečná voda co nejrychleji a nejúsporněji na hodnotu vlhkosti odpovídající hodnotě vlhkosti prostředí, ve kterém bude výrobek používán. Dřevo skladujeme a sušíme současně, protože od chvíle skácení stromu do jeho zpracování má dřevo snahu si udržet stav vlhkostní rovnováhy s okolním prostředím. Dřevo uložené ve vodě, nebo dřevo dokonale impregnované tvoří výjimku. Čerstvě pokácené dřevo má průměrnou absolutní vlhkost asi 60- 100%. Lehká dřeva mají vyšší vlhkost, těžká dřeva mají nižší vlhkost. U lehkého dřeva je značný rozdíl mezi vlhkostí jádra a vlhkostí běli. Např. u borovice je vlhkost jádra 30- 40% a vlhkost běli 100- 120%. U těžkých dřevin je tento rozdíl malý. Např. dub má vlhkost jádra 50-80% a vlhkost běli 70-80%. Voda se nejrychleji odpařuje z plochy příčného řezu. Zde se také nejdříve vytvoří výsušné trhliny a vznikají vhodné podmínky pro napadení dřevokaznými houbami. Proto je již v této fázi vhodná ochrana čel nátěry. Na skládkách výřezy ukládáme tak, aby byly izolovány od půdní vlhkosti. Následuje odvoz k dalšímu zpracování. Rezivo i palivo získáváme nejčastěji v nevysušeném stavu. Sušení paliva není tak složité, jako sušení řeziva. Postačuje zabránění přístupu vody do hrání a rozřezání na vhodné délky polen, aby mohlo dřevo přirozeným způsobem dostatečně vyschnout.

Vznik trhlin a deformací v palivovém dřevě není důležitý. Závadou by mohl být výskyt dřevokazných hub při pomalém vysoušení, protože dřevo rozložené houbami má nižší výhřevnost. Sušení řeziva je třeba věnovat patřičnou pozornost. Pokud se dřevo bude sušit příliš rychle, nezabráníme deformacím a znehodnocení. Naopak při příliš pomalém sušení může dojít k napadení a znehodnocení dřeva dřevokaznými houbami a plísněmi. Dřevo lze sušit **přírozeným nebo umělým způsobem.**

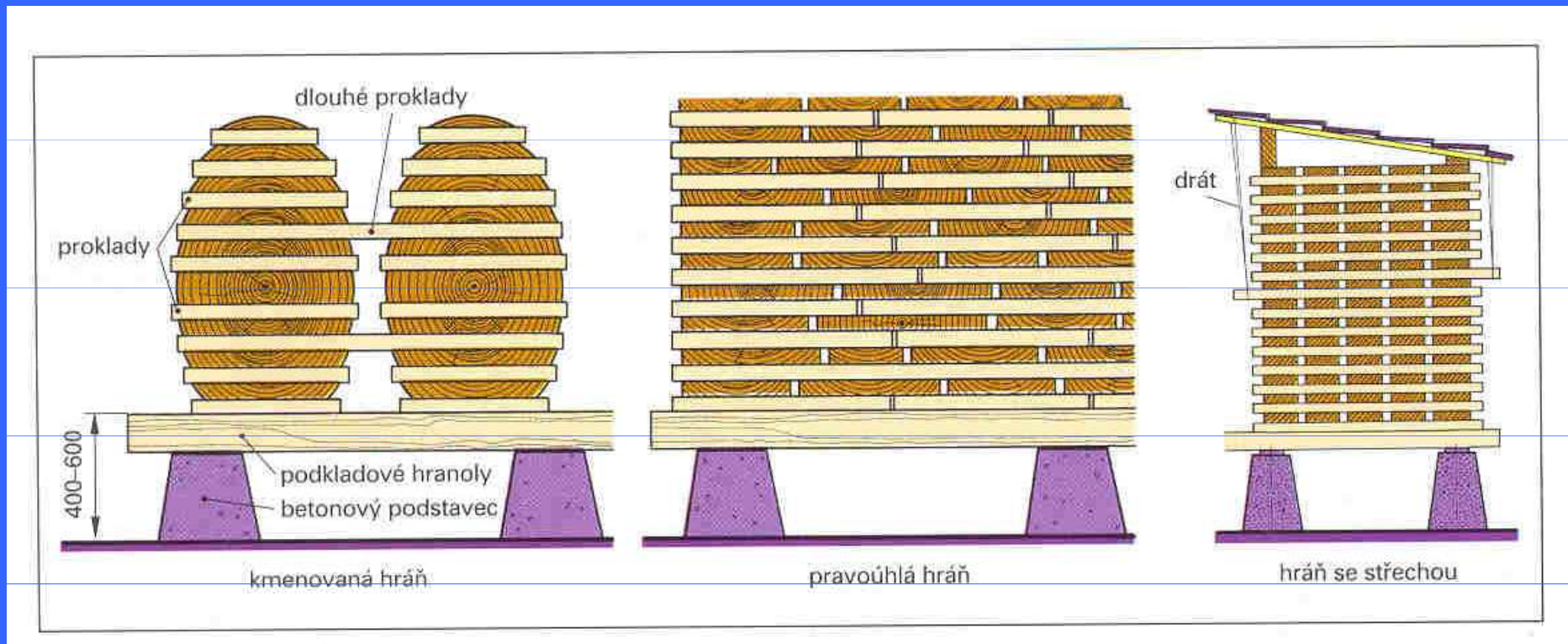
Přírozené sušení řeziva

Přírozené sušení dřeva spočívá v pozvolném vysoušení řeziva v přírodních podmínkách bez nároků na jinou energii. Řezivo poskládáme podle určitých pravidel do hrání (viz. dále), které jsou zastřešeny nebo umístěny pod přístřeškem, kterým může proudit vzduch. Doba sušení je závislá na dřevině, tloušťce řeziva, na počáteční a konečné vlhkosti, na teplotě a na vlhkosti a rychlosti proudícího vzduchu. Rychleji vysychá měkké dřevo a řezivo s menší tloušťkou. V našich podmínkách dosahujeme konečné vlhkosti kolem 15%. Předpokládaná doba sušení je od několika měsíců do tří let. Místo přírozeného sušení musí být na suchém pozemku s případně odvedenou spodní vodou a ze všech stran musí být přístup větrům. Povrchová vrstva humusu musí být odstraněna a nahrazena štěrkem nebo jiným vodopropustným materiálem.

Řezivo se skládá do **hrání**.

Hráně (viz. obrázek) stavíme na podstavcích vysokých asi 40 cm, na které umístíme podklady ze zdravého dřeva tak, aby spodní desky byly alespoň 50 cm nad zemí. Tím je zajištěno proudění vzduchu v hrání. Řezivo klademe kolmo na poklady ve vzdálenosti asi 4 cm zvětšující se od středu. Na první vrstvu řeziva se kladou prokladky o rozměrech asi 2x 4 cm na svislici nad základy. Druhou vrstvu řeziva klademe tak, aby mezery byly na svislici nad mezerami v první vrstvě. Mezi deskami necháváme mezery široké 3 - 8 cm. Aby se zabránilo deformaci řeziva, je nutné prokladky umístit přesně nad sebou. Prokladky se vyrábí ze suchého a zdravého dřeva. Mokrý a nezdravé prokladky mohou řezivo nakazit dřevokaznými houbami. U jehličnatého řeziva je klademe nad středy podstavců, u listnatého je pokládáme v menších rozestupech i mezi podstavci. Hráně stavíme široké max. 2 metry, dlouhé od 3 do 6 metrů a vysoké max. 6 metrů. Hotová hráň se musí zastřešit. K tomuto účelu je výhodné použít různé plechy nebo konstrukce s plechy a plasty. Střecha chrání dřevo před deštěm, sněhem a sluncem. Průběh sušení se kontroluje pomocí vlhkostních vzorků, vyříznutých ze středové části řeziva asi 1,5 cm nad zemí. Vypočítá se jejich hmotnost na konci sušení. Kontrola sušení spočívá ve vážení vlhkostních vzorků.

Výše popsaný způsob sušení řeziva je nejpoužívanější, protože je nejlevnější. V praxi se obvykle nejprve dřevo suší přirozeným způsobem a poté (je-li to nutné) se uměle dosouší v sušárnách.



Hráně

Umělé sušení řeziva

Umělé sušení se provádí nejčastěji v teplovzdušných komorových sušárnách, v nichž je řezivo po dobu sušení v klidu. Sušárny mohou být stálým vybavením závodu (zděné sušárny) nebo celokovové přenosné. Malé přenosné sušárny mají kapacitu asi 6 m³, velkokapacitní sušárny až 100 m³. Doba sušení řeziva tloušťky 25 mm z 60 % na 6% vlhkosti trvá od 21 do 39 hodin. Při umělém sušení se řezivo nejprve ohřívá, teplota zvolna stoupá a vzduch se podle potřeby zvlhčuje.

Nesmí být příliš vlhký. Po důkladném prohřátí řeziva se vlhkost vzduchu v sušárně zmenšuje a teplota se zvyšuje na 90- 100°C (ve vysokoteplotních sušárnách až na 130°C). Po dosažení konečné vlhkosti se řezivo postupně ochlazuje na teplotu venkovního vzduchu, popř. na teplotu o 25°C vyšší. Po skončení tohoto procesu musí být řezivo několik dnů uskladněno v uzavřených vytápěných skladech.

Dýhy a velkoplošné materiály

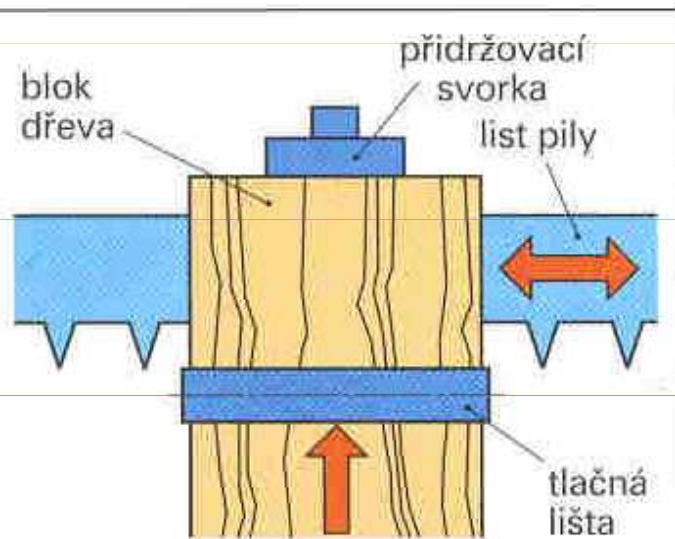
Dýhy- tenké listy dřeva tloušťky 0,05- 10 mm.

Vyrábí se třemi způsoby-**loupáním, krájením a řezáním.**

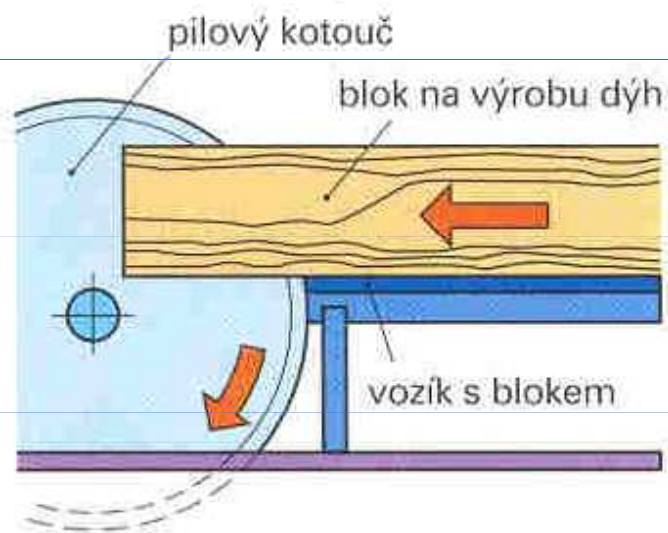
Podle účelu dělíme dýhy na **technické a okrasné.**

Technické dýhy se přímo zpracovávají (např. krabičky na zápalky, pletené košíky apod.), **okrasné dýhy** se používají jako krycí vrstvy nábytkových částí nebo na obklady apod. Dýhy se vyrábí z dýhárenských výřezů (tzv. klátů). Před výrobou se provádí plastifikace dřeva vařením nebo pařením.

Řezáním se vyrábí dýhy, u kterých se kladou vysoké nároky na jejich technickou kvalitu. Jsou to především dýhy na výrobu hudebních nástrojů. Nesmějí obsahovat ani mikroskopické trhliny, což lze dosáhnout pouze řezáním. Řezat je lze rámovou pilou na dýhy nebo kotoučovou pilou na dýhy (viz. obrázek)



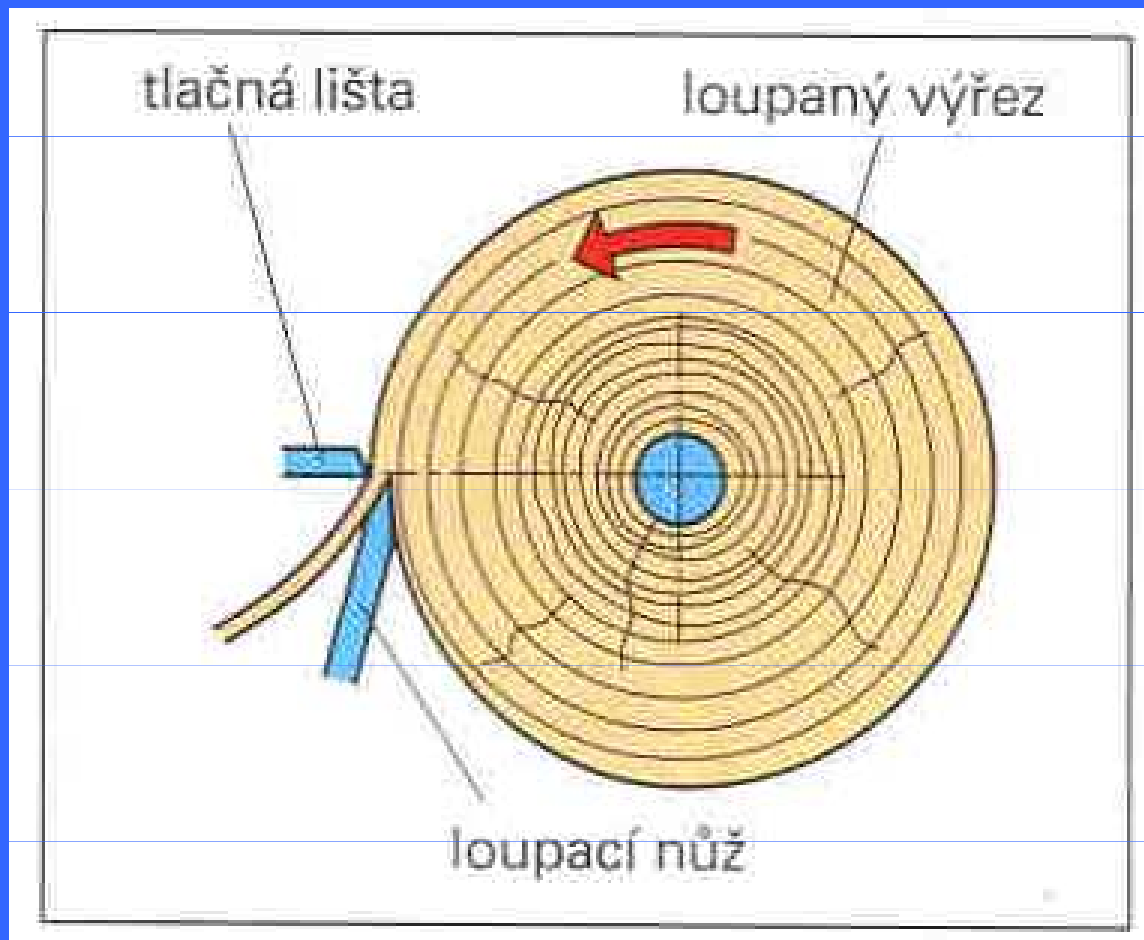
rámová pila na dýhy



kotoučová pila na dýhy

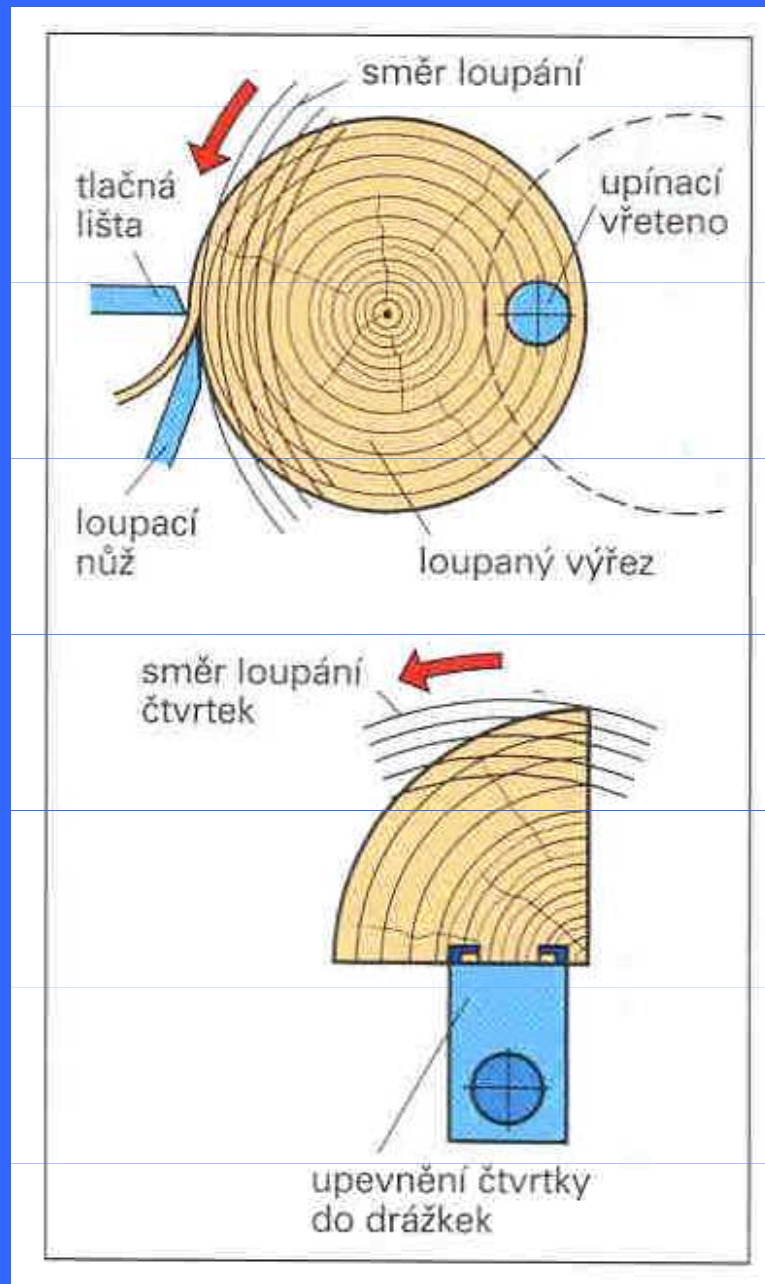
Kotoučová pila na dýhy a rámová pila na dýhy

Loupáním se dýhy vyrábí na loupacích strojích. Klát je upnut do rozet, které klátem otáčejí proti ostří loupacího nože. Tloušťka dýhy je určena vzdáleností ostří nože od přítlačné lišty. Klát může být upnut do rozet centricky (kmen upnut na obou stranách ve středu) nebo excentricky (kmen upnut mimo střed).



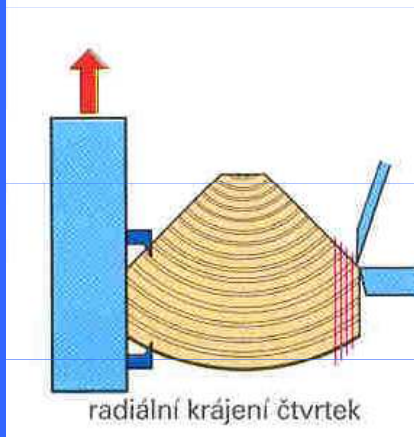
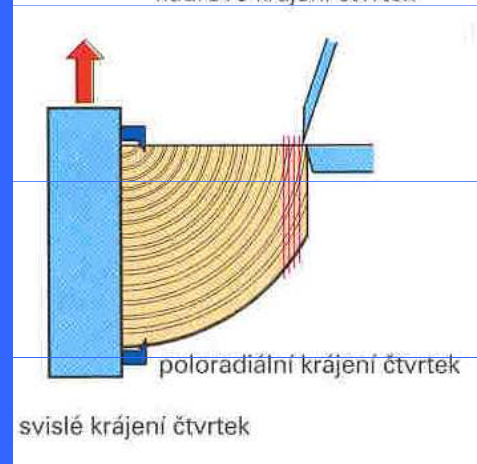
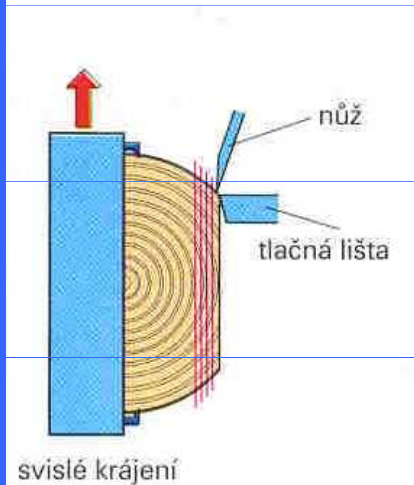
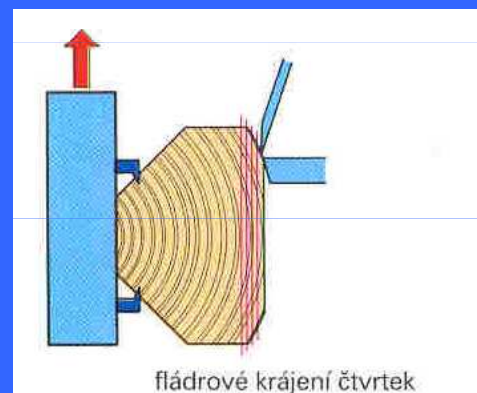
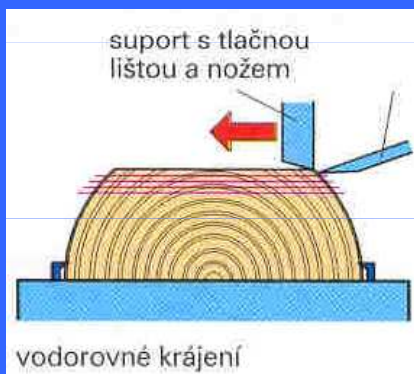
Loupání dýhy (centrické)

Témata přednášek



Excentrické loupání dýhy

Při centrickém loupání vzniká nekonečný pás dýhy, který se za loupáčkou zamotává nebo stříhá nůžkami na menší kusy. U excentrického loupání se krájí letokruhy pod různými úhly, čímž se mění fládrování. Podle rozdělení a upnutí kmene získáme fládrové nebo radiální dýhy. Loupané dýhy vykazují u některých dřevin neobvyklý fládr. Při loupání nevzniká žádný pořez, protože nekonečný pás dýhy je možné snadno nařezat na potřebnou šířku. Nevýhodou středově loupáných dýh je jejich nepřirozená kresba.



Krájení dýh

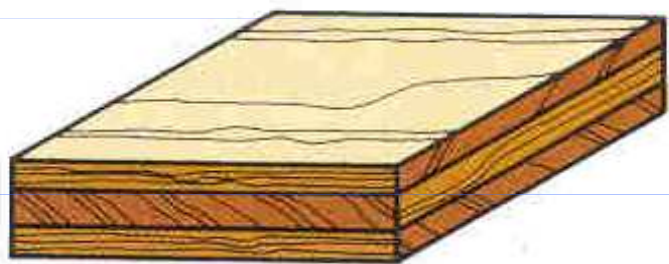
Krájení dýh se provádí na krájecím stroji. Klát se upne na stole krájecího stroje. Proti němu se přímočaře pohybuje suport nesoucí krájecí nůž a přítlačnou lištu. Krájené dýhy si zachovávají svoji přirozenou kresbu. Při jejich výrobě nevzniká až na nožový zbytek žádný pořez. Nevýhodou krájených dýh je to, že vykazují často vlivem paření změnu zbarvení. Na spodní straně se struktura buňky dřeva mírně podélně nalamuje a mohou vznikat trhlinky. Tuto stranu označujeme jako levou stranu dýhy. Levá strana by měla být použita k nalepení na plochu. Loupané a krájené dýhy se suší zpravidla na 5 - 7% vlhkosti v sušárnách.

Velkoplošné materiály

Mezi velkoplošné materiály na bázi dřeva mimo jiné řadíme: **překližky, tvarované překližky, laťovky, dřevotřískové desky.**

Překližky jsou desky překližované ze tří nebo více vrstev (vždy lichý počet) loupaných nebo krájených dýh, které jsou lepeny kolmo na směr vláken. Na vnější dýhy jsou kladeny vzhledové nároky. Nejvíce jsou vyráběny truhlářské překližky třívrstvé (tloušťky 3, 4, 5mm), pěti- a sedmivrstvé (tloušťky 6,8 mm) a sedmivrstvé (tloušťky 9,12 mm - viz obrázek). Vrchní dýhy jsou vyrobeny z bukového dřeva, uvnitř se střídají dýhy ze smrkového, jedlového a bukového dřeva. Překližky se používají při výrobě nábytku (zadní částí skříní, poličky), ve stavebnictví apod.

Tvarované překližky se vyrábí z loupaných dýh tloušťky 0,3 až 1 mm. Jako lepidlo se používají močovinoformaldehydové pryskyřice. Tvarování se provádí lisováním za současného ohřívání v dřevěných nebo kovových formách. Používají se v nábytkářství – sedací plochy, opěradla sedacího nábytku, profilové nohy stolů apod.



třívrstvá překližka

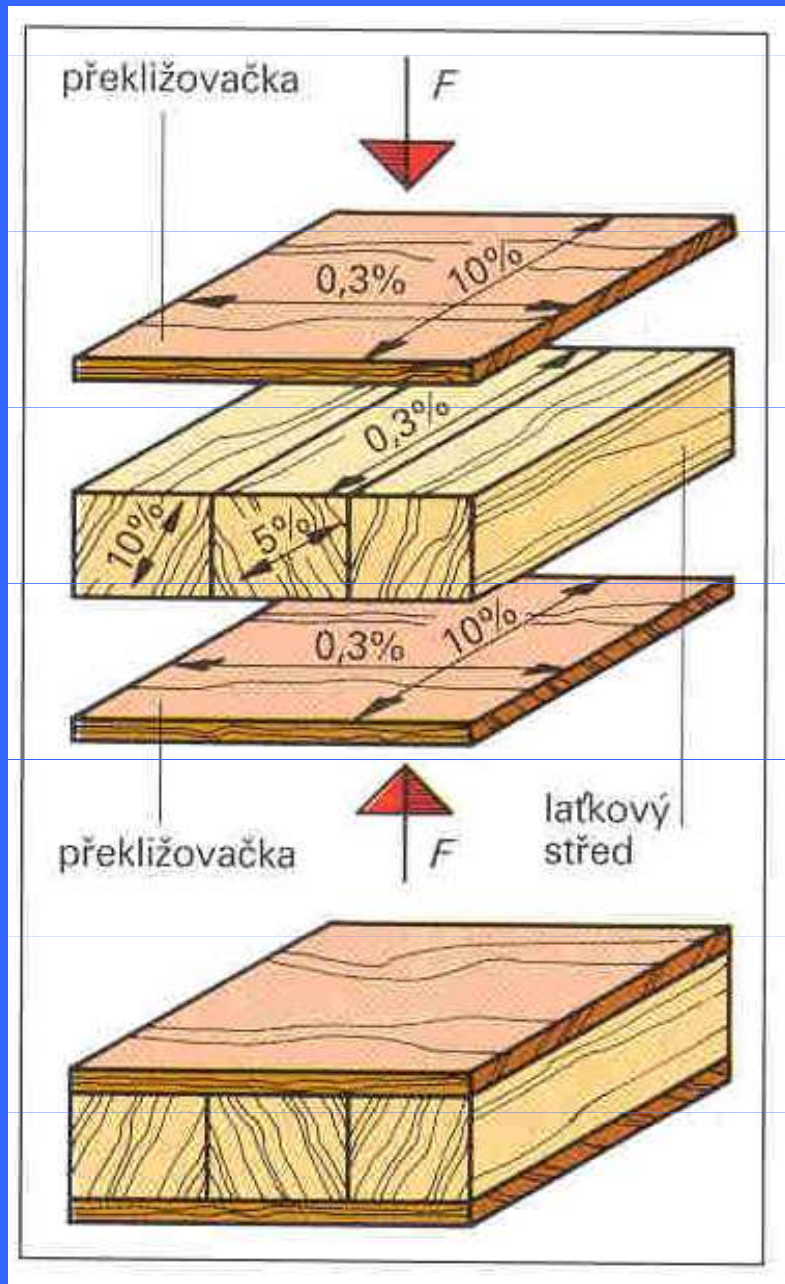


pětivrstvá překližka



sedmivrstvá překližka

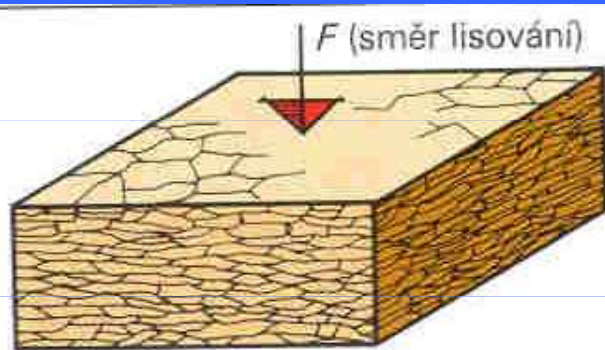
Překližky



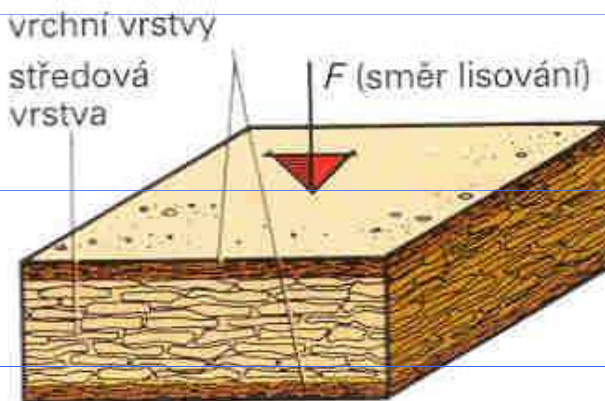
Laťovka

Laťovky se skládají z laťovkového středu z latí smrkového nebo jedlového dřeva a z povrchu z tlustých dých (překližovaček), které jsou lepené křížem (viz. obrázek). Latě ve středu mohou být slepeny nebo jsou mezi nimi mezery. Laťovky mají podobné vlastnosti jako překližky. Kvalita je dána velkou měrou strukturou středu. Jejich tloušťky jsou 16,19, 22, 25, 30 a 35 mm, délky od 1550 do 2440 mm a šířky od 1220 do 1620 mm.

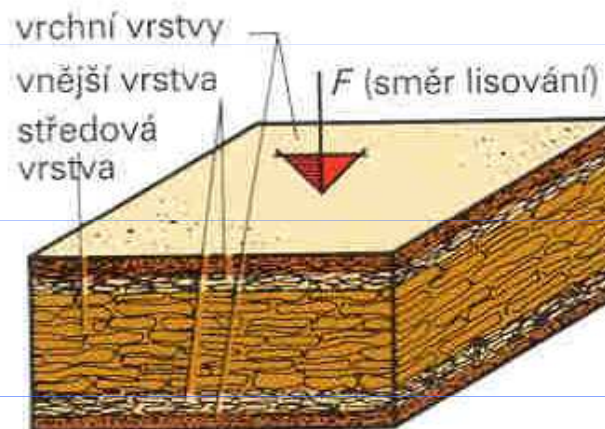
Laťovky se používají při výrobě nábytku a dveří, protože se svým masivním středem hodí ke konstrukčním účelům.



jednovrstvá deska



třívrstvá deska



pětivrstvá deska

Dřevotřískové desky se vyrábí z odpadových nebo uměle vyrobených třísek z různých dřevin. Třísky se nejdříve po zhotovení suší, třídí a poté se mísí s lepidlem a nanáší do třískových koberců. Ty se poté lisují a zahřívají ve víceetážovém lisu. Hotové desky se formátují, klimatizují, brousí a třídí. Dřevotřískové desky se používají při výrobě nábytku, kde se dýhují, a ve stavebnictví.

Jednovrstvé desky se skládají z rovnoměrné vrstvy třísek a při výrobě nábytku se používají jen zřídka.

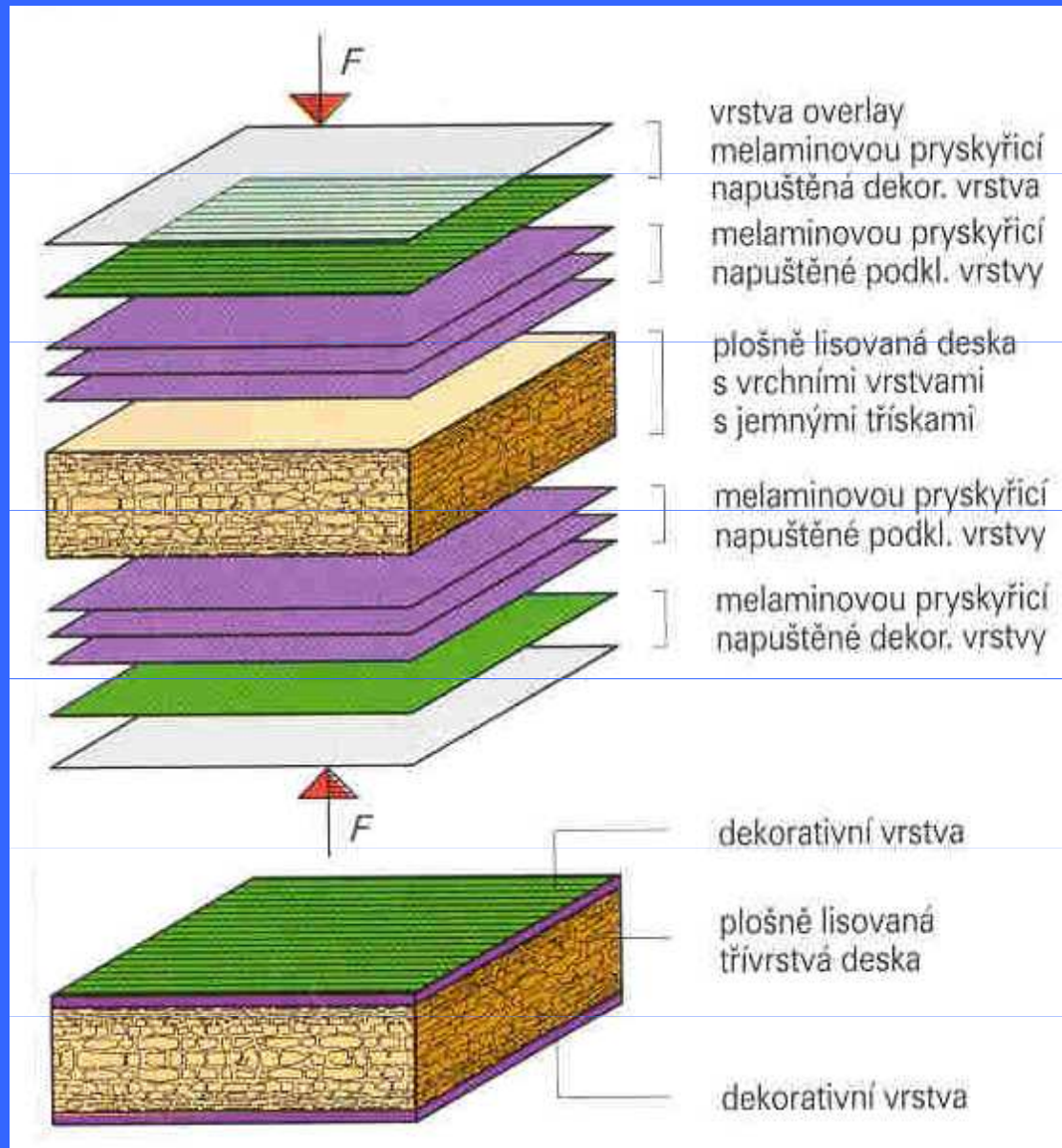
Třívrstvé třískové desky a vícevrstvé třískové desky mají středové vrstvy z hrubých třísek a povrch z jemných krycích třísek. Vzniká tak větší pevnost v ohybu a hladký povrch vhodný k dýhování a laminování.

Laminované plošné lisované desky

Laminované plošné lisované dekorativní desky se skládají z vícevrstvé třískové desky a dekorativních krycích papírů napuštěných syntetickou pryskyřicí. Krycí vrstvy jsou tvořeny ze 3 až 6 vrstev pevného sulfátového papíru napuštěného fenolovou pryskyřicí a z dekorativní vrstvy z melaminové pryskyřice a overlay-papíru. Tyto plastové vrstvy se vzájemně a s jádrem z třískové desky spojují v lisech při tlaku 30 barů a teplotě 150°C.

Vlastnosti:

- Povrch laminovaných desek není nutné upravovat, po rozřezání je třeba olepit pouze viditelné boky desek.
- Desky mají objemovou hmotnost asi 710 kg/m³.
- Desky se vyznačují vysokou pevností v ohybu a dobře zachovávají rovinnost.
- Povrch je bez pórů, velmi odolný proti otěru, proti horké vodě, horkým dnům hrnců, slabým zásadám, kyselinám a alkoholům běžným v domácnostech.
- Chuťově a pachově neutrální, snadno se čistí a krátkodobě odolají cigaretovému žáru.
- Nejsou odolné vůči silně barvicím tinkturám, kyselině chlorovodíkové a dusičné, hydroxidu sodnému, peroxidu vodíku a hydroxidu draselnému.
- Povrchy lze poškodit ostrými a špičatými předměty.



Použití

- Všechny oblasti výroby nábytku a interiéru, zejména tehdy, když jsou požadovány odolné povrchy (kuchyně apod.).

Kontrolní úkoly:

- Objasněte pojmy technologie, mechanická technologie dřeva, dřevařská prvovýroba, dřevařská druhovýroba a pilařská výroba.
- Uveďte produkty pilařské výroby a jednotlivé skupiny charakterizujte.
- Vysvětlete, jak probíhá pořez pilařské suroviny pomocí pásových a rámových pil.
- Vysvětlete význam sušení a správného skladování dřeva.
- Objasněte princip přirozeného sušení dřeva, popište hráň.
- Objasněte princip umělého sušení řeziva.
- Vysvětlete, co jsou dýhy a popište způsob jejich výroby.
- Vyjmenujte velkoplošné materiály na bázi dřeva, charakterizujte je a uveďte, kde se používají.
- Vysvětlete, co jsou laminované plošné lisované desky a uveďte, kde se používají.