

ČESKÁ ZEMEDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ



Materiály na bázi dřeva

Martin Böhm

Jan Reisner

Jan Bomba

2012

© Ing. Martin Böhm, Ph.D. (tel.: 224 383 867, e-mail: bohmfld@fd.czu.cz), Ing. Jan Reisner, Ph.D. (tel.: 224 383 734, e-mail: reisner@fd.czu.cz), Ing. Jan Bomba, Ph.D. (tel.: 224 383 867, e-mail: bomba@fd.czu.cz)

Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská, Katedra zpracování dřeva, Kamýcká 1176, 165 21 Praha 6 – Suchbát

Lektoroval: Ing. Jaromír Srba (tel.: 221 773 717, e-mail: srbavvud.cz), Fyzikální a chemická laboratoř, Ing. Jitka Beránková, Ph.D. (tel.: 221 773 718, e-mail: berankovavvud.cz), Deskové materiály, lepené prvky, lepidla, Ing. Petr Ptáček, Ph.D. (tel.: 221 773 730, e-mail: ptacekvvud.cz), Ochranné prostředky na dřevo, lepidla
Výzkumný a vývojový ústav dřevařský, Praha, s. p., Na Florenci 7-9, 111 71 Praha 1

Jazyková korektura: Ing. Petra Skalská

ISBN 978-80-213-2251-6

Obsah

1. ÚVOD	11
Základní termíny materiálů na bázi dřeva:	11
Rozdělení materiálů na bázi dřeva	12
Základní pojmy a definice velkoplošných materiálů:	13
2. HISTORIE VÝROBY MATERIÁLŮ NA BÁZI DŘEVA V ČR	14
Minulost a současnost výroby aglomerovaných materiálů v ČR	14
Hlavní výrobci velkoplošných materiálů na bázi dřeva v ČR:	21
Výroba lepených nosníků a konstrukčního dřeva v ČR	23
Produkce velkoplošných materiálů v ČR	24
3. VLASTNOSTI MATERIÁLŮ NA BÁZI DŘEVA	25
Dřevo a jeho vlastnosti	25
Mechanické a fyzikální vlastnosti materiálů na bázi dřeva	27
4. ZÁKLADNÍ FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ MECHANICKÉ A FYZIKÁLNÍ VLASTNOSTI MATERIÁLŮ NA BÁZI DŘEVA	31
Dřeviny používané k výrobě	31
Geometrie, velikost a orientace třísek	36
Lisovací parametry	37
Příčný hustotní profil	39
Plošná hustota	40
Vlhkost	41
Interakce faktorů ovlivňujících mechanické a fyzikální vlastnosti	42
5. CHEMICKÉ LÁTKY POUŽÍVANÉ PRO VÝROBU	43
Tavná lepidla	43
Lepidla pro materiály z masivu a montážní lepidla	43
Lepidla pro aglomerované materiály	44
Přísady lepidel	45
Formaldehyd	46
Zjišťování obsahu formaldehydu	48
Stanovení úniku formaldehydu	49
Faktory ovlivňující uvolňování formaldehydu	50

6. ZJIŠŤOVÁNÍ MECHANICKÝCH A FYZIKÁLNÍCH VLASTNOSTÍ MATERIÁLŮ NA BÁZI DŘEVA	51
Fyzikální vlastnosti	51
Mechanické vlastnosti	51
Zjišťování modulu pružnosti v ohybu a pevnosti v ohybu	52
Hodnocení vlastností materiálů na bázi dřeva	56
Normy požadavků:	57
7. POVRCHOVÉ ÚPRAVY	59
Konstrukční materiály na bázi dřeva a jejich vliv na povrchovou úpravu.	59
Základní technologie nanášení nátěrových hmot	63
Možnosti intenzifikace povrchové úpravy dřevěných materiálů	64
8. DÝHY	67
Výroba dýh	67
Dýhování velkoplošných materiálů	70
Speciální typy dýh	71
9. DESKY Z MASIVNÍHO DŘEVA	74
Deskové řezivo	74
Spárovky (jednovrstvé desky z rostlého dřeva)	75
Biodesky (třívrstvé desky z rostlého dřeva)	78
10. PŘEKLIŽOVANÉ DESKY	81
Překližky	81
Laťovky	84
11. DESKY Z PLOCHÝCH TŘÍSEK	87
Waferboard	87
OSB	88
Multifunkční desky	91
12. DŘEVOTŘÍSKOVÉ DESKY (DTD)	94
13. MODIFIKOVANÉ TŘÍSKOVÉ DESKY	100
Protipožární desky Grenamat	100
Ohýbatelná dřevotříska Recoflex	101
Funkčně modifikované dřevotřískové desky	102
14. DŘEVOPLASTOVÉ KOMPOZITY (WPC)	103

Plastové imitace dřeva	105
15. DŘEVOVLÁKNITÉ DESKY (DVD)	106
Měkké dřevovláknité desky	107
Dřevovláknité desky se střední hustotou (MDF)	109
Tvrdé dřevovláknité desky	110
16. DESKY POJENÉ MINERÁLNÍMI POJIVY	113
Minerální pojiva používaná pro výrobu desek	113
Desky z dřevité vlny a cementu	114
Desky z velkých třísek a cementu (cementoštěpkové desky)	115
Desky z jemných třísek a cementu (cementotřískové desky)	116
Desky z vláken a cementu (cementovláknité desky)	117
Desky z vlákna a sádry (sádrovláknité desky)	119
17. VYLEHČENÉ DESKOVÉ MATERIÁLY	121
Voštinové desky	121
Materiály se sendvičovou konstrukcí	123
18. KOMPAKTNÍ DESKY	125
19. KOMPOZITNÍ MATERIÁLY NA BÁZI DŘEVA PRO NOSNÉ ÚČELY	127
Vrstvené dřevo (LVL – Laminated Veneer Lumber)	127
Parallam (PSL – Parallel Strand Lumber)	128
Intrallam (LSL – Laminated Strand Lumber)	129
DeltaStrand (Triangular Strand Lumber – TSL)	130
20. KONSTRUKČNÍ DŘEVO	132
Konstrukční dřevo nastavované zubovitým spojem (KVH – Konstruktionvollholz)	132
Dvouvrstvé a třívrstvé konstrukční dřevo (Duo – Trio hranoly)	134
21. LEPENÉ LAMELOVÉ DŘEVO	136
22. SPECIÁLNÍ DŘEVĚNÉ NOSNÍKY	140
I-nosníky	140
Vyztužované nosníky	141
23. STROJE PRO DĚLENÍ DŘEVA A MATERIÁLŮ NA BÁZI DŘEVA	143
Ruční elektrické pily	143
Strojní pily	144

24. NÁSTROJE PRO DĚLENÍ DŘEVA A MATERIÁLŮ NA BÁZI DŘEVA	150
Pilové kotouče	150
Typy pilových kotoučů s SK plátky	155
Povrchové úpravy pilových kotoučů	163
25. SLOVNÍK	165
Česko-německý	165
Česko-anglický	167
26. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	169
Literární zdroje	169
Normy	172
Internetové zdroje	173
Firemní literatura	173
Ostatní doporučená studijní literatura	174
Poznámky	174
27. PŘÍLOHY – OBRÁZKY JEDNOTLIVÝCH SKUPIN MATERIÁLŮ	175
Druhy pilových kotoučů a vhodnost jejich použití pro řezání materiálů na bázi dřeva (Pilana, 2011)	182

Seznam obrázků

Obrázek 1-1: Rozdělení materiálů na bázi dřeva v závislosti na druhu použitého pojiva a podle způsobu konstrukce.	12	
Obrázek 2-1: Produkce velkoplošných materiálů na bázi dřeva v ČR za rok 2010	24	
Obrázek 3-1: Materiály na bázi dřeva	26	
Obrázek 3-2: Dřevní elementy používané pro výrobu materiálů na bázi dřeva	28	
Obrázek 3-3: Hustota materiálů na bázi dřeva	29	
Obrázek 3-4: Pevnost v ohybu materiálů na bázi dřeva	30	
Obrázek 4-1: Mikroskopická stavba jehličnatých dřevin	35	
Obrázek 4-2: Mikroskopická stavba listnatých dřevin	35	
Obrázek 4-3: Vliv uzavíracího času lisu na tvorbu příčného hustotního profilu	39	
Obrázek 4-4: Příklad hustotního profilu u OSB desek	40	
Obrázek 5-1: Graf vývoje obsahu formaldehydu v průmyslově vyráběných DTD	47	
Obrázek 5-2: Schéma perforátorové a komorové metody	50	
Obrázek 6-1: Příklad nářezového plánu pro odebrání zkušebních těles	52	
Obrázek 6-2: Uspořádání ohybové zkoušky	Obrázek 6-3: Příklad zkušebního tělesa	53
Obrázek 6-4: Napětově-deformační (pracovní) diagram	54	
Obrázek 6-5: Příklad uspořádání zkoušky modulu pružnosti a pevnosti v ohybu dle EN 789	55	
Obrázek 6-6: Příklad zkušebního zařízení zkoušky modulu pružnosti v ohybu a pevnosti v ohybu	55	
Obrázek 6-7: Histogram četností a zobrazená hodnota spodního 5% kvantilu.	56	
Obrázek 6-8: Porovnání výsledků hodnot modulu pružnosti v ohybu a pevnosti v ohybu získaných pro stejný materiál podle rozdílných zkušebních postupů	57	
Obrázek 7-1: Laminát s imitací textury dřeva	61	
Obrázek 7-2: Mikroskopický snímek laminátového povrchu	61	
Obrázek 8-1: Dýhy	70	
Obrázek 8-2: Způsoby spojení dýh	71	
Obrázek 8-3: Dýhy s reprodukovanou texturou – arodýhy	72	
Obrázek 9-1: Dubové prkno	74	
Obrázek 9-2: Fošny (tzv. Bowles – kmenově složené)	75	
Obrázek 9-3: Deska z masivního dřeva (spárovka)	76	
Obrázek 9-4: 3-vrstvá deska z rostlého dřeva (biodeska)	78	
Obrázek 10-1: Truhlářská překližka	81	
Obrázek 10-2: Vodovzdorná stavební překližka s protiskluzovou úpravou	82	
Obrázek 10-3: Laťovka se středem ze smrkových laťek opláštěvaná březovou dýhou	85	
Obrázek 11-1: Waferboard	87	
Obrázek 11-2: Deska z orientovaných plochých třísek (OSB)	88	

Obrázek 11-3: Multifunkční panel	92
Obrázek 12-1: Dřevotřísková deska pro použití v suchém prostředí	97
Obrázek 12-2: Dřevotřísková deska pro použití ve vlhkém prostředí	97
Obrázek 13-1: Protipožární deska Grenamat	100
Obrázek 13-2: Ohýbatelná dřevotříska - Recoflex	101
Obrázek 14-1: Nevylehčený podlahový dílec z WPC s protiskluzovou úpravou	103
Obrázek 14-2: Vylehčený podlahový dílec z WPC s protiskluzovou úpravou	103
Obrázek 14-3: Plastová imitace dřeva z PUR pěny	105
Obrázek 15-1: Měkká dřevovláknitá deska	108
Obrázek 15-2: Dřevovláknitá deska se střední hustotou (MDF)	109
Obrázek 15-3: Probarvená MDF s laminovaným povrchem	110
Obrázek 15-4: Tvrdá dřevovláknitá deska	111
Obrázek 16-1: Deska z dřevité vlny a cementu (Heraklit)	115
Obrázek 16-2: Cementotřísková deska (Cetris)	116
Obrázek 16-3: Cementovláknitá deska (Cembrit)	118
Obrázek 16-4: Sádrovláknitá deska (Fermacell)	119
Obrázek 17-1: Laminovaná voštinová deska	122
Obrázek 17-2: Deska se střední vrstvou z PUR pěny používaná pro výplně dveří	123
Obrázek 18-1: Kompaktní deska	126
Obrázek 19-1: Vrstvené dřevo – Microllam	128
Obrázek 19-2: Parallam	129
Obrázek 19-3: Intrallam	129
Obrázek 19-4: DeltaStrand TSL	130
Obrázek 20-1: Dvouvrstvý konstrukční hranol	134
Obrázek 21-1: Lepené obloukové nosníky	138
Obrázek 22-1: I-nosník	141
Obrázek 22-2: Lepený lamelový nosník vyztužený vlákny s vysokou pevností	141
Obrázek 24-1 Trojúhelníkové nesouměrné ozubení	152
Obrázek 24-2 Vlíčí ozubení s negativním úhlem čela	152
Obrázek 24-3 Vlíčí ozubení s pozitivním úhlem čela	153
Obrázek 24-4 Úprava unášecích otvorů pro univerzální upnutí v různých strojích	154
Obrázek 24-5 Rozmítací pilový kotouč	155
Obrázek 24-6 Pilový kotouč pro podélné a příčné řezání masivního dřeva	156
Obrázek 24-7 Pilový kotouč s omezovačem třísky	156
Obrázek 24-8 Princip řezání povrchově upravených desek	157
Obrázek 24-9 Formátovací pilové kotouče	158
Obrázek 24-10 Skládaný předřezový kotouč	158

Obrázek 24-11 Pevný předřezový kotouč	159
Obrázek 24-12 Pilový kotouč pro velkoplošné formátovací pily	159
Obrázek 24-13 Pilový kotouč pro ruční pily	160
Obrázek 24-14 Pilový kotouč pro ruční pily a řezání podminovaných materiálů	160
Obrázek 24-15 Pilový kotouč na řezání stavebních materiálů	161
Obrázek 24-16 Pilový kotouč pro krácení stavebních materiálů	161
Obrázek 24-17 Pilový kotouč pro dělení materiálů s minerálním pojivem	162
Obrázek 24-18 Kotouč s břity z polykrystalických diamantů	162
Obrázek 24-19 ukázky speciálních povrchových úprav kotoučů	163
Obrázek 27-1: Masivní materiály na bázi dřeva	175
Obrázek 27-2: Základní druhy překližek	175
Obrázek 27-3: Základní druhy laťovek	176
Obrázek 27-4: OSB desky	176
Obrázek 27-5: Multifunkční panely	177
Obrázek 27-6: Výtlačně lisované dřevotřískové desky	177
Obrázek 27-7: Měkké dřevovláknité desky	178
Obrázek 27-8: Tvrdé dřevovláknité desky s různými povrchovými úpravami	178
Obrázek 27-9: Voštinové desky	179
Obrázek 27-10: Vylehčené materiály	179
Obrázek 27-11: Desky se zvýšenou protipožární odolností	180
Obrázek 27-12: Kompozitní materiály na bázi dřeva pro nosné účely	180
Obrázek 27-13: Různé typy dřevoplastových materiálů (WPC)	181
Obrázek 27-14: Speciální druhy nosníků	181

Seznam tabulek

Tabulka 4-1: Obsah vlhkosti desek na bázi dřeva v závislosti na vlhkosti vzduchu při 20 °C.	42
Tabulka 5-1: Působení formaldehydu na lidský organismus.....	46
Tabulka 9-1: Třídy kvality pro desky z rostlého dřeva	80
Tabulka 21-1: Srovnání mechanických vlastností materiálů.....	138
Tabulka 24-1 Doporučené otáčky pilových kotoučů.....	151
Tabulka 24-2 Doporučené hodnoty posuvu na zub	152
Tabulka 24-3 Nejčastější geometrie zubů pilových kotoučů	153

Seznam rovnic

Rovnice 5-1: Výpočet perforátorového čísla.....	49
Rovnice 6-1: Vzorec pro výpočet modulu pružnosti v ohybu.....	53
Rovnice 6-2: Vzorec pro výpočet pevnosti v ohybu:	53
Rovnice 6-3: Vzorce pro výpočet modulu pružnosti v ohybu a pevnosti v ohybu.....	55
Rovnice 24-1: Stanovení zubové rozteče	150
Rovnice 24-2 Stanovení počtu zubů.....	150
Rovnice 24-3 Stanovení řezné rychlosti.....	151
Rovnice 24-4 Stanovení rychlosti posuvu.....	151

1. Úvod

V současnosti se vzrůstajícím technologickým a technickým rozvojem se množství konstrukčních materiálů na bázi dřeva stále rychleji zvyšuje. Nově vznikající materiály mají specifitější vlastnosti odpovídající jejich různorodým způsobům využití. Vznikají kvalitnější voděodolná lepidla a hydrofobizační přísady, které se používají u materiálů vystavených podmínkám trvale se měnící vlhkosti. Tento výrazný pokrok ve vývoji materiálů na bázi dřeva dnes umožňuje jejich použití i v oblastech, kde bylo jejich využití dříve nepředstavitelné. Podobně jako u ostatních stavebních materiálů je ale nutné respektovat jejich vlastnosti a používat konstrukční řešení vhodná pro konkrétní způsoby aplikace. Jen v takovém případě bude možné plně využívat jedinou obnovitelnou surovinu zajišťující trvalý rozvoj ve stavebnictví – dřevo – aniž by se snižovala kvalita a bezpečnost realizovaných staveb.

V této publikaci jsou popsány základní typy materiálů na bázi dřeva, jejich charakteristika, způsoby a postupy výroby, mechanické a fyzikální vlastnosti a parametry které jednotlivé vlastnosti materiálů ovlivňují, a dále jsou zde uvedeny konkrétní příklady uplatnění materiálů. Pro větší přehlednost je publikace doplněna množstvím barevných obrázků hlavních druhů materiálů. Další kapitoly jako např. Historie výroby materiálů na bázi dřeva, Chemické látky používané pro výrobu materiálů na bázi dřeva, Povrchové úpravy, nebo třeba Anglicko-německo-český slovník doplňují informace o materiálech do ucelené formy. Na závěr je uveden přehled strojů pro základní dělení dřeva a hlavní druhy pilových kotoučů se zřetelem na vhodnost použití pro řezání různých druhů materiálů.

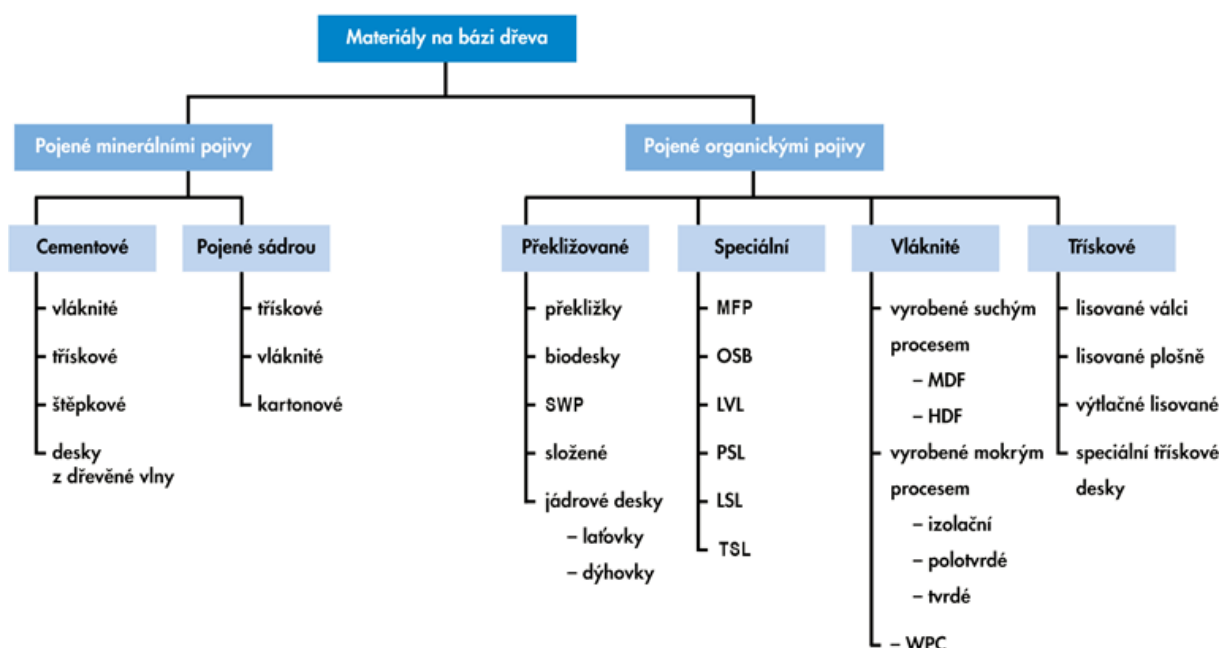
Základní termíny materiálů na bázi dřeva:

- **Masivní materiály** – materiály, které mají původní strukturu a uspořádání buněk dřeva (např. spárovky, biodesky...).
- **Překližované materiály** – materiály vytvořené vzájemným slepením lišících se vrstev, zpravidla lepených na sebe pod úhlem 90° (křížem). Mezi tyto materiály se řadí např. lamely, překližky, laťovky....

- **Aglomerované materiály** – materiály vyrobené spojením drobných dřevních částic (vláken, třísek...) pomocí lepidla a tlaku. Mezi aglomerované materiály se nezahrnují materiály masivní ani překližované.
- **Kompozitní materiály** – heterogenní materiály složené z více odlišných surovin, které mají rozdílné vlastnosti. Mezi kompozitní materiály se někdy zahrnují i aglomerované a překližované materiály.

Rozdělení materiálů na bázi dřeva

Materiály na bázi dřeva lze dělit podle mnoha hledisek (např. na velkoplošné, konstrukční, aglomerované, kompozitní, dle způsobu použití atd.). Nejčastější způsob dělení podle druhu použitého pojiva a způsobu konstrukce je zobrazen na obr. 1-1.



Obrázek 1-1: Rozdělení materiálů na bázi dřeva v závislosti na druhu použitého pojiva a podle způsobu konstrukce. Ve schématu jsou uvedeny pouze základní druhy materiálů, bez individuálních způsobů modifikací a typových obměn, a dále v něm nejsou zahrnuty nejjednodušší plošné materiály z masivu.

Použité zkratky: SWP – vícevrstvé desky z masivního dřeva, MFP – multifunkční panely, OSB – desky z orientovaných plochých třísek, LVL – vrstvené dřevo, PSL, LSL, TSL – materiály pro nosné účely, MDF – měkké dřevovláknité desky, HDF – tvrdé dřevovláknité desky.

Základní pojmy a definice velkoplošných materiálů:

Dýha je tenký list dřeva o tloušťce 0,2 – 5 mm vyrobený z kvalitní dýhárenské kulatiny centrickým nebo excentrickým loupáním, krájením nebo řezáním.

Překlížovaná deska je deskový materiál tvořený souborem 3 nebo více vrstev navzájem slepených dýh (tenkých vrstev dřeva), přičemž směry vláken sousedních vrstev jsou zpravidla na sebe kolmé.

Lat'ovka je dřevěná deska sestávající se ze střední vrstvy oboustranně překlížené pláštěm. Střední vrstva je z latěk vzájemně sklížených nebo nesklížených. Plášť tvoří jedna nebo více vrstev překlížených dýh.

(Dřevo) třísková deska (DTD) je deskový materiál z dřevěných částic (dřevěných třísek, hoblin, pilin, lamel apod.) nebo jiných celulóзовých částic (lněné a konopné pazdeří, bagasa) s přídavkem lepidla vyrobený lisováním za tepla.

Deska z plochých orientovaných třísek (OSB) je vícevrstevná deska z dřevěných třísek a lepidla. Třísky mají přesně stanovený tvar a tloušťku. Ve vnějších vrstvách jsou orientovány rovnoběžně s délkou nebo šířkou desky a lamely ve vnitřní vrstvě jsou orientovány zpravidla v kolmém směru ke třískám vnější vrstvy.

Deska pojená cementem je deskový materiál vyráběný lisováním dřevěných nebo jiných rostlinných částic pojených hydraulickým cementem, který může obsahovat různé přísady.

(Dřevo) vláknitá deska (DVD) je deskový materiál vyrobený z lignocelulóзовých vláken použitím ohřevu a/nebo tlaku.

Soudržnosti je dosaženo:

- zplstnatěním vláken a jejich přirozenou lepivostí
- syntetickou pryskyřicí přidávanou na vlákna

MDF (*Medium Density Fiberboard*) – vláknité desky se střední hustotou (často nazývány středně tvrdé vláknité desky). Vyznačují se stejnorodou strukturou slisovaných vláken v celém svém průřezu. Jsou vyráběny převážně jako jednovrstvé, ale mohou být i vícevrstvé. Do této skupiny zařazujeme desky s hustotou od 350 do 850 kg/m³.

WPC (*Wood Plastic Composite*) – takto se označují kompozitní materiály vyráběné ze dřeva (dřevních vláken) a polymeru. Optimální poměr dřeva a polymeru bývá kolem 2/3 dřeva a 1/3 polymeru, nejčastěji se používá vysokotlaký polyetylén nebo polypropylen nebo PVC.

2. Historie výroby materiálů na bázi dřeva v ČR

Minulost a současnost výroby aglomerovaných materiálů v ČR

V případě snahy o charakteristiku základní změny v druhé polovině dvacátého století v oblasti dřevozpracující prvovýroby, bývá domácími i zahraničními autory uváděna jako hlavní novinka výroba aglomerovaných materiálů, zprvu vyráběných surových s neupraveným povrchem, a od poloviny 70. let také často s úplně dokončeným laminovaným dekorativním povrchem. V těchto výrobcích se skrývá dlouhodobá snaha producentů a zpracovatelů dřeva o materiálové využití tenkého dřeva z lesních výchovných těžeb, části těžebních zbytků a dále snaha o vhodné využití odřezků a kusového odpadu, které vznikají při zpracování dřeva, a konečně snaha o zužitkování drobných částic (pilin, hoblin a třísek) z řezání a opracování dřeva.

Aglomerované materiály zásadně ovlivnily celkové využití dřevní hmoty, včetně dříve obtížně využitelných nejdrobnějších částic, tj. pilin a hoblin. Díky aglomerovaným materiálům výrazně stouplo průmyslové využití dřeva a téměř byl odbourán pojem dřevní odpad – pojem v šedesátých letech ještě velmi často používaný. Nové materiály v průběhu jejich vývoje měly, a i dnes mají, některé nepříznivé vlastnosti, např. vyšší hmotnost, nižší mechanické vlastnosti než masiv, nepřírozený vzhled, většinou je nelze používat v exteriéru apod. V praxi ale silně převážily kladné vlastnosti aglomerovaných materiálů a již zmíněná možnost zpracovat jinde obtížně zpracovatelné tenké dřevo a dřevěný odpad. Dalšími přednostmi desek jsou velkoplošnost, konstantní tloušťka, je odstraněn anizotropní charakter dřeva, materiál je bez vad, povrch je hladký, lze na něj lepit dýhy a folie nebo jej potiskovat barvou nebo dezénem dřeva. Mezi přednostmi je i možnost vyrábět širokou škálu druhů pro různá použití a tvarové výlisky.

Celosvětově v průběhu vývoje a postupného zdokonalování výroby aglomerovaných materiálů bylo vykonáno velké množství výzkumné práce a zkonstruována řada jednoúčelových zařízení. Mezi důležité lze zahrnout i práce ŠDVÚ Bratislava, VVÚD Praha, VŠLD Zvolen, Královopolské strojírny Brno a také práce ve všech závodech, ve kterých byla postupně výroba aglomerovaných materiálů zaváděna.

Mezi zajímavý, ale prakticky nevyužitý, lze zařadit patent č. 56350 Felixe Pföhla z Liberce z roku 1936 na „Desky pro nábytkové a stavební truhláře“. Patent uvádí princip výroby třívrstvých desek z hrubých a jemných listkových třísek nebo dýh, není uvedena ale jejich vzájemná orientace. Dnes bychom mohli říci, že se jedná o předchůdce OSB desek. Zajímavý

je údaj „destičky se namočí do lepidla, načež se přebytek lepidla odstředivou silou z nich odstraní“. Autor patentu neznal zřejmě nanášečku lepidla ve vznosu, také o způsobu vrstvení nebo přídavku parafinu není nic uvedeno. Na základě tohoto patentu proběhly koncem 30. let zkoušky ve firmě Dyas-Uherský Ostroh. Průmyslová výroba nebyla bohužel zavedena. Firma byla nucena se orientovat na válečnou výrobu zejména leteckých překližek.

Přestože se v odborné literatuře obvykle uvádí, že v bývalém Československu první výroba DTD byla v Bučině Zvolen od roku 1949 a první výroba DVD byla v Solo Sušice, skutečnosti jsou trochu jiné. Zřejmě první měkké DVD začaly koncem čtyřicátých let dodávat pod značkou Hobra Úpské papírny Broumov. Rozvlákňování dřeva bylo prováděno broušením, pro vysoké výrobní náklady a údajný nedostatek vhodného kvalitního brusného dřeva se však výroba nerozšířila. Za první domácí průmyslově vyráběné drťovky (počáteční název pro dřevotřískové desky včetně zvolenských Bukasek), lze považovat dle Ing. Očenáška výrobu třískových desek ve Zlíně. U firmy Baťa byl v roce 1944 zahájen vývoj a v roce 1948-49 byl v tehdejší Svitě třísměnný polopřevoz s měsíční výrobou 4 000-5 000 m² s formátem 100 × 100 cm. Z těchto desek byl vyráběn nábytek, obklady, přepážky a podlahy. Bohužel zkušenosti z této výroby nebyly doma ani v zahraničí využity. Pro výrobu třísek bylo zřejmě využíváno zbytků z výroby dřevěných kopyt pro produkci obuvi.

Počátky průmyslové výroby aglomerovaných materiálů v ČR

Za zcela zásadní krok rozšíření aglomerovaných materiálů v ČSR lze uvést zavedení licenční výroby DTD podle Fahrniho patentu v Bučině Zvolen od března 1949. Jednalo se o třívrstvé desky, střed tvořila drť (třísky) a povrchy jemné lístkové třísky. Byla to první deska z listnaté suroviny – buku na světě. Hned od počátku získala značnou oblibu u domácích zpracovatelů, zejména nábytkáři ji přivítali a navrhli řadu využití včetně výrobků bez dýhování. Také monopolní exportér Ligna velmi brzy začal s vývozem do celého světa (podniku např. přišla i nesplnitelná objednávka na 100 000 m³ do Austrálie). Roční kapacita výrobní linky byla 15 tis. m³, v roce 1953 vyhořela.

V oblasti tvrdých DVD byl důležitý rok 1951, kdy byla zavedena do provozu první linka na výrobu tvrdé dřevovláknité desky vyráběné mokrou cestou v n. p. Solo Sušice. Zařízení dodala švédská firma Sunds Defibrator a výrobek měl ihned od počátku velmi dobrou kvalitu a rychle si získal značnou oblibu pod obchodním názvem Sololit. Výroba měkkých DVD se v tomto závodě nikdy neprováděla. Velmi brzy po zahájení výroby Sololitu začal kombinát Smrečina v Banské Bystrici s výrobou tvrdého Smrekolitu a později také s výrobou měkkého

Izoplatu. Již v roce 1953 je uváděna možnost vyrábět z tvrdých DVD voštinové desky s mřížkovou voštinou zhotovenou také z DVD. Výroba voštinových desek se v Solu Sušice udržela téměř až do ukončení výroby v devadesátých letech. Stejným způsobem z nakoupeného materiálu byly od padesátých do osmdesátých let dvacátého století v menších objemech vyráběny voštinové desky v DDL Lukavec.

Za počátek průmyslové výroby třískových desek v ČR lze pokládat výrobu pilinových desek Jespil v Rejholeticích, dnes součásti Loučné nad Desnou, kde byla na základě vývojových prací Výzkumné laboratoře n. p. Solo Sušice na přelomu let 1951/52 zavedena výroba desek z tříděných pilin. Lepidlo se nanášelo dýzami, používal se předlis a jako hlavní lis byl užít Královopolský překližkárenský lis HBR4. Desky o rozměrech 1 200 × 2 100 mm měly maximální tloušťku 17 mm. Ještě v roce 1952 byly provedeny úspěšné zkoušky s lisováním pilinových desek pláštěvaných poddýžkou nebo tvrdou DVD při jednom lisovacím cyklu.

Do počátku výroby třískových desek patří také představa o využití drobného suchého odpadu (hoblin a pilin) ve většině větších dřevozpracujících závodů na jednoduchou vlastní výrobu „třískových“ desek. Tyto tzv. přístavné linky, většinou bez kvalitních nanášeček lepidla, s ručním vrstvením, občasným provozem a nízkou kvalitou výrobků, pracovaly např. v DZP Praha, Interieru Praha, Interieru Bystřice u Benešova, tužkárně KOH-I-NOOR v Českých Budějovicích a v překližkárně v Solnici. Tyto jednoduché linky domácí výroby (Královopolská strojírna Brno, VVÚD Praha, strojní provozy podniků) koncem padesátých let pro neohospodárnost a nízkou kvalitu zanikly.

Za důležitou v rámci ČR lze považovat linku klasických, stále jednovrstevných desek v n. p. ZPD Dyhářna Kralupy n. Vltavou (uvedení do provozu r. 1957). Linka byla projektována jako vzorová linka VVÚD Praha, s většinou československým zařízením. Byla používána cíleně vyráběná tříska. Linka ale po několika letech vyhořela a nebyla již obnovena.

Přehled podniků průmyslově vyrábějících aglomerované materiály v ČR

Solo Sušice – od r. 1951 výroba tvrdých dřevovláknitých desek mokrou cestou v surovém provedení, dále ve vlhkuvzdorném provedení, část také jako jednostranně laminované a v provedení krycí barvou (nejprve polévanou, později navalovanou). Postupně byly uvedeny do provozu 3 linky s celkovou kapacitou 80 000 m³. Výroba byla ale od r. 1998 zastavena a výrobní budovy a zařízení zcela zlikvidováno. Veškerá tvrdá DVD je dnes do ČR importována.

Středomoravské dřevařské závody v Břeclavi – od r. 1975 v provozu linka na výrobu tenkých tvrdých DVD vyráběných suchou cestou, podkladem byly rozsáhlé výzkumné práce ŠDVÚ Bratislava. Výroba byla ale pro řadu technických problémů a nižší kvalitu zastavena koncem osmdesátých let.

Dřevozpracující družstvo Lukavec (DDL) - koncem šedesátých let byla zahájena výroba jednovrstvých DTD, druhá česká výroba po Loučném. Část zařízení dodávala KPS Brno, linka v roce 1969 vyhořela. V roce 1971 byla dána do provozu nová linka s jednoetážovým lisem (od firmy Austraplan). Jednalo se o první velmi kvalitní třívrstvou desku, kde v povrchových vrstvách bylo vlákno vyrobené defibrátorem. Desky byly dodávány broušené a záhy patřily k velmi oblíbeným mezi nábytkáři. V roce 1983 byla uvedena do provozu nová linka se sedmietážovým lisem Simpelkamp s projektovanou kapacitou 80 000 m³ při tloušťce 18 mm. Dnes má tato linka roční kapacitu 135 000 m³.

Malá část výroby DTD desek byla mezi roky 1970-1990 kaširována PVC folií. Část produkce se, jako první v republice, od roku 1986 v celých formátech dýhovala nakoupenými sesazenkami. Větší část surových DTD se formátuje na přířezy na formátovacích pilách GIBEN a ANTON dle požadavků odběratelů. Jako první česká dřevařská firma DDL zavedlo normu ISO 9002. Od roku 1991 byla zahájena výroba MDF desek s dnešní produkcí 90 000 m³. K výrobě vlákna se používá defibrátor (dodaný firmou Sunds Defibrator), lis je 4 etážový od firmy Diffenbacher. Část MDF desek se prodává na domácím i zahraničním trhu, část těchto desek se přímo v Lukavci od roku 2009 zpracovává na robotických pracovištích pro výrobu kompletních nábytkových dílců bez povrchové úpravy.

V roce 1998 DDL zakoupilo technologii pro laminování desek od firmy Čemolen Humpolec, kde byla výroba laminovaných pazdeřových, respektive pazdeřo-dřevotřískových desek, a která byla v tomto roce zcela zrušena. Po odkoupení technologie DDL vytvořilo dceřinou firmu DH Dekor, která klasicky laminuje část produkce DTD a MDF vyrobené v Lukavci.

Jihlavské dřevařské závody (od 1995 Kronospan s. r. o.). V roce 1960 byla zahájena výroba jednovrstvé DTD formátu 122 × 244, na tehdy velmi moderním jednoetážovém kontinuálním lisu anglické firmy Barthrev. Desky nebyly broušeny a egalizovány a měly značné tloušťkové tolerance a často hrubý povrch. Při výrobě byla také velká spotřeba elektrické energie na vytápění článků lisovacích pásů. Počátkem osmdesátých let byla tato výroba zastavena. V roce 1982 byl zahájen provoz nové, po dlouhou dobu největší linky na výrobu DTD v ČR. Na 15 etážovém lisu byly vyráběny třívrstvé desky. Projektovanou kapacitu 150 000 m³ se od roku 1995 nové firmě Kronospan podařilo technicko-organizačními

opatřeními zvednout až téměř na 340 000 m³. Od roku 1989 byla v tomto závodě také v provozu linka s tříetážovým lisem na tenké DTD tloušťky 3-10 mm. Od poloviny devadesátých let tato linka produkovala desky tloušťky 8-16 mm s kapacitou přibližně 75 000 m³ ročně.

V polovině devadesátých let firma krátce provozovala přířezovnu ve Volarech. Od roku 1995 byly postupně zavedeny 4 krátkotaktové laminovací lisy. Od roku 2009 je také v provozu nový vysoceproduktivní laminovací lis Womhoner. Laminovací papíry s nánosem pryskyřice jsou nakupovány. Dnes se asi 50 % veškeré produkce závodu vyváží. V roce 1999 firma investovala více než 1 mld. Kč do rekonstrukce a modernizace výroby a sušení třísek pro DTD.

Zásadní změnou byla také instalace prvního kontinuálního lisu, na kterém v roce 2005 začala výroba OSB desek lepených melaminformaldehydovým lepidlem. Po počátečních odbytových potížích se tyto desky rychle ujaly na domácím i zahraničním trhu. V poslední době věnovala firma velkou pozornost vývoji OSB desek pojených bez užití močovinoformaldehydových a melaminformaldehydových lepidel. Od roku 2009 jsou tyto desky vyráběny pod názvem OSB ECO, k lepení je použito polyuretanové lepidlo. Další modernizací v tomto závodě bylo postupné instalování 2 kontinuálních lisů Contiroll na výrobu DTD. V současné době firma také vyrábí jednovrstvé QSB desky lepené MUF lepidlem.

Severomoravské dřevařské závody Šumperk, závod Loučná (později firma PAY-WOOD Loučná nad Desnou). Výroba již dříve popsaných pilinových desek byla provozována v letech 1952-99. Část desek např. Čemolen Humpolec laminoval. Roční produkce na desetietážovém lisu Pagnoni formátu 122 × 275 byla 20 000 m³. Desky byly pevné, kvalitní, v závodě ale nikdy nebyly broušeny. Firma zanikla v polovině minulého desetiletí.

Severomoravské dřevařské závody Šumperk, závod Vrbno (od začátku devadesátých let Dřevokombinát Vrbno pod Pradědem). V roce 1962 byla dána do provozu linka s kapacitou 34 000 m³, kde většina zařízení byla vyvinuta a vyrobena ve VVÚD Praha a KPS Brno. Jako první rozsáhlá rekonstrukce tehdejších závodů na výrobu DTD byla provedena v roce 1977 rekonstrukce závodu ve Vrbně pod Pradědem a zajištěna nová linka s kapacitou 80 000 m³. Další rekonstrukce úseku přípravy třísek byla provedena v roce 1989. V roce 1970 bylo započato s výrobou tvarových surových i laminovaných výrobků Werzalit. Tyto výrobky se později vyráběli pod názvem Optalit. Od roku 1995 se menší část DTD desek laminovala na zařízení od firmy Sunds Defibrator. Firma byla také dlouhou dobu hlavním dodavatelem DTD se zvýšenou odolností proti vlhkosti, lepených PF lepidlem.

Dřevokombinát Vrbno postihly v červenci 1997 rozsáhlé záplavy, které výrazně zhoršily ekonomickou situaci. Odpovědné státní orgány včetně ministerstva dopravy firmě téměř žádnou pomoc neposkytly. I když byla výroba po záplavách obnovena v plném rozsahu, v důsledku ekonomických a konkurenčních potíží byla výroba plošných desek v roce 1999 ukončena a zařízení prodáno. Ve stejné době byla ukončena i výroba tvarových výrobků Optalit.

Jihočeské dřevařské závody Volary (později od devadesátých let Šumavské dřevařské závody) – od roku 1964 byla v provozu první linka na výrobu DTD. Nová linka s kapacitou 80 000 m³ na třívrstvé desky byla v provozu od roku 1978. V letech 1990-1992 byla provedena rekonstrukce a instalovány nové vrstvicí stanice a lepidlové hospodářství. V polovině 90. let byla zavedena výroba přířezů z DTD. Po změně několika majitelů byla výroba od roku 1998 zastavena a zařízení demontováno, zejména kvůli ekonomickým a konkurenčním problémům.

Závody na překližky a dýhy Hodonín (dnes název Ploma) – jedna z největších linek (kapacita 120 000 m³) byla v provozu od roku 1981, kdy nahradila starší linku z roku 1964, s kapacitou 30 000 m³, která vyhořela v roce 1966. Provoz byl poté obnoven a v roce 1980 rekonstruován. Třísky byly z větší části vyráběny z listnatého dřeva, používalo se dýhárenských nálupů a zbytkových válečků. Desky patřily vždy mezi nejjakostnější, vhodné pro laminování. Závod z části vyráběl desky lepené PF lepidlem. V osmdesátých a devadesátých letech část produkce laminovala firma Interiér Říčany. V polovině devadesátých let byla zamýšlena výroba OSB desek. Výrobní linka z roku 1981 byla v roce 1999 modernizována. Výroba DTD byla v Hodoníně ukončena v roce 2004. Firma se v současné době věnuje výrobě překližek a laťovek.

Výroba výtlačně lisovaných DTD – probíhala od r. 1961 krátce v Solnici, od roku 1965 v Jihočeských dřevařských závodech v Suchdole n Lužnicí a hlavně od r. 1970 v Rudných dolech, závod Rýmařov, s hlavním využitím pro domky Okal. V osmdesátých letech byly výtlačně lisované desky předmětem kritiky pro značný únik volného formaldehydu. Počátkem 90. let byly všechny výroby zastaveny. Výtlačně lisované desky se v zahraničí ale v omezeném množství vyrábějí stále, do ČR se v současné době dovážejí především pro výrobu vnitřní výplně dveří se zvýšenou požární odolností.

Výroba pazdeřových a pilinopazdeřových desek – jednoduchá manuální výroba desek z lněného pazdeří byla zahájena v závodě Českomoravský len Humpolec v roce 1958. Do té doby se lněné pazdeří spalovalo. Průmyslová linka na pazdeřové desky byla uvedena do

provozu v roce 1961 v závodě Čemolen Veselí n Lužnicí na formáty šířky 122 cm. Po dobrých zkušenostech byl uveden v roce 1965 do provozu další závod s roční kapacitou 30 000 m³ v Humpolci. V tomto závodě se také v roce 1972 začalo s prvním laminováním desek v ČSR, včetně přípravy pryskyřic. Bylo využito zkušeností s výrobou umakartu v Syntezii Pardubice, papíry byly většinou dodávány z podniku KRPA Hostinné. Laminace byla prováděna horkostudeným lisem Diffenbacher s velkou spotřebou energie. Část desek pro použití ve stavebnictví byla v závodě Veselí tmelena polyesterovými tmely.

Od roku 1980, v důsledku nedostatku pazdeří, bylo v závodě Veselí instalováno zařízení na sušení a třídění nakupovaných pilin a roztřískovače na dřevní surovinu. V 90. letech postupně piliny a třísky úplně nahradily pazdeří v obou závodech. Počátkem devadesátých let došlo k vytvoření dvou samostatných firem.

Českomoravský len Humpolec (dnes DH Dekor) – do roku 1998 byly vyráběny pazdeřopilinové desky, výroba je dnes zastavena. V plném provozu firmy DH Dekor jsou dvě laminovací linky na krátkotaktové horké laminování. Impregnované papíry jsou také prodávány, např. podniku Kronospan, surové desky se nakupují.

Českomoravský len (od r. 1991 Lužan), dnes firma Grena Veselí n Lužnicí – vyrábí od roku 1961 desky se šířkou 122 cm. Část desek je laminována na KT lisu, část desek včetně nakupovaných tenkých DTD je jednostranně nebo oboustranně kaširována dokončenou nebo nedokončenou fólií. V současné jsou používány i folie s vysokým leskem. Část desek se také dýhuje. Firma vyvinula, a od r. 1999 vyrábí, jako jediná v ČR desky s požární odolností (Grenamat), které tvoří expandovaná slída (vermikulit) a přídavek dřevěných třísek. Desky dosahují stupně hořlavosti A, B, C1.

Interier, závod Říčany, později Alfa Říčany – od roku 1978 nově postavený závod, který krátkotaktovým způsobem laminoval nakupované DTD a z části vyráběl kancelářský nábytek. Dlouho byl jako hlavní desén lisován světlý dub, laminovací papír byl dodáváný Krkonošskými papírnami Hostinné. Od konce osmdesátých let se v závodě laminovalo dvěma lisy, u kterých byla lisovací doba 25 s. Lisovalo se několik desítek vzorů domácích i dovozových papírů. Závod si vždy připravoval vlastní laminovací pryskyřici. Laminování bylo zastaveno v roce 2005 a v roce 2008 byla ukončena také výroba nábytku.

Hlavní výrobci velkoplošných materiálů na bázi dřeva v ČR:

V této kapitole jsou uvedeni nejdůležitější současní výrobci velkoplošných materiálů na bázi dřeva, základní charakteristika vyráběných produktů a odkazy na webové stránky. Producenti jednovrstvých masivních deskových materiálů nejsou zahrnuti vzhledem k nejasnosti statistických údajů a velkému množství drobných podniků.

Vícevrstvé desky z masivního dřeva

AGROP NOVA, PTENÍ – Výroba 3- a 5- vrstevných desek z masivního dřeva, bednicích desek a dřevěných podlah.

<http://www.agrop.cz>

Dýhy:

DANZER BOHEMIA, HORNÍ POČAPLY – Výroba loupaných i krájených dýh, kořenicové dýhy, mikrodýh a speciálního produktu s unikátní kresbou – Vinterio. Společnost Danzer umožňuje také zakázkovou výrobu dýh pro maloodběratele z dodaného výřezu.

<http://www.danzer.cz/>

Překližované materiály:

PLOMA, HODONÍN – Výroba truhlářských i stavebních překližek, foliované překližky, překližky se sníženou hořlavostí, celobukové překližky určené pro namáhané nábytkové dílce, laťovek a ostatních dýhovaných materiálů.

<http://www.ploma.cz/>

DYAS EU, UHERSKÝ OSTROH – Výroba truhlářských i stavebních překližek, celobukové vícevrstvé překližky, překližky se sníženou hořlavostí, interiérové překližky pojené lepidlem bez formaldehydu (PVAC), protihlukové a antivibrační překližky, tvarových výlisků.

<http://www.dyas.cz/>

ALFA PLYWOOD, SOLNICE – Výroba vodovzdorných a truhlářských překližek, laťovek a kombinovaných desek (překližky opláštěvané tvrdou dřevovláknitou deskou).

www.alfaplywood.cz

OSB desky

KRONOSPAN CR, JIHLAVA – Výroba OSB desek lepených polyuretanovými lepícími směsí bez obsahu formaldehydu a speciálních povrchově upravených OSB desek se sníženými a přesně definovanými hodnotami difúzního odporu určených k plnění funkce parobrzdy v difúzně otevřených konstrukcích. <http://www.kronospan.cz/>

Dřevotřískové desky:

KRONOSPAN CR, JIHLAVA – Výroba surových i laminovaných dřevotřískových desek, pracovních desek, v tloušťce 28 – 50 mm a dřevotřískových desek pro použití v prostředí se zvýšenou vlhkostí. Tyto dřevotřískové desky se také vyrábějí opláštěvané fenolickou fólií a v této variantě jsou určeny pro použití jako bednicí a šalovací desky. Dále výroba jednovrstvé dřevotřískové desky QSB (obdobu multifunkčních panelů) pro nosné účely v prostředí se zvýšenou vlhkostí a dekorativních laminátů.

<http://www.kronospan.cz/>

DŘEVOZPRACUJÍCÍ DRUŽSTVO LUKAVEC – Výroba surových, dýhovaných a laminovaných dřevotřískových desek. Podnik nabízí i dřevotřískové desky s nadstandardními fyzikálními a mechanickými vlastnostmi, dekorativní lamináty a impregnované papíry. Novinkou je možnost využití laminace desek originálním motivem dekoru navrženým architektem, nebo přímo grafickým návrhem či fotografiemi dodanými zákazníkem (www.designconcept.cz).

<http://www.ddl.cz/>

GRENA, VESELÍ NAD LUŽNICÍ – Výroba klasických dřevotřískových desek, jednovrstvých dřevotřískových desek GSB (obdobu multifunkčních panelů), protipožárních, nehořlavých a žáruvzdorných desek (kombinace dřevních částic a expandovaného vermikulitu), a dřevoplastových desek a systémů (směs dřevních částic a termoplastického propylenu).

<http://www.grena.cz/>

Dřevovláknité desky – MDF:

DŘEVOZPRACUJÍCÍ DRUŽSTVO LUKAVEC – Výroba surových, frézovaných, laminovaných, a dýhovaných, dřevovláknitých desek se střední hustotou (MDF): - ultralehkých MDF (450 – 550 kg/m³), - lehkých MDF (550 -650 kg/m³), - MDF (700 – 820 kg/m³), - MDF pro hloubkové frézování (> 800 kg/m³). Klasické MDF desky i v barevném provedení.

<http://www.ddl.cz/>

Cementotřískové desky:

CETRIS, HRANICE NA MORAVĚ – Výroba cementotřískových desek bez povrchové úpravy anebo s povrchovou úpravou, s hladkým povrchem nebo reliéfem. Výroba akustických desek s vyvrtanými otvory.

www.cetris.cz

Cementovláknité desky:

CEMVIN (ČESKÉ DŘEVAŘSKÉ ZÁVODY PRAHA), ČERTOUSY – Výroba průmyslových a fasádních cementovláknitých desek v přírodním provedení bez povrchové úpravy nebo s impregnačním nátěrem.

<http://www.cemvin.cz/>

Někteří producenti nabízejí k prodeji i ostatní materiály na bázi dřeva vyráběné v jiných výrobních závodech v rámci evropských korporátních společností.

Výrobci velkoplošných materiálů na bázi dřeva v EU

Většinu významných evropských výrobců materiálů na bázi dřeva lze nalézt na webových stránkách sdružení **European Panel Federation** (www.europanel.org) v sekci Products & Producers.

Výroba lepených nosníků a konstrukčního dřeva v ČR

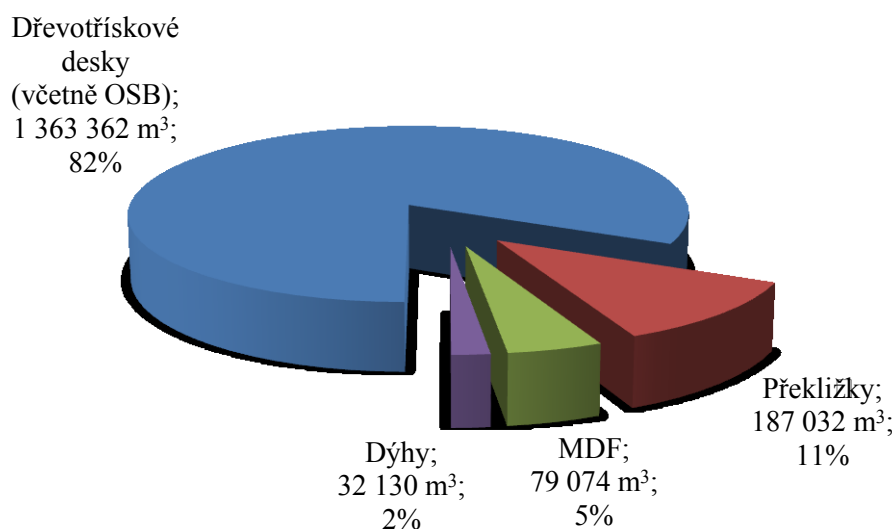
Mezi největší tuzemské výrobce lepených nosníků patří firmy Haas Fertigbau Chanovice www.haas-fertigbau.cz, Mayr-Melnhof Holz Paskov www.mm-holz.com a Lepené dřevěné konstrukce Tesko (České dřevařské závody Praha) www.konstrukce-tesko.cz.

Zřejmě největší výrobce konstrukčního dřeva (KVH a BSH) je společnost Stora Enso Wood Products Ždírec www.storaenso.com.

Produkce velkoplošných materiálů v ČR

Mezi dnešní nejrozšířenější a nejvíce používané velkoplošné materiály patří: třískové desky (výroba nábytku), vláknité desky se střední hustotou (nábytek – frézované, tvarové prvky), desky z velkoplošných orientovaných třísek a překližky (stavebnictví, obaly) a izolační vláknité desky. V budoucnu lze předpokládat zejména rozvoj výroby materiálů a sendvičových panelů přímo pro konkrétní způsob použití.

Následující graf zobrazuje vyráběné množství a procentuální podíl pro jednotlivé druhy materiálů na bázi dřeva. OSB desky jsou započítány do produkce dřevotřískových desek, měkké ani tvrdé vláknité desky nejsou v současné době v ČR vyráběny.



Obrázek 2-1: Produkce velkoplošných materiálů na bázi dřeva v ČR za rok 2010
(dopočet dle FAOSTAT)

3. Vlastnosti materiálů na bázi dřeva

Dřevo a jeho vlastnosti

Se dřevem se lidé setkávají v každodenním životě již několik tisíc let. Zatímco při výrobě nábytku je potenciál dřeva přiměřeně zužitkován, ve stavebnictví na své masivní využití dřevo teprve čeká. Je to způsobeno především tím, že vlastnosti dřeva jsou oproti jiným materiálům používaným ve stavebnictví značně odlišné. Ačkoliv poměr nízké objemové hmotnosti a vysoké pevnosti (v porovnání s ostatními stavebními materiály) zajišťuje dřevu výborné předpoklady pro použití v konstrukcích, často se hovoří o těchto překážkách bránících jeho širšímu využití:

- hygroskopicitě (schopnost látek pohlcovat vlhkost) a s ní spojených změnách rozměrů při změně vlhkosti
- nehomogenitě (různorodost struktury, kvality a vlastností)
- anizotropii (nestejněměrnost vlastností v různých směrech – mechanické vlastnosti v podélném směru několikanásobně převyšují vlastnosti v příčném směru)

Hlavním důvodem, který vedl k vývoji materiálů na bázi dřeva, byla snaha o výrobu produktů využívajících příznivé vlastnosti dřeva (izolační vlastnosti, snadná obrobitelnost, příznivé působení na prostředí, nízké výrobní nároky na energii ...) a zároveň překonávajících jeho nevýhody.

Protože dřevo je materiál tvořený z vláken, který sesychá/bobtná pouze ve směru kolmém na vlákna, lze rozměrové změny materiálů na bázi dřeva minimalizovat vhodným konstrukčním řešením, například tzv. křížovým lepením (lepením materiálu tak, že směry vláken jednotlivých vrstev jsou na sebe kolmé). Při výrobě aglomerovaných materiálů se dřevo nejdříve dezintegruje na drobné části a tyto drobné části se následně spojují do jednoho celku s uspořádáním podle požadavků na konečný produkt. Tímto výrobním postupem lze dosáhnout nižší vlhkostní roztažnosti.

Materiály na bázi dřeva také překonávají nehomogenitu přírodního dřeva a rozšiřují rozmanitost jednotlivých konstrukčních řešení. Ačkoliv tyto materiály, stejně jako použitá výrobní surovina, vykazují anizotropní chování, na rozdíl od dřeva, lze stupeň anizotropie kompozitních materiálů regulovat (například velikostí a orientací dřevních částic). To je další podstatná výhoda těchto materiálů, neboť jejich vlastnosti v jednotlivých směrech mohou být řízeny podle požadavků na konečný způsob aplikace.

Variabilita mechanických vlastností je u kompozitních materiálů také menší než v případě nehomogenního přírodního materiálu – dřeva (Baker, 2002).

Mezi další významné výhody materiálů na bázi dřeva patří:

- možnost výroby produktů v rozměrech, které jsou omezovány pouze použitou výrobní technologií
- možnost efektivnějšího využití přírodního materiálu
- snadnější přizpůsobení měnícím se požadavkům trhu
- v porovnání s ostatními materiály menší zatížení životní prostředí z důvodů minimální spotřeby chemických látek, které jsou ve výrobku obsaženy (Thelandersson, Larsen, 2003)



Obrázek 3-1: Materiály na bázi dřeva

Obrázek zobrazuje tyto materiály (zleva): spárovka, překližka, deska z orientovaných plochých třísek (OSB), dřevotřísková deska, izolační (měkká) vláknitá deska, vláknitá deska se střední hustotou (MDF), dřevo-plastová deska (WPC), sendvičový panel

Moderní materiály na bázi dřeva jsou vyráběny převážně ze sortimentů nízké kvality z rychle rostoucích druhů dřevin. Skutečnost, že surovina nízké kvality může být použita pro výrobu vysoce kvalitního produktu, je pokládána za jednu z největších výhod těchto materiálů a to

zejména v případech, kdy jsou pro výrobu používány malé průměry kulatin. Další výhodou je, že díky různým technologickým postupům mohou být z několika málo druhů dřevin vyráběny materiály se širokou škálou vlastností pro odlišné aplikace (Breyr, 1993; Štefka, 2002).

Mechanické a fyzikální vlastnosti materiálů na bázi dřeva

Na mechanicko-fyzikální vlastnosti (a na způsoby aplikace) materiálů na bázi dřeva mají výrazný vliv téměř všechny výrobní parametry. Mezi nejpodstatnější se obvykle uvádí: druh dřeviny, velikost, geometrie, orientace, formování a kvalita třísek, typ a množství použitého lepidla a přídavných látek a lisovací faktory (lisovací čas, teplota a tlak, rychlost uzavírání lisu, vlhkost, chemické reakce při lepení třísek, plastifikace, formát výrobku), které vzájemnou interakcí v průběhu lisování třískového koberce usměrňují zejména tvorbu hustotního profilu charakterizující rozložení hustoty v deskách.

Obvykle platí, že se zmenšující se velikostí částic se zlepšuje možnost jejich formování, což má za následek stoupající hustotu vyráběného materiálu. Současně také platí, že pro materiály se stejnou hustotou, se zmenšující se velikostí částic klesá pevnost.

Základní dřevní elementy, ze kterých jsou nejčastěji vyráběny aglomerované materiály, jsou zobrazeny na obr. č. 3-2.

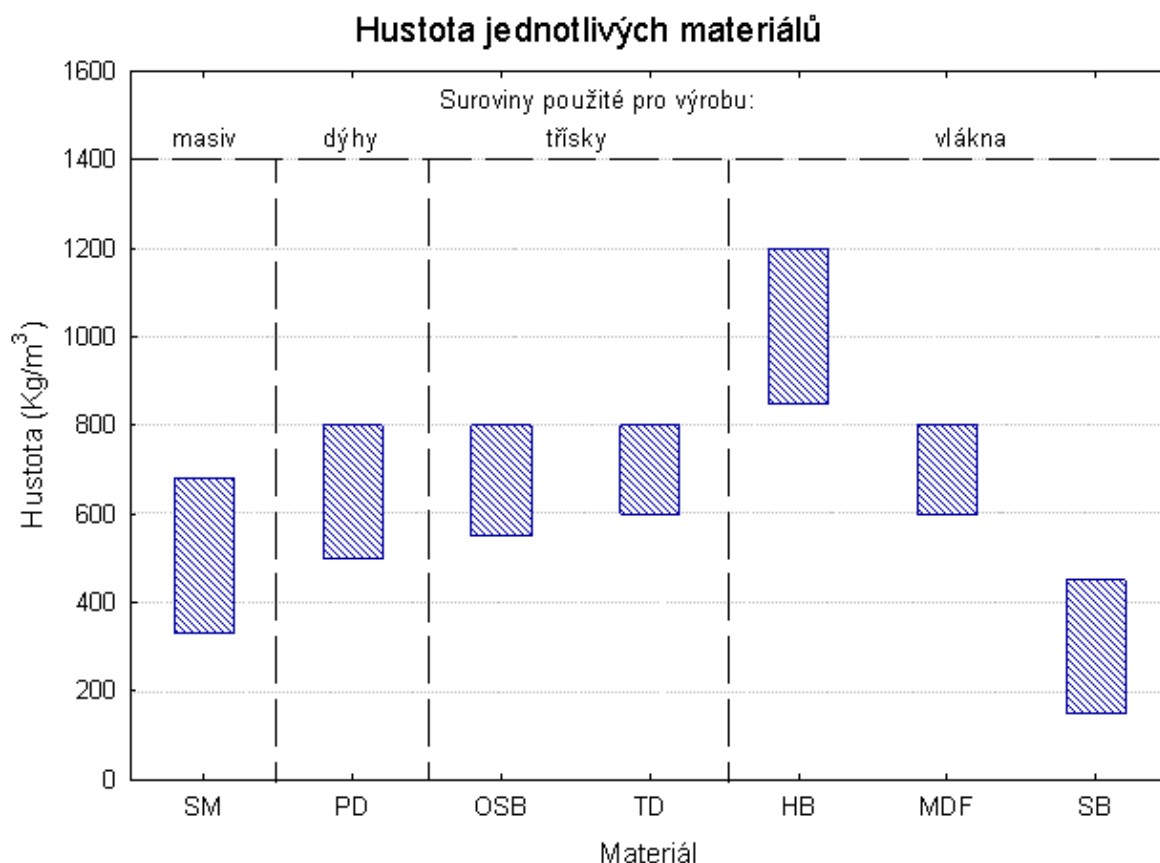


Obrázek 3-2: Dřevní elementy používané pro výrobu materiálů na bázi dřeva

Zleva shora: dýhy, velké ploché třísky pro výrobu OSB, bílá (papírenská) štěpka, štěpka pro výrobu třísek a vláken, třísky, vlákna

Způsob využití jednotlivých materiálů a jejich mechanicko-fyzikální vlastnosti se často odvozuje podle hustoty (nebo příčného hustotního profilu). Obecně platí, že s vyšší hustotou se mechanické vlastnosti materiálů zlepšují, ale při změnách vlhkosti také dochází ke většímu bobtnání (Strickler, 1959; Suchsland, 1962; Kelly, 1977; Wang et. al., 2000 a 2003).

Na obrázku č. 3-3 jsou zobrazeny rozmezí normovaných hodnot hustoty jednotlivých materiálů. V praxi se obvykle hustota materiálů na bázi dřeva pohybuje blízko spodní hranice intervalu, vlastnosti masivního dřeva jsou více variabilní a jsou rozloženy v celém intervalu.

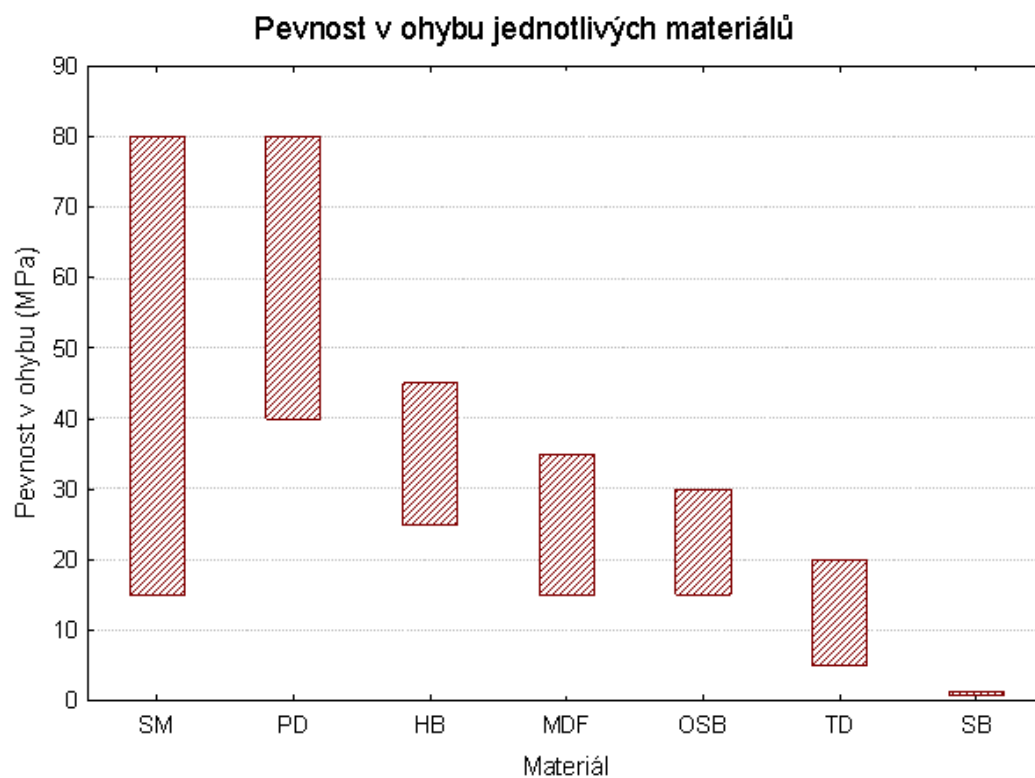


Obrázek 3-3: Hustota materiálů na bázi dřeva

SM – dřevo smrku, PD – překližky, OSB – desky z plochých orientovaných třísek, TD – třískové desky, HB – tvrdé vláknité desky, MDF – vláknité desky se střední hustotou, SB – měkké vláknité desky

U běžně vyráběných materiálů pro konstrukční účely mají povrchové vrstvy obvykle větší hustotu než vrstva středová (Xu, Winistorfer, 1995). Při namáhání v ohybu působí na konstrukční prvky největší napětí v povrchových vrstvách. Proto je výhodné vyrábět konstrukční materiály s příčným hustotním profilem ve tvaru písmene „U“ s větší hustotou povrchových vrstev než ve vrstvě středové. Takto vyrobené desky dosahují vyšších hodnot ohybové pevnosti a modulu pružnosti v ohybu než desky s rovnoměrným příčným hustotním profilem při stejné průměrné hustotě (Painter et. al., 2006a).

Pevnost v ohybu a modul pružnosti v ohybu jsou další základní charakteristické hodnoty, mající hlavní vliv na způsoby aplikace jednotlivých materiálů. Používají se zejména pro výpočty a dimenzování konstrukcí (Kuklík, 2005).



Obrázek 3-4: Pevnost v ohybu materiálů na bázi dřeva

SM – dřevo smrku, PD – překližky, HB – tvrdé vláknité desky, MDF – vláknité desky se střední hustotou, OSB – desky z plochých orientovaných třísek, TD – třískové desky, SB – měkké vláknité desky

4. Základní faktory ovlivňující mechanické a fyzikální vlastnosti materiálů na bázi dřeva

Dřeviny používané k výrobě

Dřeviny používané pro výrobu masivních materiálů

Pro výrobu materiálů z masivních částí dřeva se používají téměř všechny druhy dřevin, nejčastěji **smrk**, **borovice**, **dub**, **buk**, v závislosti na plánovaném účelu využití. Smrk je suverénně nejvyužívanější dřevinou. Zejména vzhledem k velmi dobrému poměru mezi hmotností a pevností se často používá v masivní formě pro výrobu nosníků a konstrukčních materiálů, pro výrobu spárovky, středových částí laťovek, středových vrstev u překližek (loupaná dýha), anebo jako spodní protitahová vrstva u 3vrstevných podlahových dílců. Je vhodný také pro výrobu třísek a jeho chemické složení umožňuje jeho využití i pro výrobu vláken a buničiny. Borovice má podobné vlastnosti, ale kvůli vyššímu obsahu pryskyřice se hůře klíží, lakuje a moří. Její výhodou je velmi dobrá proimpregnovatelnost. Z dubu se nejvíce vyrábí odolné masivní prvky s dlouhou trvanlivostí, obsahuje ale velké množství tříslovin. Buk má pevné a tvrdé dřevo, které lze využít pro výrobu ohýbaných masivních prvků i pro výrobu vláken. Zužitkovat lze například i trvanlivá exotická dřeva na obklady a pro výrobu okenních hranolů a třeba i bambus pro vícevrstvé podlahové materiály.

Dřeviny pro výrobu krájených dýh

Výroba okrasných krájených dýh se provádí především z exotických dřevin (mahagon, teak, ovanul, koto a desítky dalších ...), z tuzemských dřevin se pak nejvíce využívá jasan, ořech, třešeň, dub, buk, jilm, javor a borovice. Používají se kvalitní silnější výřezy, hlavně z oddenkových částí kmene. Důležitým požadavkem, kromě vysoké jakosti, je zajímavá barva dřeva, případně rozdílné barevnosti mezi barvou jádra a běli a výrazná textura jako u jasanu. Rovněž kresba a viditelnost pórů u krájené dýhy může hrát důležitou roli. Z tohoto hlediska se může stát problémem využití dřeva z mladších stromů, kde je nežádoucí výskyt široké světlé běli, nebo např. u některých typů ořechů, kde je často velmi světlá barva jádra i běli. Světlou běl lze sice při použití dýhy na nábytek odstranit, případně přimořit, ale jen za cenu nižší výtěžnosti, respektive vyšší pracnosti a ceny. Podobné problémy mohou být také u některých druhů borovic, výsledná kresba i barva může být výrazně ovlivněna velkým rozdílem v barvě mezi jarní a letní částí letokruhu. Také velmi široké letokruhy mohou být při výrobě zejména radiálně krájených dýh na závadu. V současné době patří mezi dřeviny s oblíbenou kresbou

třešeň a také střemcha pozdní (*Prunus serotina* – prodávána pod názvem americká třešeň). Z hlediska barevnosti a výskytu velkých dřevných paprsků může být v některých případech problematické využití dubu červeného. Ten je nutno pro dýhárný dodávat, zpracovávat a aplikovat na výrobky odděleně. Neobvyklá, nažloutlá barva, velká tvrdost a často nevyhovující rozměry a tvar jsou také omezující podmínky při použití akátu.

Důležitou podmínkou dýhárenského zpracování je udržení kvality dodávaného dřeva během dopravy a skladování. Obzvláště se jedná o problematiku nežádoucího zbarvení (borovice, topoly), případně vznik trhlín.

Dřeviny pro výrobu loupaných dýh

Loupané dýhy se nejčastěji vyrábějí z dřevin, které nemají příliš výraznou texturu (rozdíl mezi jarním a letním dřevem a mezi jádrem a bělí) jako je např. bříza, nebo jiné vzhledově méně zajímavé dřeviny.

Pro výrobu konstrukčních dýh na překližované desky se používá hlavně smrk, topol, borovice, buk, bříza, osika, lípa a olše. Lze využít i vejmutovku nebo douglasku, z tropických dřevin se využívají hlavně gabon (okumé), meranti a limba afr.

Pro výrobu loupaných okrasných dýh se používají cennější, barevně zajímavější dřeviny – jasan, javor, dub, jilm, ořešák, třešeň a ostatní ovocné stromy, borovice, modřín a řada tropických dřevin – mahagon, teak, ovanul, koto aj.

Výroba třísek

Pro výrobu třísek se používají především měkčí a nebo rychlerostoucí dřeviny, z důvodu úspory energie, nižšího opotřebovávání nástrojů a snížení prašnosti při výrobě třísek. Jedná se především o **smrk, jedli, topol, osiku, břízu**, využitelné jsou i **borovice a buk**. V podstatě lze pro výrobu třísek používat dřeviny, jejichž hustota leží v rozmezí 350 – 700 kg/m³. Nižší hustota výchozí dřevní hmoty vyvolává pokles pevnostních vlastností vyrobených třískových desek. Při použití dřevin o velmi vysoké hustotě se musí hustota desek enormně zvyšovat pro dosažení požadovaných vlastností a uzavřených hran desek (Štefka, 2002).

Dalšími základními parametry dřevin pro výrobu třísek kromě hustoty dřeva je roztřískovatelnost, podíl bělí a jádra a pH dřeviny. Z hlediska následného lepení třísek je významný i obsah doprovodných látek, jako jsou terpeny, pryskyřice (jehličnany), třísloviny (listánče), vosky, pektiny a anorganické látky (obsaženy zejména u tropických dřevin).

Technologické problémy může způsobovat také velká pryskyřičnatost dřeva a tím zalepování řezných nástrojů (hlavně borovice) a také dřeviny s vysokou tvrdostí, jejímž důsledkem je rychlé otupování nástrojů.

Třískové desky je možné vyrábět i z dalších lignocelulózových surovin jako je např. lněné a konopné pazdeří, stonky bavlníku, bambus, bagasa, papyrus, rýžová a obilná sláma, vlákna z kokosu apod. Do třískových desek lze přidávat i částice z kůry, ale pouze do množství 10 % do středové vrstvy. Větší podíl kůry již vede ke snižování mechanických vlastností desek.

Výroba vlákna

U dřevin pro výrobu vlákna je nejdůležitějším parametrem délka dřevních vláken, dobrá rozvláknitelnost a nízký obsah ligninu a hemicelulóz. Nejčastěji se používají dřeviny **smrk, borovice, topol, buk a bříza**.

Vlákno je výhodnější vyrábět z jehličnatých dřevin než z listnatých, které mají mnohem různorodější strukturu. Zatímco jehličnaté dřevo se skládá převážně z cévic, listnáče dále obsahují i cévy, libriformní vlákna a větší podíl parenchymatických (zásobních) buněk, které u některých listnáčů mohou mít podíl až 15 %, zatímco u jehličnanů je to cca 1 %. Počet dřevních elementů na prostorovou jednotku je u listnatých dřevin cca 3 – 5× vyšší, než u jehličnatých dřevin, ale vzhledem k jejich rozdílným rozměrům a struktuře není možné vyrobit vlákno uniformních rozměrů potřebné k produkci vláknitých desek. Z tohoto důvodu je výrobními podniky pro výrobu vlákna preferována jehličnatá surovina. Smrk má výhodnější poměr délky buněk k tloušťce buněčných stěn než borovice. Borovice navíc obsahuje i více doprovodných látek a pryskyřice (Kollmann a kol., 1975). Pro vyšší obsah pryskyřice, vyšší tvrdost a velmi tvrdé suky není vhodný pro výrobu vlákna ani modřín.

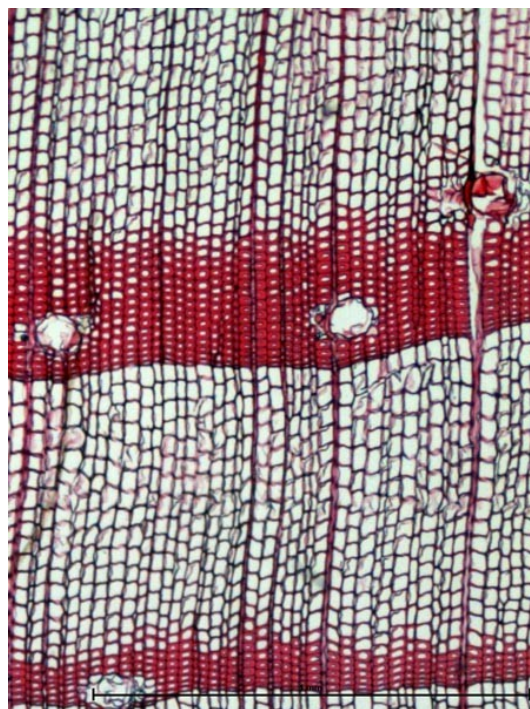
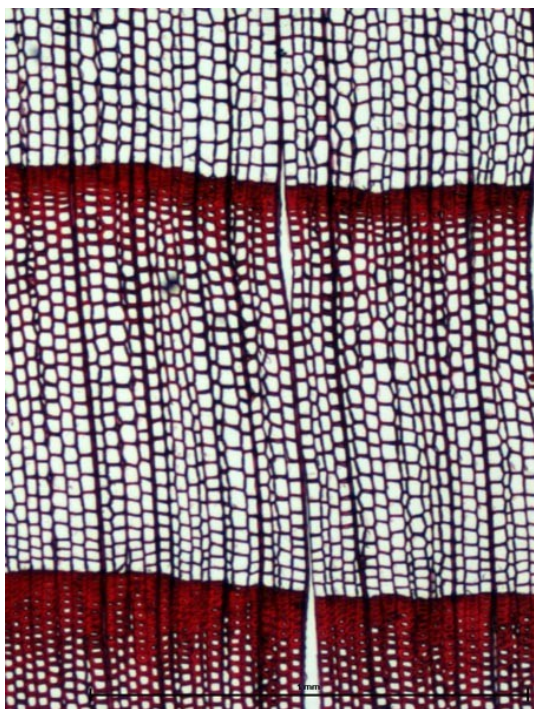
V případě výhodných cenových podmínek a dostupnosti suroviny se lze setkat i s výrobou vlákna z tvrdých listnatých dřevin (např. buku a dubu), které je obvykle přidáváno do směsi s vlákny jehličnatých dřevin. Dřeviny s vyšší hustotou mají také většinou tlustší stěny buněk, proto je u nich vyšší výtěžnost vlákna, ale vyrobené vlákno je méně kvalitní než u dřevin se stejnoměrnější skladbou dřeva a navíc je výroba energeticky náročnější.

Rozdíly v mikroskopické struktuře hlavních druhů dřevin znázorňují obrázky 4-1 a 4-2.

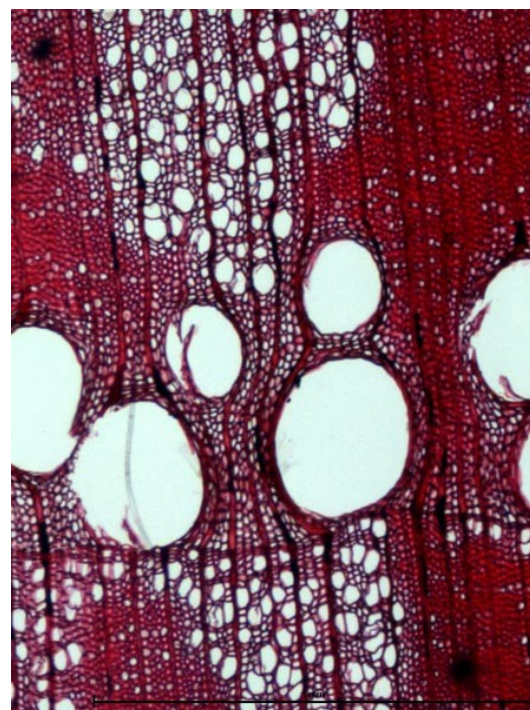
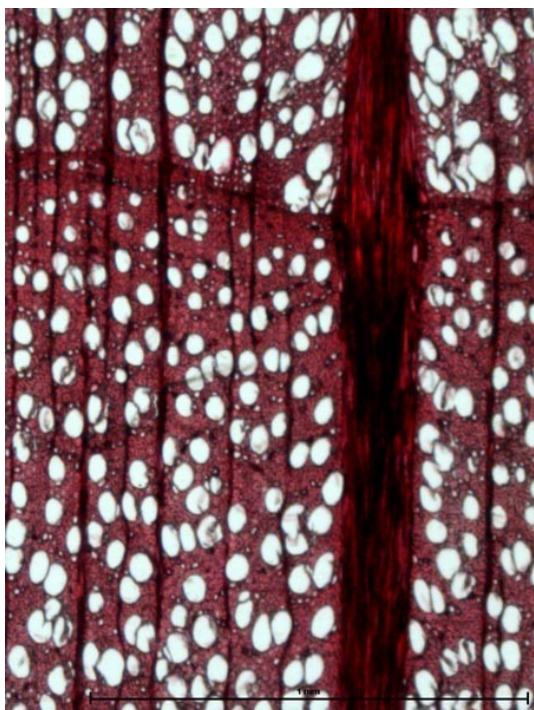
Smrk a borovice se mohou používat i pro výrobu papíru a buničiny. České celulózky v Paskově a ve Větrní používají pouze smrk, celulózka ve Štětí používá smrk i borovici.

Barva dřeva

Druh použité dřeviny určuje nejen výsledné mechanicko-fyzikální vlastnosti, ale ovlivňuje také barvu desek. Na výslednou barvu má dále vliv druh použitého lepidla a lisovací faktory (Peña, Rojas, 2006).



Obrázek 4-1: Mikroskopická stavba jehličnatých dřevin – příčný řez smrk (vlevo) a borovice, u které lze spatřit pryskyřičné kanálky. Vložené měřítko v pravém spodním rohu představuje vzdálenost 1 mm.



Obrázek 4-2: Mikroskopická stavba listnatých dřevin – příčný řez buk (vlevo) a dub. Velké otvory jsou cévy, které jsou u dubu několikanásobně větší v jarním dřevě než ve dřevě letním. Vložené měřítko v pravém spodním rohu představuje vzdálenost 1 mm.

Geometrie, velikost a orientace třísek

Kompozitní materiály na bázi dřeva vykazují, stejně jako použitá výrobní surovina, anizotropní chování. Nicméně, na rozdíl od dřeva, lze stupeň anizotropie kompozitních materiálů upravovat velikostí a orientací částic. To je další podstatná výhoda těchto materiálů, neboť jejich vlastnosti v jednotlivých směrech mohou být řízeny podle požadavků na konečný produkt. Také variabilita mechanických vlastností je u kompozitních materiálů menší než v případě nehomogenního přírodního materiálu – dřeva (Baker, 2002).

Již v minulosti se různí autoři zabývali studiem velikostí částic používaných pro výrobu velkoplošných materiálů a jejich vlivem na mechanicko-fyzikální vlastnosti (Brumbaugh, 1960; Kelly, 1977; Suchsland, 1968; Marra, 1992; Barnes, 2001). Obecně platí, že pro materiály se stejnou hustotou, se zmenšující se velikostí částic klesá pevnost. S rostoucí velikostí částic se současně také zvyšuje variabilita hustotního profilu a tím i potenciální vnitřní pnutí. Se zmenšující se velikostí částic se zlepšuje možnost jejich formování, což má za následek stoupající hustotu.

Suchsland (1968) dokázal, že pevnost v tahu u třískových desek je ovlivněna pevností jednotlivých slepených kontaktních ploch třísek. Při větší velikosti třísek se vzrůstajícím poměrem délka/tloušťka třísek vzrůstá velikost jejich překrývajících se částí a tím je umožněn lepidlu větší přenos sil.

Ovšem větší velikost třísek není vždy výhodná. Pro materiály, u kterých se předpokládá aplikace některého z druhů povrchových úprav, je naopak vhodnější použití jemnějších třísek, které vytvářejí hladší povrch. Se zvyšujícím se obsahem jemného podílu (zejména v povrchových vrstvách) se snižuje také potenciální stresové napětí v deskách, protože drobné částice vyplňují dutiny v místech s nižší hustotou a tím přispívají ke tvorbě rovnoměrnějšího hustotního profilu. (Han et. al., 2006, 2007).

Mechanicko-fyzikální vlastnosti a struktura desek nejsou ovlivňovány pouze samotnou velikostí a geometrií třísek, rozprostřením a formováním v průběhu lisování, ale také jejich orientací (Sharma, Sharon, 1993; Oudjehane et. al., 1998).

Jelikož mechanické vlastnosti dřeva jsou několikanásobně vyšší ve směru podél dřevních vláken než ve směru napříč vlákny, je orientace vláken jednotlivých třísek důležitým faktorem, který ovlivňuje pevnost v ohybu a modul pružnosti v ohybu materiálů na bázi dřeva (Geimer, 1985; Xu, 2002; Nishimura et. al., 2004).

Lisovací parametry

Proces lisování ovlivňuje vlastnosti výsledného produktu víc než kterákoliv jiná výrobní etapa. V průběhu lisování dochází k mnoha interakcím mezi fyzikálními faktory a k chemickým reakcím, jež dosud nejsou plně popsány. Polymery dřeva projevují širokou škálu chování v závislosti na teplotě, vlhkosti a lisovacím času. Od křehkého stavu při nízkých vlhkostech, teplotě a krátkém lisovacím času až po plastický stav při vysoké lisovací teplotě, vlhkosti a dlouhém času (Suchsland, 1962; Kamke, Casey, 1988).

Při tradičním lisování ve vyhřívaných etážových lisech (nebo v modernějších kontinuálních lisech) je třískový koberec formován mezi dvěma vyhřívanými kovovými deskami (pásky) až do úplného stlačení. Čas potřebný pro tento proces je závislý na rychlosti transferu tepla do středové vrstvy a času dostačujícího k odpovídajícímu vytvrnutí lepidla (Oudjehane et. al., 1998; Wang et. al., 2000).

Proces lisování se skládá ze tří etap: uzavírání lisu pro dosažení požadované tloušťky desky, stabilizované lisování požadované tloušťky a času otevírání lisu (Oudjehane et. al., 1998). **Uzavírací čas lisu** je faktorem, který nejvíce usměrňuje tvorbu příčného hustotního profilu desek. Hustotní profil v povrchových vrstvách se v podstatě vytváří v době mezi uzavíráním lisu a dosažením požadované tloušťky. Ve středové vrstvě se vytváří hustotní profil teprve poté (Hrázský, Král, 2000).

Lisovací čas je závislý především na rychlosti pronikání tepla do střední vrstvy desky, kterou ovlivňuje zejména vlhkost třískového koberce, teplota lisovací desky, tloušťka vyráběného sortimentu a použitá lepicí směs (Kelly, 1977). Např. močovino-melamin-fenolformaldehydová lepidla vyžadují lisovací čas okolo 10-15 s/mm tloušťky desky a teploty v rozmezí 160 až 220 °C (Kamke, Casey, 1989). Použití vyšší **lisovací teploty** zkracuje lisovací čas, ale zároveň snižuje mechanické vlastnosti desek (Geimer et. al., 1985).

Volbou **lisovacího tlaku** se může měnit stupeň zhuštění, zformování a jakosti lepení. Velikost lisovacího tlaku a typ lisovacího diagramu se projeví též v hustotě třískových desek (v hustotním profilu) a na ostatních fyzikálních a mechanických vlastnostech (Kelly, 1977; Hrázský, Král, 2000). Velikost lisovacího tlaku záleží na konkrétním typu materiálu a pohybuje se v rozmezí 0,6 MPa (měkké překližky) až 6 MPa (OSB). Pro některé speciální materiály se používá tlak ještě vyšší (Geimer et. al., 1998).

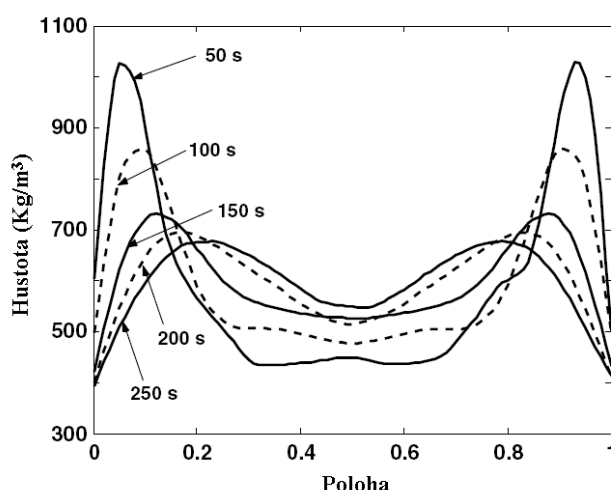
Vlhkost třísek také ovlivňuje rychlost přenosu tepla v průběhu lisování. Při procesu lisování je vlhkost přeměněna na páru, která pronikáním do středu desky napomáhá vytvrzování

lepidla a plastifikaci třísek. V případě nízké vlhkosti třískového koberce dochází k nižší plastifikaci povrchových třísek, což snižuje jejich schopnost formování (Kelly, 1977; Kamke, 2004).

Obsah vlhkosti dřevěných elementů při lisování ovlivňuje nejen délku času lisování ale i jejich stlačitelnost. Má také výrazný vliv na tvorbu příčného hustotního profilu. Vlhkost třísek v celém průřezu třískového koberce může být konstantní, nebo se může v jednotlivých vrstvách lišit. Větší obsah vlhkosti u třísek v povrchových vrstvách zapříčiňuje strmější příčný hustotní profil. Větší obsah vlhkosti v celém třískovém koberci také způsobuje větší rozdíl mezi hustotou povrchových vrstev a hustotou středové vrstvy (Kelly, 1977).

Příčný hustotní profil

Krátký uzavírací čas (dosažení max. lisovacího tlaku v co nejkratší době) má za následek velké zhuštění třísek v povrchových vrstvách třískové desky a naopak menší zhuštění třísek vrstvy středové (Hrázský, Král, 2000). Při pomalejším uzavírání lisu se i třísky středové vrstvy stávají plastičtějšími (v důsledku prohřátí a přívodu vlhkosti) a dají se tak lépe zhustit. Delší čas uzavírání lisu vede k výrobě desek s rovnoměrnějším příčným hustotním profilem (Kelly, 1977; Hrázský, Král, 2000; Painter et. al. 2006a,b).



Obrázek 4-3: Vliv uzavíracího času lisu na tvorbu příčného hustotního profilu (Painter et. al., 2006a). Osa x představuje tloušťku desky (1 palec = 25,4 mm). V blízkosti povrchu desky je hustota vyšší, než uváděná průměrná hustota desky, ve středové vrstvě je hustota nižší.

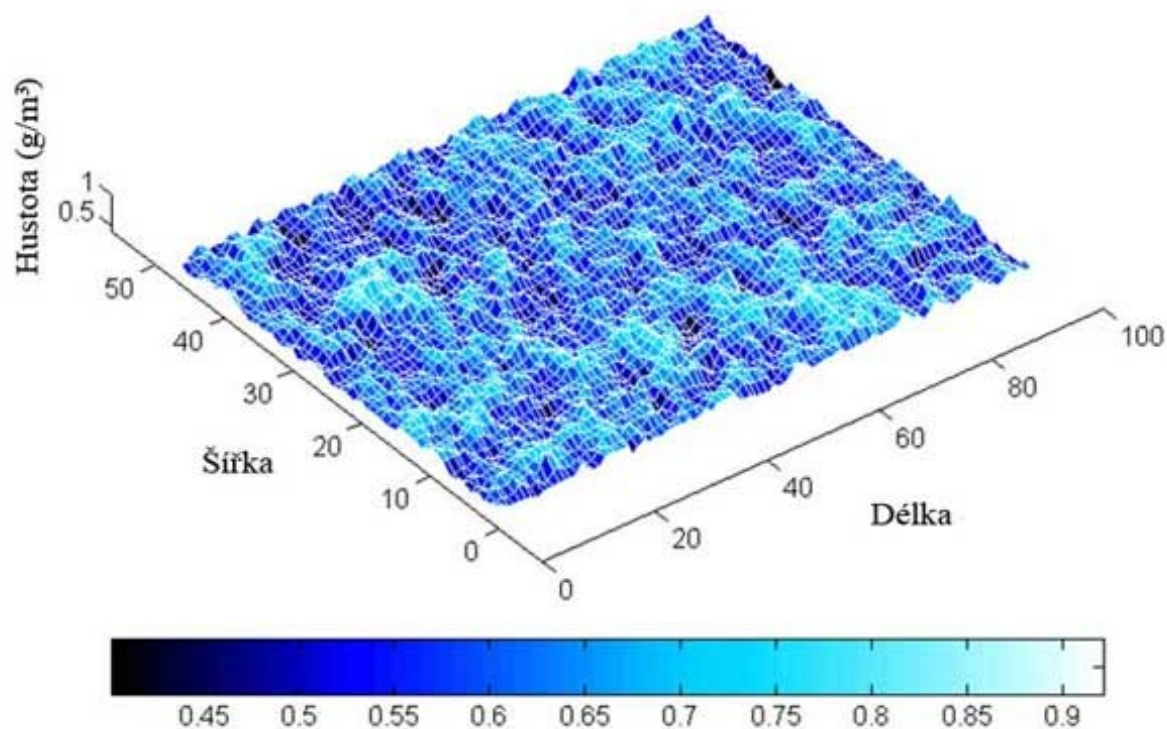
Jelikož při ohybovém namáhání působí největší napětí v povrchových vrstvách materiálu, je vhodné vyrábět desky se strmým příčným hustotním profilem (ve tvaru písmene „U“) s větší hustotou v povrchových vrstvách než ve vrstvě středové. Takto vyrobené desky dosahují vyšších hodnot ohybové pevnosti a modulu pružnosti v ohybu než desky s rovnoměrným příčným hustotním profilem při stejné průměrné hustotě (Painter et. al., 2006a).

Poměr třísek v povrchových vrstvách a ve středové vrstvě je závislý převážně na tloušťce desky a obvykle se pohybuje od 40 do 60 %. Nejčastější procentuální podíl bývá 30-40-30 nebo 25-50-25, přičemž hustota povrchové vrstvy může být až 130 % a středové vrstvy 70 % průměrné hustoty (Lam, 2001).

Plošná hustota

Při výrobě aglomerovaných materiálů bývá z dřevěných částí zformován produkt s nerovnoměrnou hustotou. Během vrstvení třískového koberce dochází nezbytně k tomu, že některé oblasti obsahují více vzájemně se překrývajících částí třísek než jiné. Při lisování třískového koberce na konstantní tloušťku jsou tyto oblasti více zhuštěny než oblasti, které obsahují překrývajících se částí méně. Rozdílné schopnost tloušťkového bobtnání mezi těmito oblastmi s různou hustotou potom způsobují větší vnitřní pnutí desek (Suchsland, 1973, Suchsland, Xu, 1991).

Příklad hustotního profilu (plošné hustoty) u OSB znázorňuje obr. 4-4.



Obrázek 4-4: Příklad hustotního profilu u OSB desek (Dai, 2005)

Nerovnoměrné rozložení hustoty desek není nevýhodné nejen z důvodu většího pnutí v místech s vyšší hustotou vznikajícího při vlhkostním namáhání, ale také z hlediska rozdílu fyzikálních i mechanických vlastností.

Vlhkost

Jakýkoliv materiál na bázi dřeva, ať již pro konstrukční nebo nekonstrukční účely, přijímá z okolního prostředí vlhkost ve formě vodní páry a to v závislosti na vlhkosti materiálu, teplotě a relativní vlhkosti okolního vzduchu (Hrázský, Král, 2004). Po působení vyšší vzdušné vlhkosti na materiály na bázi dřeva obvykle dojde ke snížení jejich pevnostních vlastností (Suchsland, 1973; Suchsland, Xu, 1991) a k trvalému tloušťkovému nabobtnání (Halligan, 1970; Suchsland, 1973; Wu, Piao, 1999). Mnohdy dochází také ke změně vzhledu (Suchsland, 1962; Baker, 2002) a v extrémních případech může vlivem vlhkosti dojít až k porušení celistvosti desek (Suchsland, 1973).

U aglomerovaných materiálů má na sorpční vlastnosti rozhodující vliv druh a množství lepidla a použitých hydrofobních látek, technologie výroby, velikost a orientace třísek, stupeň komprese a kvalita povrchu. Čím hutnější jsou povrchové vrstvy tím pomalejší je průchod vlhkosti do materiálu. (Hrázský, Král, 2000).

Schopnost dřeva a materiálů na bázi dřeva absorbovat vodu z okolního vzduchu ve formě vodní páry (navlhavost) je považována za nežádoucí, zejména pro následné změny rozměrů materiálu a negativní vliv na mechanické vlastnosti. Odstraněním vlhkosti ze dřeva dojde k navracení jeho původních rozměrů. Naproti tomu u materiálů na bázi dřeva je možnost tohoto vratného bobtnání nižší (Matovič, 1993).

Množství vratného bobtnání u těchto materiálů přímo souvisí s hygroskopicitou dřevěných částí (bobtnání přírodního dřeva). Oproti tomu nahromadění energie při lisování (pružení slisovaných třísek a vláken, které mají snahu vrátit se do původního stavu před slisováním) a nestejný stresový potenciál materiálu při bobtnání zapříčiňuje změny nevratné (Matovič, 1993; Kelly, 1977; Wu, Piao, 1999).

Rovnovážná vlhkost

Vysoká teplota při sušení a tlak při procesu lisování poněkud redukuje hygroskopicitu dřevěných částí. To má za následek snížení rovnovážného obsahu vlhkosti u aglomerovaných materiálů až o 3 % oproti rovnovážnému obsahu dřeviny použité k výrobě (Hsu et. al., 1989).

Orientační hodnoty rovnovážné vlhkosti materiálů na bázi dřeva jsou zobrazeny v následující tabulce.

Obsah vlhkosti (%)			
Vlhkost vzduchu	Masivní dřevo	Překližka	Dřevotřískové desky
10	2,5	1,2	0,8
20	4,5	2,8	1,0
30	6,2	4,6	2,0
40	7,7	5,8	3,6
50	9,2	7,0	5,2
60	11,0	8,4	6,3
70	13,1	11,1	8,9
80	16,0	15,3	13,1
90	20,5	19,4	17,2

Tabulka 4-1: Obsah vlhkosti desek na bázi dřeva v závislosti na relativní vlhkosti vzduchu při 20 °C (Zylkowski, 2002).

Interakce faktorů ovlivňujících mechanické a fyzikální vlastnosti

Vlastnosti aglomerovaných materiálů jsou ovlivňovány nejvíce použitým druhem lepidla, obsahem vlhkosti a hustotou (hustotním profilem). Zatímco vyšší obsah lepidla má na fyzikálně-mechanické vlastnosti pozitivní vliv, vliv vlhkosti je zcela opačný.

Vliv hustoty je závislý na druhu posuzované vlastnosti a může být příznivý nebo negativní. Nerovnoměrnost hustoty (rozložení plošné hmotnosti) v materiálech je zdrojem vnitřního pnutí, které následně snižuje pevnost a zvyšuje hodnoty bobtnání. Naproti tomu nerovnoměrnost příčného hustotního profilu je jedním z faktorů, jímž lze fyzikálně-mechanické vlastnosti nejvíce ovlivňovat. Na hodnoty ohybových zkoušek má největší vliv hustota povrchových vrstev desek. Na utváření příčného hustotního profilu má největší vliv uzavírací čas lisu, lisovací teplota a tlak, vlhkost a geometrie třísek.

Geometrie a orientace třísek má na mechanické vlastnosti a rozměrovou stabilitu také výrazný vliv. Delší a tenčí třísky stejně tak jako jejich pečlivá orientace zvyšují pevnost, tuhost a rozměrovou stabilitu desek. Důležité jsou i další faktory, jako např. interakce mezi vrstvami, adhezní síly lepidla a přídavné látky, druh dřeviny atd.

5. Chemické látky používané pro výrobu

V minulosti byla pro lepení dřeva využívána hlavně přírodní lepidla (**glutinová, kaseinová a albuminiová**). V průmyslové výrobě byla tato lepidla postupem času nahrazena lepidly syntetickými. Své místo však mají neustále ve specializovaných řemeslných výroбах, jakými jsou restaurování a výroba replik historického nábytku a uměleckých předmětů, výroba a opravy hudebních nástrojů apod.

Tavná lepidla

Mezi nejnovější druhy lepidel patří tavná lepidla, která se svým složením a technologií zpracování výrazně liší od ostatních typů používaných pojiv. Za běžné teploty to jsou pevné látky termoplastického charakteru. Zpracovávají se tak, že se zahřejí na teplotu tání, která se pohybuje obvykle mezi 180 až 210 °C. Při této teplotě se roztaví, zkapalní a stanou se lepidlivými. Při poklesu teploty pod tuto hranici opět tuhnou (Nutsch, 1999).

Největší výhodou tavných lepidel je vysoká produktivita práce, kdy lepidlo po nanesení velice rychle tuhne. Nanesení lepidla a vytvrzení trvá jen několik sekund a zpracováváný výrobek může pokračovat na další pracovní operaci. V dřevařském průmyslu se tavná lepidla používají zejména při olepování hran, profilů, sesazování dýh a při montážním lepení. S vývojem těchto lepidel se vyvinuly i nové stroje – olepovačky. Jedná se o stroje, které v základním provedení mají zásobník na tavné lepidlo, které se taví, nanáší na boční plochu dílce a následně se na dílec přitlačuje olepovací materiál (papírová páska, ABS hrana, dýha ...). Nejmodernější a nejsložitější olepovačky pak v sobě dále sdružují další agregáty, jejichž přítomnost vede ke zvýšení produktivity a kvality práce.

Lepidla pro materiály z masivu a montážní lepidla

Polyvinylacetátová lepidla (PVAC)

Vznikají polymerizací termoplastu vinylacetátu. Polyvinylacetát se nerozpouští ve vodě, ale jeho velmi malé částice jsou ve vodě jemně rozptýleny (dispergovány). Tato lepidla se vyskytují pouze v kapalně podobě a mají mléčně bílou barvu. Bez přídavku tvrdidel vytvrzují fyzikálně, s přidáním tvrdidla vytvrzují zčásti fyzikálně a zčásti chemicky.

PVAC lepidla jsou ve stavu okamžitého použití, nemusí se do nich přidávat žádné přísady. Vyžadují-li to technologické podmínky, je možné je ředit vodou do asi 3 %. Teplotní odolnost

lepeného spoje je 40-60 °C, u dvousložkových lepidel až 150 °C. Nad tyto teploty začínají spoje měknout. Spoje zůstávají v obou případech elastické, nepodléhají stárnutí a jsou odolné proti plísním. Tato lepidla nezpůsobují zbarvování dřeva, ale nesmí přijít do styku se železem. Prosáknuté lepidlo lze odstranit organickými rozpouštědly.

Lepidla je možné modifikovat podle účelu použití:

- Montážní
- Dýhovací
- Pro lepení ploch opatřených laky

Kaučuková lepidla

Dodávají se pouze v kapalně formě a k jejich ředění je zapotřebí speciálních ředidel. Při zpracovávání těchto lepidel se uvolňují hořlavé a zdraví škodlivé výpary. I tyto druhy se dají zpracovávat jako dvousložková s tvrdidly, kdy se pak z těchto lepidel stávají lepidla elastická – dochází k částečnému zesíťování.

Lepidla pro aglomerované materiály

Pro výrobu aglomerovaných materiálů se ve dřevozpracujícím průmyslu nejčastěji používají tyto druhy lepidel: **močovino-formaldehydové (UF)**, **fenol-formaldehydové (PF)**, **melamin-formaldehydové (MF)**, **izokyanátové a jeho polymery (MDI)**. Díky nízké ceně jsou UF lepidla nejrozšířenější – především u výrobků pro interiérové využití. Tato lepidla ale nejsou vhodná pro výrobky do vlhkého prostředí, proto se někdy vylepšují MF lepidly, která mají podobnou strukturu a jsou odolnější proti vlhkosti. Obvykle však ani tato kombinace nesplňuje podmínky pro použití výrobku v exteriéru (Sedláčik, 1998). MF lepidla jsou také často z důvodu vyšší ceny melaminu modifikovány UF lepidly. Takto upravená lepidla pak bývají značena zkratkou MUF (melamin-močovino-formaldehydová lepidla). Váhový poměr melamin/močovina se během více než 40 let průmyslového využívání dostal z původně 70/30 až na dnešních 40/60. Existují i lepidla kde poměr melamin/močovina je 30/70, ale jejich použití je pro výrobky do exteriéru nevhodné (Zanetti et. al., 2003).

Moderní továrny pro výrobu aglomerovaných materiálů pro nosné účely většinou používají PF lepidla (rozšířeno hlavně v Severní Americe), nebo kombinaci MF lepidel na třísky pro povrchové vrstvy a MDI lepidel na třísky pro středovou vrstvu. Výhodou MDI lepidel je snížení lisovacího času, které vede ke snižování nákladů. Za jejich nevýhodu je možno považovat dobrou lepící schopnost a přidržnost k oceli vedoucí k nutnosti používání

chemických separátorů při lisování (Sun et. al., 1994). Evropské závody, používající při výrobě aglomerovaných materiálů víceetážových lisů, většinou kombinují lepidla na bázi MUF a MDI. V některých provozech jsou na kontinuálních lisech vyráběny materiály lepené pouze MDI lepidly. Kombinace MUF lepidla pro povrchové vrstvy a MDI pro jádrovou vrstvu dosahuje velmi dobrých výsledků v pevnostních zkouškách (Thelandersson, Larsen, 2003), zejména díky větší pevnosti lepidel na bázi MDI. Větší pevnost lepidel MDI je vysvětlována jeho vyšší odolností proti teplu a prostorově sesíťovanými spoji, které jsou vytvářeny reakcí isokyanátové skupiny s vodou (Sun et. al., 1994; Sedlačik, 1998, Paul et. al., 2006).

Na fyzikální vlastnosti produktu má dále vliv množství použitého lepidla. Tloušťkové bobtnání a odolnost proti vlhkosti se se zvyšujícím obsahem lepidla zlepšují (Kelly, 1977; Beech, 1975; Sun et. al., 1994). Tento fakt je vysvětlován snížením hygroskopicity, snížením prostupnosti ztenčenin buněčných stěn, a dále pak možným vznikem nových vnitrobuněčných vazeb (Sun et. al., 1994). Se stoupajícím obsahem lepidla se zlepšují i mechanické vlastnosti (Kelly, 1977, Sun et. al., 1994), ale protože lepidlo je nejdražší složkou při výrobě desek, zvyšuje se také jejich cena.

Výjimečně se jako pojivo pro výrobu aglomerovaných materiálů používá **cement**. Jako v případě ostatních lepidel se stoupajícím množstvím cementu se zlepšují mechanické vlastnosti. Oproti deskám lepeným syntetickými lepidly mají materiály lepené cementem větší hustotu a dosahují nižších hodnot při zkoušce rozlupčivosti (Papadopoulos et. al., 2005).

Přísady lepidel

Lepidlo je nejčastěji nanášeno ve směsi s ostatními přídatnými látkami, jako jsou tvrdidla, hydrofóbizační přísady, biocidní prostředky a retardéry hoření.

Pro snížení bobtnání a zvýšení odolnosti vůči vodě a vodní páře jsou po aplikaci lepidla přidávány hydrofóbizační přísady (nejčastěji látky na bázi parafínu) v množství 0,5 – 1,5 váhových procent (Lam, 2001). Tento způsob je rozšířený zejména v Severní Americe. V Evropě se více využívá způsob nanášení parafínu formou emulze, kdy je parafínová emulze o koncentraci 25 – 60% obsažena i s dalšími přísadami ve směsi s lepidlem. Parafín snižuje bobtnání aglomerovaných materiálů velmi výrazně, ale hydrofobizace je účinná jen při krátkodobém působení kapalné vody a méně při působení vodní páry (Štefka, 2002).

Formaldehyd

Prakticky všechny běžné aglomerované materiály se vyrábějí s použitím formaldehydových lepidel – převážně močovino-formaldehydových (UF) nebo melamin-močovino-formaldehydových (MUF). V menší míře, zejména pro materiály určené pro použití do vlhkého prostředí, se využívají lepidla fenol-formaldehydová nebo čistě melamin-formaldehydová a jenom v minimálním počtu případů se využívají lepidla polyuretanová.

Formaldehyd (chemický vzorec HCHO) je za normálních podmínek bezbarvý plyn s pronikavým zápachem a je normálním produktem živých buněk. Vyskytuje se v malém množství v ovoci, zelenině a mase. Přirozeným vstupem do prostředí jsou také spalovací procesy a velmi významným zdrojem jsou spalovací motory automobilů. Nachází se také v cigaretovém kouři a kromě materiálů na bázi dřeva se uvolňuje z textilií, koberec, izolačních materiálů a čistících a dezinfekčních prostředků. V ovzduší se formaldehyd rychle rozkládá, k největším expozicím organismu může docházet zejména v blízkosti zdrojů (www.irz.cz).

Prokazatelné negativní účinky formaldehydu na lidské zdraví se projevují od vyšších koncentrací a při dlouhodobějším působení. Působení formaldehydu obsaženého ve vzduchu na lidský organismus zobrazuje tabulka 5-1.

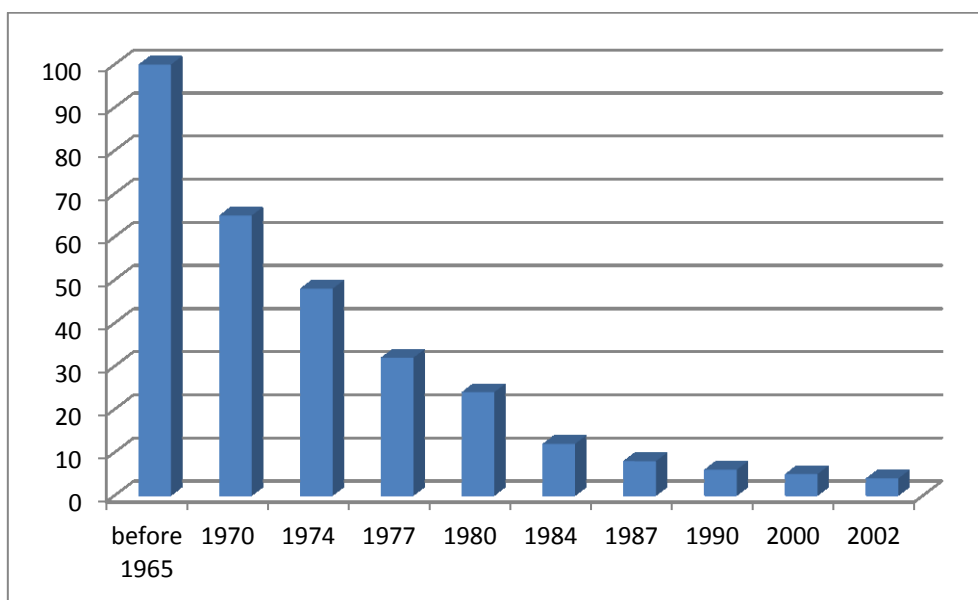
Tabulka 5-1: Působení formaldehydu na lidský organismus (WHO)

Fyziologické působení formaldehydu na organismus	
Oblasti	Koncentrace (mg/m^3)
Čichový práh	
• velmi citlivé osoby	0,06
• všeobecně platná mezní hodnota	0,15
• jasně vnímatelná mez	0,2
• na formaldehyd zvyklé osoby	1
Dráždivý účinek na oči	
• velmi citlivé osoby	od 0,15
• všeobecně	od 0,3
Dráždivý pocit v jícnu	od 0,60
Zrychlené dýchání	od 1
Zřetelná nevolnost, píchání v nose	od 2,50
Slzení očí	od 5
Dýchací potíže	od 12
Nebezpečí života	od 37
Zpravidla smrtelná koncentrace	60-125

Akutní expozice malým dávkám formaldehydu vyvolává bolesti hlavy a zánět nosní sliznice. Vyšší koncentrace způsobuje vážné podráždění sliznic a respirační problémy. Chronická expozice způsobuje zánět průdušek. Formaldehyd dráždí oči a vyvolává slzení. Vyšší koncentrace mohou vyvolat zákal rohovky nebo i ztrátu zraku.

Formaldehyd byl již dříve klasifikován Světovou zdravotnickou organizací (WHO) jako „**látku s prokázaným karcinogenním účinkem na zvířata**“. V roce 1992, organizace California Air Resources Board (CARB) označila formaldehyd jako toxický plyn s karcinogenním účinkem pro lidi, u kterého nebyl znám limit bezpečné úrovně expozice (CARB, 1992) a stejně tak nejnovější reklasifikace formaldehydu Mezinárodní agenturou pro výzkum rakoviny (IARC, 2004) formaldehyd hodnotí jako látku „**pravděpodobně karcinogenní pro lidi**“.

Přestože o škodlivosti formaldehydu není pochyb, při úniku z materiálů na bázi dřeva bývá jeho vliv na lidské zdraví u moderních materiálů často přeceňován. Povolené množství volného formaldehydu v dřevěných materiálech se v posledních desetiletích snížilo více než 60× (Marutzky, 2008; Dunky, 2005) a v současnosti se materiály na bázi dřeva v běžném životě podílí na emisích formaldehydu mnohonásobně méně než například kouření cigaret.



Obrázek 5-1: Graf vývoje obsahu formaldehydu v průmyslově vyráběných dřevotřískových deskách. Na ose Y je uvedena perforátorová hodnota, současný limit pro emisní třídu E1 je 8 mg/100 g (Dunky, 2005).

Všechny materiály na bázi dřeva na evropském trhu navíc musí splňovat přísné emisní limity. Další snižování úniku formaldehydu pod emisní limity (rozdíl několika desetin ppm oproti standardním materiálům) je využíváno především k propagaci ekologické stránky některých výrobků a ke zvýšení tržeb z prodeje, ačkoliv reálný rozdíl mezi zdravotním působením na lidský organismus je jen těžko prokazatelný. V některých případech je dokonce únik z materiálů na bázi dřeva tak nízký, že se při využití standardních metod pohybuje na hranici rozlišovací schopnosti přístrojů.

Při použití polyuretanových lepidel je únik formaldehydu z materiálů na bázi dřeva v podstatě na úrovni emisí přírodního dřeva.

Metody pro zjišťování obsahu a úniku formaldehydu z materiálů na bázi dřeva

Ve světě existuje mnoho metod používaných pro stanovení obsahu a emisí formaldehydu – například perforátorová metoda (ČSN EN 120, 1992), komorová metoda (ČSN EN 717-1, 2004), metoda plynové analýzy (ČSN EN 717-2, 1994), lahvová metoda (EN 717-3, 1996), exsikátorová metoda (JIS A 1460, 2001), malá komora (JIS A 1901, 2003), americká velká komora ASTM E 1333-96 (2002a) a malá komora ASTM D 6007-02 (2002b).

V ČR se používají hlavně perforátorová metoda a metoda plynové analýzy nebo komorová metoda. Některé společnosti s celosvětovou působností (např. IKEA) vyžadují od svých dodavatelů zkoušky dle standardů ASTM i pro výrobky prodávané v EU.

Ve většině evropských zemí zákony regulující maximální množství formaldehydu u materiálů na bázi dřeva požadují obvykle splnění emisních limitů známých jako **třída E1**, tj. emise formaldehydu musí být nižší než **0,1 ppm = 0,2 mg/m³** (1mg/m³ = 0,8 ppm, 1 ppm=1,25 mg/m³); nebo **8 mg/100g** (a.s.h. – absolutně suché hmoty materiálu), nebo **3,5 mg/hm²** – dle jednotlivých zkušebních metod – EN 13986, 2002.

Zjišťování obsahu formaldehydu

Zjišťování veškerého obsahu formaldehydu v materiálech na bázi dřeva se provádí podle normy ČSN EN 120 Dřevní materiály – Zjišťování obsahu formaldehydu: Extrakční postup zvaný „perforátorová metoda”.

Podstata zkoušky:

Formaldehyd se ze zkušebních těles extrahuje vroucím toluenem a zachytává se do destilované vody. Po dokončení extrakce v perforátoru se voda ze sběrné baňky doplní destilovanou vodou na objem 2000 ml. K zjištění obsahu formaldehydu v extraktu se odpipetuje 10 ml roztoku do lahve objemu 50 ml amoniūmacetátového roztoku, lahev se uzavře, protřepe a zahřívá 15 minut v 40 °C teplé vodní lázni. Potom se roztok chráněný před světlem ochladí na teplotu prostředí. Absorpce roztoku se zjistí oproti čisté destilované vodě spektrofotometrem. Hodnota s čistou vodou se zohlední při výpočtu perforátorového čísla. Výsledek zkoušky se musí posuzovat v relaci se specifickým stavem desky v době zkoušky.

Perforátorové číslo se vypočítá podle vztahu:

Rovnice 5-1: Výpočet perforátorového čísla

$$\text{perforátorové } \check{c}. = \frac{(A_s - A_B) \cdot f \cdot (100 + H) \cdot V}{m_H} \quad [\text{mg}/100\text{g}] \text{ úplně suché desky}$$

A_s – extinkce analyzovaného extrakčního roztoku

A_B – extinkce destilované nebo demineralizované vody

f – faktor stoupání (směrnice) kalibrační funkce [mg/ml]

H – vlhkost dřevního materiálu v %

m_H – objem odměrného válce (2000 ml)

Stanovení úniku formaldehydu

Provádí se podle normy ČSN EN 717 – 1 Stanovení úniku formaldehydu – Část 1: Emise formaldehydu komorovou metodou.

Podstata zkoušky:

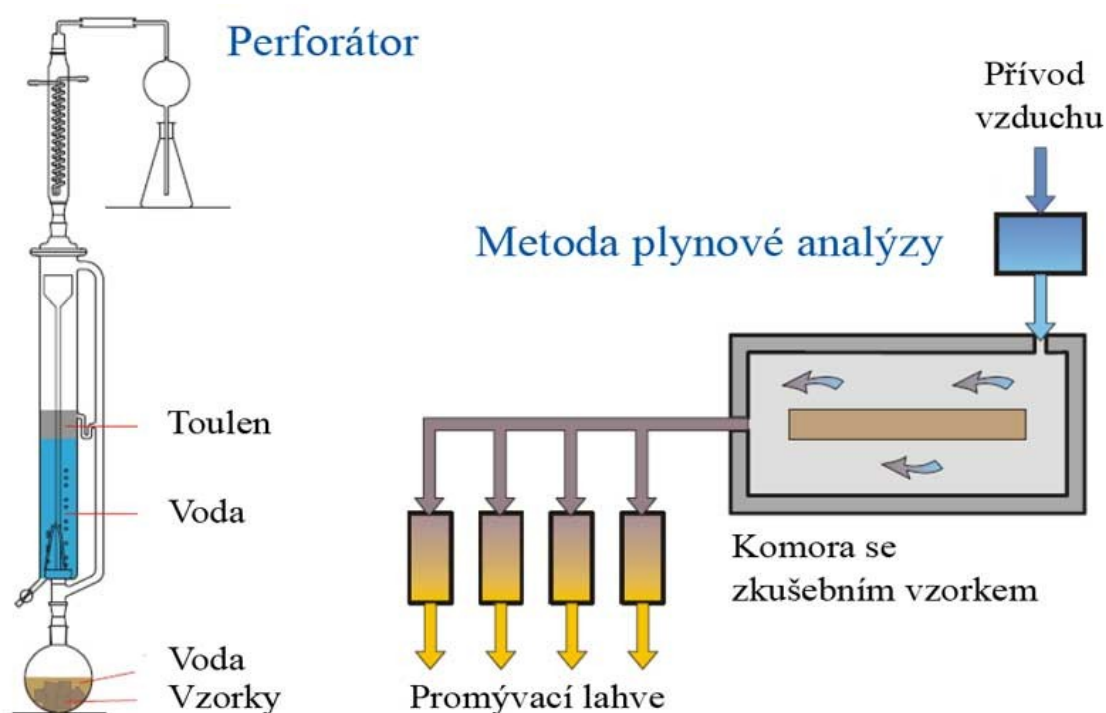
Zkušební tělesa o známém povrchu se umístí do komory, ve které se automaticky udržuje teplota, relativní vlhkost vzduchu, rychlost proudění a výměna vzduchu na definovaných hodnotách. Formaldehyd uvolňovaný ze zkušebních těles se smísí se vzduchem zkušební komory, který je pravidelně odebírán. Koncentrace formaldehydu se stanoví tak, že se vzduch z komory vede přes promývací lahve s destilovanou vodou, která formaldehyd absorbuje. Koncentrace formaldehydu ve vzduchu komory se vypočte z koncentrace ve vodě v promývacích lahvích a objemu odebraného vzduchu a vyjádří se jako miligram na metr

krychlový (mg/m^3). Odběry vzorků ze vzduchu se provádí opakovaně až po dosažení rovnovážné koncentrace formaldehydu.

Faktory ovlivňující uvolňování formaldehydu

Mezi nejdůležitější faktory ovlivňující únik formaldehydu patří (Sedliačik, 2005):

- množství volného formaldehydu v použitém lepidle
- druh tvrdidla
- množství tvrdidla (zvyšování množství tvrdidla snižuje únik volného formaldehydu)
- vlhkost povrchových třísek (únik volného formaldehydu stoupá se stoupající vlhkostí povrchových třísek)
- lisovací čas (únik volného formaldehydu se snižuje prodloužením vytvrzovacího času a je nepřímo úměrný množství uvolněné vlhkosti v průběhu lisování)
- změny vlhkosti vzduchu a materiálu
- doba skladování (s prodlužující se dobou skladování klesá množství uvolňovaného formaldehydu)



Obrázek 5-2: Schéma perforátorové a komorové metody (Marutzky, 2008)

6. Zjišťování mechanických a fyzikálních vlastností materiálů na bázi dřeva

Postup zjišťování jednotlivých vlastností se řídí podle technických norem platných pro daný druh výrobku a vybranou vlastnost. Výsledky naměřené na zkušebních vzorcích se poté porovnávají s normami požadavků – zda vlastnosti výrobku vyhovují pro daný účel použití či nikoliv. Materiály určené pro nosné účely a do vlhkého prostředí mívají předepsáno více zkoušek a často podle náročnějších zkušebních postupů, než materiály pro nenosné použití v suchém prostředí.

Fyzikální vlastnosti

Mezi nejdůležitější zkoušky pro určování fyzikálních vlastností materiálů na bázi dřeva patří zejména „**Zjišťování hustoty**“ podle ČSN EN 323, „**Zjišťování vlhkosti**“ podle ČSN EN 322, „**Rozměrové změny v závislosti na změnách vlhkosti vzduchu**“ – ČSN EN 318 a **obsah nebo únik formaldehydu** podle výše popsaných metod.

U desek pro použití do vlhkého prostředí a pro namáhané desky se používají i další zkoušky, např. „**Stanovení odolnosti proti vlhkosti**“ – **zkouška cyklováním** (ČSN EN 321) a **varná zkouška** (ČSN EN 1087 - 1). Cyklování spočívá v uložení zkušebních těles ve vodě, mrazničce, sušárně a trojím opakování tohoto cyklu. Po cyklování se na zkušebních tělesech provedou zkoušky bobtnání a rozlupčivosti. U varné zkoušky se zjišťují hodnoty rozlupčivosti zkušebních těles vystavených působení vroucí vody.

Mechanické vlastnosti

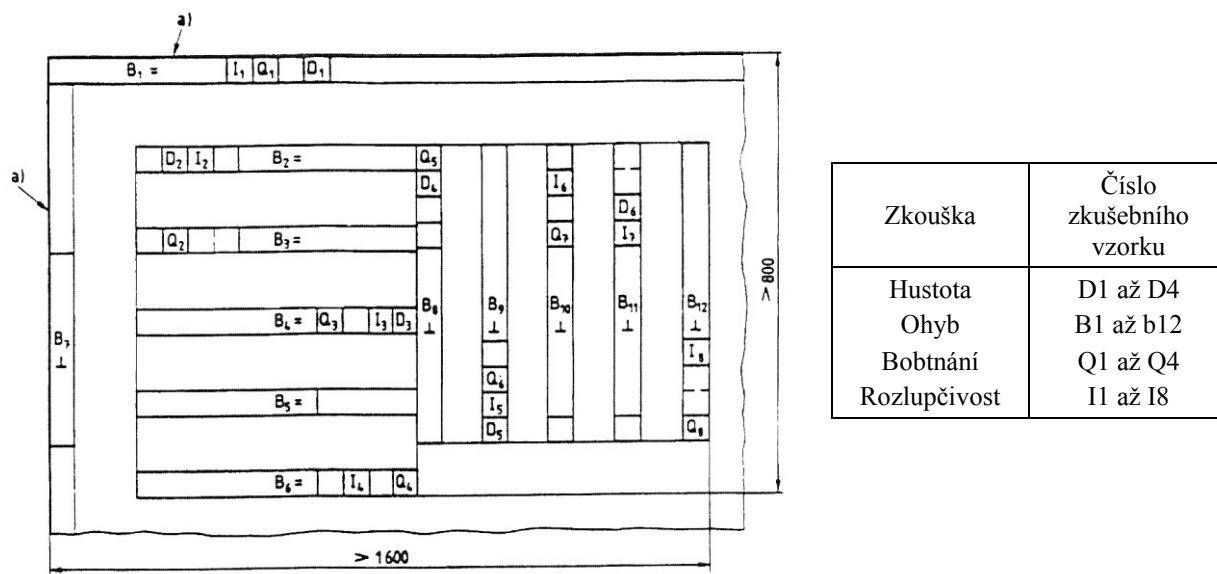
Mezi nejvýznamnější mechanické vlastnosti se zahrnují „**Modul pružnosti v ohybu a pevnost v ohybu**“ (ČSN EN 310). Dále pak „**Stanovení pevnosti v tahu kolmo na rovinu desky (rozlupčivost)**“ podle ČSN EN 319 a „**Stanovení odporu proti vytažení spojovacích prostředků**“ – ČSN EN 13446. Jelikož modul pružnosti v ohybu a pevnost v ohybu patří mezi nejdůležitější mechanické vlastnosti, jsou v této kapitole podrobněji popsány zkušební postupy pro jejich zjišťování.

Moduly pružnosti vyjadřují vnitřní odpor materiálu proti pružné deformaci. Čím je modul pružnosti větší, tím větší napětí je potřebné na vyvolání deformací. Pevnost v ohybu stanovuje sílu, při které dojde k porušení materiálu (www.mendelu.cz).

Zjišťování modulu pružnosti v ohybu a pevnosti v ohybu

Odběr vzorků, nařezávání zkušebních těles, vyjádření výsledků

Pravidla pro odběr vzorků, přípravu zkušebních těles a práci s naměřenými hodnotami definuje norma ČSN EN 326 – 1.

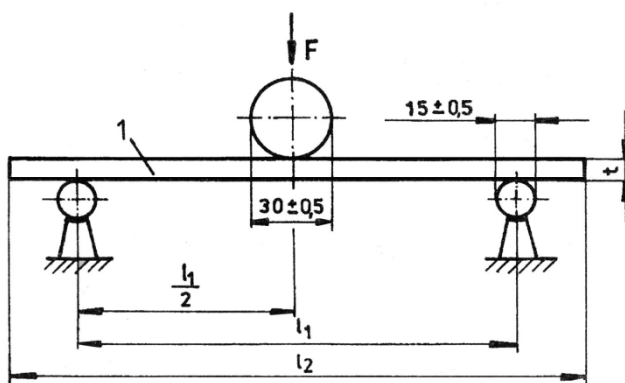


Obrázek 6-1: Příklad nářezového plánu pro odebrání zkušebních těles (ČSN EN 326 – 1)

Výběr zkušebních vzorků se provádí dvojstupňovým náhodným výběrem, aby byl zaznamenán nejen rozptyl hodnot vzorků uvnitř jedné desky ale i rozptyly průměrných hodnot u více desek. Variabilita pevnostních vlastností je např. u dřevotřískových desek zhruba 10 % v rámci jedné desky. Mezi deskami vyrobenými v rozdílných výrobních dávkách může být až dvojnásobně vyšší.

Zkoušky modulu pružnosti v ohybu a pevnosti v ohybu – ČSN EN 310

Modul pružnosti v ohybu a pevnost v ohybu se nejčastěji stanovuje podle normy ČSN EN 310. Princip zkoušky spočívá v zatížení zkušebních těles v jejich středu při uložení na dvou podpěrách (obr. 6-2). Modul pružnosti se vypočítá z lineární části zatěžovací křivky (obr. 6-3). Vypočtená hodnota je zdánlivý, nikoliv skutečný modul, protože zkušební metoda zahrnuje kromě ohybu také smyk.



Obrázek 6-2: Uspořádání ohybové zkoušky



Obrázek 6-3: Příklad zkušebního zařízení

Rovnice 6-1: Vzorec pro výpočet modulu pružnosti v ohybu

$$E_m = \frac{(F_2 - F_1)l_1^3}{4bt^3(a_2 - a_1)} \quad \left[\frac{N}{mm^2} \right]$$

kde: l_1 je vzdálenost mezi středy podpěr (tj. 240 mm)

b šířka zkušební tělesa [mm]

t tloušťka zkušební tělesa [mm]

$F_2 - F_1$ přírůstek zatížení v přímkové části zatěžovací křivky [N]; F_1 musí být přibližně 10 % a F_2 přibližně 40 % z maximálního zatížení

$a_2 - a_1$ přírůstek průhybu ve středu délky zkušební tělesa [mm], odpovídající $F_2 - F_1$

Ohybová pevnost každého zkušební tělesa se vypočítá stanovením poměru ohybového momentu M při maximálním zatížení F_{max} k momentu jeho celého průřezu. Zatížení se provádí konstantní rychlostí posuvu a maximálního zatížení se dosahuje do (60 ± 30) s.

Rovnice 6-2: Vzorec pro výpočet pevnosti v ohybu:

$$f_m = \frac{3F_{max}l_1}{2bt^2} \quad \left[\frac{N}{mm^2} \right]$$

kde l_1 je vzdálenost mezi středy podpěr [mm]

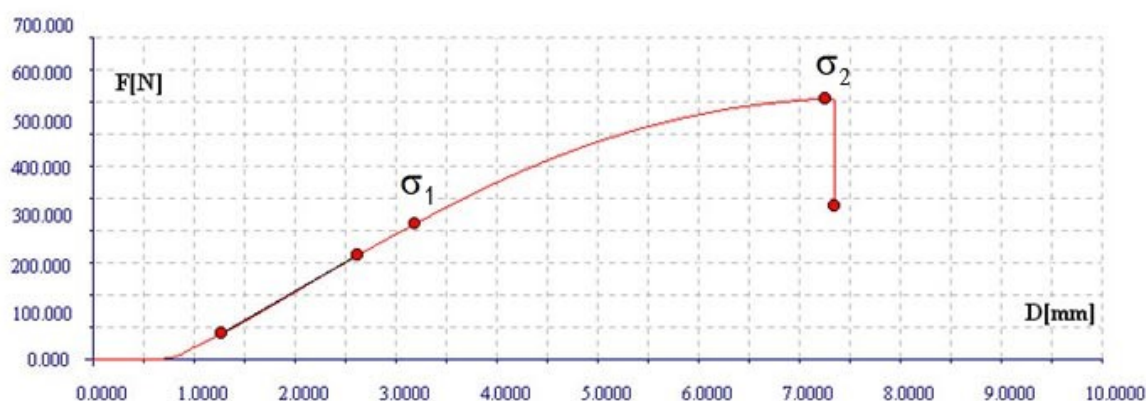
b šířka zkušební tělesa [mm]

t tloušťka zkušební tělesa [mm]

F_{max} maximální zatížení [N]

Výsledné hodnoty modulu pružnosti v ohybu a pevnosti v ohybu jsou zaokrouhlovány na tři platné číslice a jsou uváděny v jednotkách N/mm^2 (v souladu s normou ČSN EN 310). Další platné ČSN EN normy vyžadují pro uvádění výsledků mechanických zkoušek ekvivalent těchto jednotek – MPa.

Průběh zkušebního měření znázorňuje obrázek 6-4.



Obrázek 6-4: Napětí-ově-deformační (pracovní) diagram.

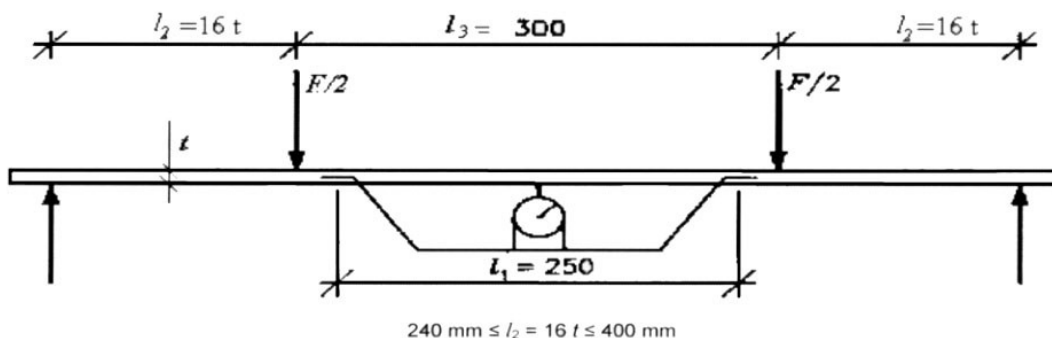
Na svislé ose jsou uvedeny hodnoty napětí, na vodorovné ose hodnoty poměrné deformace. σ_1 označuje mez úměrnosti, σ_2 označuje mez pevnosti. Úsečka v lineární části křivky zobrazuje měřený úsek pro zjištění modulu pružnosti v ohybu, kdy se zjišťuje hodnota deformace odpovídající 10 % a 40 % maximálního zatížení.

Do hodnoty bodu meze úměrnosti je průběh zatěžovací křivky lineární, ve zkušebním tělese dochází pouze k pružným deformacím a platí Hookeův zákon definující, že normálové napětí je přímo úměrné relativnímu prodloužení. Nad bodem úměrnosti dochází k nepružným deformacím, průběh zatěžovací křivky již není lineární a Hookeův zákon neplatí.

Při pružných deformacích vzniklých působením vnější síly se zkušební těleso deformuje, ale po odstranění této síly se vrací do původního tvaru. Při působení nepružných deformací se těleso již do původního tvaru nevrátí ani po odstranění vnější síly. Po překročení meze pevnosti dojde ke zlomu tělesa (Wikipedie, 2011).

Modul pružnosti v ohybu a pevnost v ohybu lze také stanovit podle zkušební postupu uvedeného v normě ČSN EN 789.

Zkoušky modulu pružnosti v ohybu a pevnosti v ohybu – ČSN EN 789



Obrázek 6-5: Příklad uspořádání zkoušky modulu pružnosti v ohybu a pevnosti v ohybu podle ČSN EN 789

Rovnice 6-3: Vzorce pro výpočet modulu pružnosti v ohybu a pevnosti v ohybu

$$E_m = \frac{(F_2 - F_1) l_1^2 l_2}{16(u_2 - u_1) I} \quad \left[\frac{N}{mm^2} \right] \quad f_m = \frac{F_{\max} l_2}{2W} \quad \left[\frac{N}{mm^2} \right]$$

Kde $F_1 - F_2$ je přírůstek zatížení mezi $0,1 F_{\max}$ a $0,4 F_{\max}$

$u_2 - u_1$ je přírůstek průhybu odpovídající $F_2 - F_1$ při použití lineární regresní přímky

$F_{\max}$ je největší zatěžovací síla

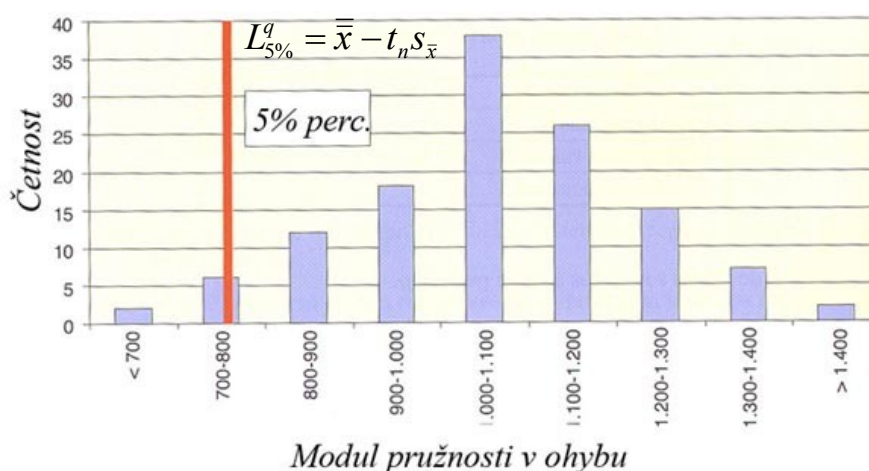
W je průřezový modul

Při zkouškách podle normy ČSN EN 789 se nejedná o 3bodový ohyb, ale o 4bodový ohyb. Také průhyb není měřen globálně, ale pouze lokálně mezi dvěma zatěžovacími silami.



Obrázek 6-6: Příklad zkušebního zařízení

Při následném statistickém zpracování naměřených hodnot není jako výsledná charakteristická hodnota uváděn průměr, ale spodní 5% kvantil (5% percentil). Při tomto vyjádření charakteristické hodnoty modulu pružnosti v ohybu a pevnosti v ohybu je zaručeno, že 95 % hodnot bude vyšší než charakteristická hodnota a pouze 5 % hodnot může být nižší než hodnota charakteristická. Pokud by k výpočtům byla kupříkladu použita střední hodnota, znamenalo by to, že 50 % prvků použitých v konstrukci by mělo pevnost nižší než výpočtovou, což by i přes bezpečnostní koeficienty používané při výpočtech mohlo vést k destrukci konstrukce při zatížení. Grafické vyjádření spodního 5% kvantilu je uvedeno na obrázku 6-7.



Obrázek 6-7: Histogram četností a zobrazená hodnota spodního 5% kvantilu.

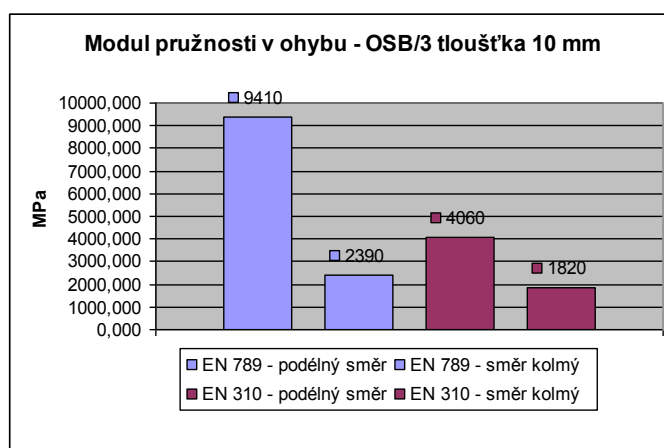
Hodnocení vlastností materiálů na bázi dřeva

Hodnocení vlastností materiálů na bázi dřeva se řídí příslušnými harmonizovanými normami. Při existenci nepřehledného množství norem je ale nutné vždy brát v úvahu jednotlivé souvislosti, aby nedocházelo k omylům vedoucím ke špatné volbě materiálu.

Porovnání norem ČSN EN 310 a ČSN EN 789

Norma ČSN EN 310 pro zjišťování pevnosti v ohybu a modulu pružnosti v ohybu je používána zejména pro kontrolu kvality lepení výrobními podniky a ke kontrole plnění minimálních požadavků jakosti výroby. Podle tohoto zkušebního postupu výrobci obvykle uvádějí pevnostní vlastnosti materiálů (nebo používají hodnoty minimálních požadavků). Oproti tomu norma ČSN EN 789 slouží pro stanovení charakteristických hodnot konstrukčních materiálů, které jsou používány při navrhování konstrukcí.

Při porovnávání pevnosti různých druhů materiálů je tedy nutno přihlížet ke zkušebnímu postupu, kterým byly výsledky měření dosaženy, protože každý zkušební postup poskytuje jiné hodnoty. Dále je při hodnocení vlastností jednotlivých materiálů důležité přihlížet k jednotlivým typům a porovnávat typy materiálů určené pro stejný účel použití (desky pro použití ve vlhkém prostředí × desky pro použití v suchém prostředí, nosné desky × nenosné desky atd.).



Obrázek 6-8: Porovnání výsledků hodnot modulu pružnosti v ohybu a pevnosti v ohybu získaných pro stejný materiál podle rozdílných zkušebních postupů

Ověřené vlastnosti materiálů uvádějí výrobci ve veřejně přístupných certifikátech nebo technických listech.

Normy požadavků:

Jak již bylo uvedeno, všechny materiály na bázi dřeva mají vydanou příslušnou normu, která specifikuje jednotlivé požadavky. Např. pro neopláštěné dřevotřískové desky pojené syntetickými pojivy norma ČSN EN 312. Desky vyhovující této normě mohou být zařazeny do tříd P1 až P7, norma dále předepisuje maximální intervaly pro zkoušení jednotlivých vlastností ve výrobě a minimální hodnoty vlastností, které musí desky splňovat.

Každá deska musí být potom zřetelně označena již od výrobce nesmazatelným přímým tiskem nejméně následujícími informacemi v tomto pořadí:

- jméno, obchodní nebo identifikační značka výrobce
- číslo normy požadavků EN 312
- typ desky například P5
- formaldehydová třída
- číslo šarže nebo týden a rok výroby

Doplňkově může být deska označena barevně vertikálně blízko rohu řadou barevných pruhů šířky 25 mm.

Značení desek pro stavební účely se provádí podle ČSN EN 13986. Označení CE na desce nebo etiketě musí obsahovat minimálně následující údaje:

- CE (prohlášení o shodě)
- identifikační značka výrobce
- číslo normy požadavků EN 13986
- typ desky například (technickou třídu P5)
- jmenovitá tloušťka
- formaldehydová třída
- reakce na oheň
- PCP (pentachlorfenol) je-li větší než 5 ppm
- ochrana před biologickým napadením

7. Povrchové úpravy

Konstrukční materiály na bázi dřeva a jejich vliv na povrchovou úpravu.

Materiály na bázi dřeva jsou používány pro velmi širokou škálu výrobků, od kterých může být vyžadováno množství často velmi různorodých požadavků. Vhodný typ povrchové úpravy je vždy nutno zvolit na základě komplexního posouzení těchto nároků kladených na výrobek.

Nejčastější dělení aplikačních technologií bývá na:

- povrchové úpravy prováděné polepováním povrchu dílců papírovými nebo plastovými materiály, které mají už zcela dokončený povrch
- povrchové úpravy prováděné tekutými materiály (nátěrovými hmotami).

Použitím materiálů s dokončeným povrchem odpadá řada operací, které je potřeba provést při povrchové úpravě tekutými nátěrovými hmotami.

Masivní materiály

V současné době se masivní dřevo používá u řady výrobků v omezeném množství. Důvodem je především vyšší cena, vysoké požadavky na kvalitu, výskyt vad a anizotropní vlastnosti. Přestože se používá řada nových kompozitních materiálů na bázi dřeva, je v některých případech potřeba, především z pevnostních důvodů, používat na některé dílce nebo výrobky jen masivní dřevo, např. pro výrobu desek stolů, nohou stolů nebo pro konstrukci krovu, apod.

Povrchová úprava dílců a výrobků z masivního dřeva se provádí krycím nebo nejčastěji transparentním tekutým nátěrovým systémem.

Překližované deskové materiály

Do této skupiny materiálů se zařazují především laťovky, překližky a třívrstvé masivní biodesky. Hlavní předností těchto materiálů je větší rozměrová a tvarová stabilita oproti masivnímu dřevu. Z hlediska povrchové úpravy se s biodeskou většinou pracuje jako s masivem. Laťovky, a často i překližky, se většinou před vlastní konečnou povrchovou úpravou pláštějí dýhováním.

Dýhované deskové materiály

Dýhou se polepují surové deskové materiály, kterými mohou nejčastěji být aglomerované materiály, tj. dřevotřískové a dřevovláknité desky.

Dýhování se provádí v menší míře přímo u výrobců desek na celé normalizované formáty. Častěji se ale dýhování realizuje až u konečných výrobců (nábytku, dveří apod.). Důvodem je mj. požadavek na návaznost kresby jednotlivých dýh u sesazenek na individuální dílce.

Masivní, překližované i dýhované materiály mají v principu charakter přírodního dřeva a ve všech případech je nutno provádět **povrchovou úpravu tekutými nátěrovými hmotami**. Volba druhu nátěrové hmoty a aplikační technologie závisí na řadě faktorů. **Aplikace tekuté nátěrové hmoty se provádí až u výrobce nábytku na jednotlivé dílce.**

Laminované deskové materiály

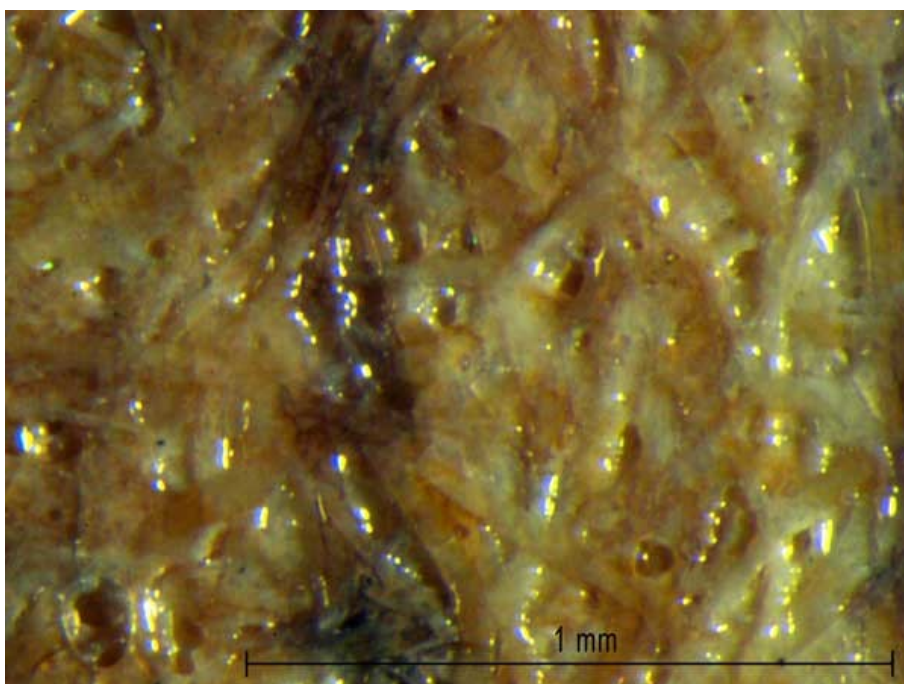
Surové deskové aglomerované materiály je možno také upravovat laminováním. Při této technologii, která se zásadně provádí na celé formáty desek přímo ve výrobním závodě po vyrobení surových desek, se při jednom lisovacím cyklu nalepuje z obou stran na broušenou, tloušťkově egalizovanou surovou desku papír s potiskem různých dezénů dřeva nebo v různém barevném provedení.

Papír je předem napuštěný močovino-melamin-formaldehydovou pryskyřicí, která po zahřátí v lisu vytvrdne a přilepí laminovací papír k surové desce. Současně na povrchu laminované desky vznikne struktura povrchu (např. lesk, mat, póry...) podle struktury použitého lisovacího plechu. U výsledného produktu, laminované dřevotřískové nebo dřevovláknité desky, je povrchová úprava zcela hotova. Vytvořený povrch je velmi odolný proti mechanickým vlivům, vlhkosti, slabým kyselinám, zvýšené teplotě a je světlostálý. Pro další zpracovatele představuje použití tohoto materiálu výrazné zjednodušení výroby konečného výrobku. Odpadají některé náročné operace, především dýhování, broušení a nanášení nátěrové hmoty. Vedle absence některých strojů a zařízení není nutné řešit vytápění lisu, odsávání brusného prachu od brusky a likvidaci ředidel a rozpouštědel při aplikaci tekutých nátěrových hmot.

Kvalita provedení laminátů se neustále zlepšuje, imitace textury i povrchu dřeva je stále dokonalejší. V průmyslu se začínají více prosazovat na úkor krájené dýhy.



Obrázek 7-1: Laminát s imitací textury dřeva



Obrázek 7-2: Mikroskopický snímek laminátového povrchu – světlá místa představují miniaturní otvory v napohled celistvě vypadajícím povrchu. Laminování velmi zvyšuje odolnost materiálů na bázi dřeva, ale na rozdíl od plastových fólií také částečně umožňuje pronikání vlhkosti a únik formaldehydu.

Speciálním případem použití laminátů může být například odolná povrchová úprava známá jako Umakart nebo materiál označovaný jako Kompaktní deska.

Dílce s kaširovacími a dýhovacími foliemi

Výrazně levnější, ale méně odolný dokončený povrch představuje polepování surových broušených aglomerovaných desek tenkými papíry nebo foliemi s potiskem dřeva. Tyto materiály mají již konečnou povrchovou úpravou a používají se zejména u nábytku a dveří nižší cenové kategorie. Pro výrobce představují nižší výrobní náklady než při použití laminovaných desek a výrazně nižší náklady proti povrchové úpravě tekutými nátěrovými hmotami. Nedostatkem tohoto způsobu úpravy povrchu je menší odolnost proti mechanickému namáhání a mírně neklidný povrch způsobený použitím tenké papírové vrstvy, která kopíruje nerovnosti na povrchu polepovaných aglomerovaných materiálů.

Použití dílců s touto povrchovou úpravou je vhodné na málo mechanicky exponované plochy výrobků, např. boky a police skříní. Polepování se provádí v některých případech na celé normalizované formáty u výrobců surových desek. Nalepovat lze tyto materiály také až na hrubé formáty dílců u výrobců nábytku.

Dílce s vakuově lisovanými plastovými foliemi

Pro rozšíření sortimentu u čelních ploch dílců, zejména úložného nábytku, se provádí reliéfování vnějších ploch zhotovených většinou z polotvrdých dřevovláknitých desek (MDF). Na jednostranně laminovaném hrubém přířezu nábytkového dílce se na lícové ploše provede plošným frézováním plastický povrch (např. imitace výplně kuchyňských dvířek), který může být dokončen klasickým mokrým procesem. Častější způsob dokončování však bývá vakuové nalepení plastové folie, která zcela dokončí povrch a dílec pak nevyžaduje žádnou další povrchovou úpravu.

K dispozici je dnes celá řada plastových folií, které mohou mít různou strukturu povrchu, a jsou vyráběny v barevných provedeních a v různých dezénech dřeva. Velmi častý je tento způsob foliování u dílců, které budou použity jako dvířka a čela zásuvek u kuchyňského nábytku. Mezi nevýhody patří malá tepelná odolnost plastové folie a velké nároky na technologické vybavení. Pro produktivní výrobu je potřebné CNC obráběcí centrum a vakuový lis. Tato technologie je vhodná pro velkosériovou výrobu.

Základní technologie nanášení nátěrových hmot

Tekuté povrchové úpravy se používají při dokončování povrchu u masivních nebo dýhovaných dílců. Bývá používáno především transparentních nátěrových hmot. Před jejich nanášením někdy bývá prováděna úprava barevnosti mořením. V menší míře bývá prováděna povrchová úprava dílců krycí povrchovou úpravou, v tomto případě bývá jako základní materiál dílce většinou používána polotvrdá dřevovláknitá deska. Výsledný tvrdý nátěrový film může být v provedení mat, pololesk, případně vysoký lesk. Stupeň lesku závisí na použité nátěrové hmotě a na použité technologii.

Stříkání

Stříkáním je možno nanášet všechny druhy nátěrových hmot. V praxi se tento způsob nanášení používá zejména v malých provozech, protože požadavky na prostor a technologické vybavení jsou poměrně nízké, ale při aplikaci je nutná určitá manuální zručnost pracovníka. Tento způsob umožňuje dokončování plošných a zejména členitých a prostorových dílců a výrobků. V posledních letech se stříkání v ČR značně rozšířilo jako nejuniverzálnější způsob využívaný u řady nově vzniklých menších firem. Velkým nedostatkem je však velká spotřeba nátěrové hmoty a značné ztráty ve formě prostříku.

Polévání

Aplikace nátěrové hmoty se provádí na jednohlavé nebo dvouhlavé polévací nanášečce. Z lici hlavy vytéká úzká clona nátěrové hmoty, která se nanáší na projíždějící dílce. Tento způsob nanášení nátěrových hmot je vhodný jen pro sériové dokončování hladkých plošných dílců a vyžaduje přiměřenou konzistenci nátěrové hmoty. Jeho předností je velmi nízké množství ztrát nátěrové hmoty a možnost sestavit linku polévání dílců, na kterou navazuje sušící linka. Zpravidla teplovzdušné vysoušení každé vrstvy probíhá několik minut. Celý cyklus jednotlivých nánosů nátěrové hmoty a jejich vytvrzení trvá několik hodin.

Navalování

Nátěrová hmota s vysokou konzistencí se na hladké plošné dílce nanáší navalovacími válci, podobně jako se nanáší lepidlo při dýhování. Na navalovací a vytvrzovací lince se při jednom průchodu postupně navalením nanasou a vytvrzovacími UV lampami vytvrdí dva nebo tři nánosy nátěrové hmoty. Součástí linky je také bruska pro přebroušení prvního nánosu. Tím se na relativně malé ploše a především ve velmi krátkém čase při jednom průchodu linkou

kompletně dokončí jedna plocha dílce. Pro tuto technologii je nutno používat nátěrové hmoty určené pro UV vytvrzování. Hlavní předností této technologie je velmi krátký čas celého cyklu, jen několik desítek sekund a velmi nízké ztráty nátěrové hmoty. Další předností je používání velmi konzistentní nátěrové hmoty s vysokou sušinou, kvalitní zatlačení nátěrových filmů do povrchové struktury dřeva a vytvoření tenkého kvalitního nátěrového filmu. Měrná spotřeba nátěrové hmoty je 2 - 4× nižší než při stříkání.

Možnosti intenzifikace povrchové úpravy dřevěných materiálů

Intenzifikací se rozumí používání nových typů strojního zařízení a nátěrových hmot, které snižují pracnost, zvyšují efektivitu, zlepšují konečnou kvalitu povrchové úpravy a mají vliv na konkurenceschopnost výrobků. Základními intenzifikačními metodami u povrchových úprav je vhodná volba aplikační technologie, volba základního konstrukčního materiálu a druhu materiálu pro povrchovou úpravu. Při použití vhodného základního konstrukčního materiálu (laminované nebo kaširované aglomerované materiály) lze dodatečnou povrchovou úpravu dokonce zcela vyloučit. Tento způsob je velmi často volen menšími firmami u výrobků, kde materiál vyhovuje z estetických, výrobních i cenových důvodů.

U tekutých nátěrových hmot používaných především pro povrchovou úpravu masivu nebo dýhovaných dílců je možno v posledním desetiletí sledovat snahy o intenzifikaci tohoto úseku výroby.

Stříkání na stacionárním robotizovaném pracovišti

Dokončovaný výrobek je umístěn na podstavci nebo na závěsu, které jsou ovládány programovatelnou jednotkou, jenž dokončovaným předmětem pootáčí. Vlastní stříkání provádí programovatelný manipulátor, který vykonává přesně zvolené pohyby potřebné k rovnoměrnému nanášení nátěrové hmoty. Dávkování nátěrové hmoty a také tvar stříkaného paprsku lze rovněž řídit. Tento způsob se používá např. při povrchové úpravě již smontovaného dřevěného sedacího nábytku.

Stříkání na průběžném robotizovaném pracovišti

Plošné, reliéfované dílce, není možno dokončovat poléváním nebo navalováním. Jediný způsob jak nanést kvalitní povrchovou úpravu je stříkání. To je možno provádět klasickým způsobem stříkací pistolí, kterou ovládá zručný pracovník.

Výrobci strojního zařízení pro nanášení nátěrových hmot nabízejí v poslední době průběžnou stříkací linku, ve které se dokončované dílce pohybují po průběžném dopravníku, snímací čidla snímají tvar a velikost dílce a pohyblivě programovatelně umístěné stříkací pistole nanášejí na dokončované dílce přesně určené množství nátěrové hmoty. Směr, tvar i intenzitu paprsků lze programovat. Toto zařízení je používáno zejména při povrchové úpravě transparentními a krycími nátery u různých typů nábytkových dvířek a nábytkových dílců u velkých výrobců.

Navalování nátěrových hmot na plošné dílce

Metoda je podrobně uvedena výše. Používá ji pro dokončení hladkých plošných dílců většina větších výrobců dýhovaného nábytku, dýhovaných dveří a podlahovin. Předností je již uvedená rychlost a malá spotřeba nátěrové hmoty.

Používání olejů, tekutých vosků a past

Někteří výrobci nátěrových systémů nabízejí pro dokončení zejména masivního dřeva různé druhy přírodních, syntetických nebo kombinovaných olejů, vosků a past. Tyto materiály vytvářejí různě silné, odolné a trvanlivé vrstvy, které se zpravidla nanášejí velmi jednoduchým způsobem. Používá se štětec, hadr, houba nebo váleček. V některých případech je možné přeleštění vytvrzeného filmu hadrem nebo kartáčem. Tato aplikační metoda je tedy velmi jednoduchá, nevyžaduje strojní zařízení a je vhodná pro použití především v malých provozech.

Povrchové úpravy aglomerovaných materiálů

- surové nebroušené, tloušťkově neegalizované
- surové broušené, tloušťkově egalizované
- dýhované
- dýhované s konečnou povrchovou úpravou laky
- laminované papíry impregnovanými pryskyřicemi
- laminované nábytkovými krytinami a foliemi
- kaširované papírovými a plastovými foliemi
- potiskované
- tmelené

Konečná povrchová úprava jednotlivých materiálů a celých dílců je zásadním parametrem ovlivňujícím užívání výrobku. Funkce povrchové úpravy může být konstrukční, estetická, nebo konstrukčně-estetická

Ochranná a estetická funkce povrchové úpravy:

- Povrchová úprava zajišťuje ochranu před mechanickým poškozením, před fyzikálními vlivy (např. vlhkostí), chemikáliemi (ocet, čisticí prostředky...), ochranu před UV zářením atd. Poskytuje také lepší možnost údržby, což má zásadní vliv na životnost výrobků.
- Výrazně zlepšuje vzhled většiny aglomerovaných materiálů. Ke zlepšení estetické funkce se užívá polepování povrchu laminováním, dekoračními papíry a foliemi s konečnou úpravou povrchu, dýhování a velmi často také aplikace tekutých transparentních a krycích nátěrových hmot.

8. Dýhy

Dýha je tenký list dřeva vyrobený centrickým nebo excentrickým loupáním, krájením nebo řezáním. V minulosti tloušťka řezaných dýh dosahovala 2 až 7 mm, ale pro velké ztráty při řezání se dnes již od tohoto způsobu výroby upustilo. V současnosti se tloušťky loupáných dýh pohybují mezi 1-3 mm, a tloušťky krájených dýh okolo 1 mm. Krájení se používá zejména pro výrobu okrasných dýh, kterými se podýhovávají jiné velkoplošné materiály (DTD, DVD, laťovky, spárovky). Při krájení lze dosáhnout nespočetného množství vzorů a kreseb textury dřeva. Loupání se používá hlavně pro výrobu konstrukčních dýh, ze kterých se vytváří překližky a laťovky.

Výroba dýh

Při výrobě dýh krájením se jednotlivé dýhy oddělují jedna za druhou a nevzniká žádný odpad ve formě pilin. Formáty krájených dýh odpovídají rozměrům výřezu použitého k výrobě. Při loupání se vytváří „nekonečný“ pás dýhy, který je později zkracován podle velikosti následně vyráběných deskových materiálů. Tyto způsoby jsou výrazně úspornější a mnohem produktivnější než nejstarší způsob výroby dýh řezáním (z 1. poloviny 19. století). Krájení se dnes užívá pouze výjimečně, k řezání dýh se většinou užívá pásová pila.

Požadavky na dýhárenskou kulatinu

Dýhárenské kulatině je nutno, pro její možné vysoké finanční zhodnocení, věnovat zvýšenou péči při celém procesu pěstování, těžby, skladování i dopravy, aby nedocházelo k nežádoucímu poškození (zejména vlivem biotických činitelů a vzniku trhlín). Především se jedná o určení vhodné doby těžby (v ČR nejlépe v zimě), urychlený odvoz z lesa, zajištění zastínění kulatiny na skládce v lese, nátěry čel proti vysušným trhlínám, použití kovových spon a S-plechů na vznikající trhliny a mokrou skládku na dýhárenském závodě. Podobná opatření, doplněná ještě o postřiky proti biologickým činitelům, se musí provádět při těžbě a dopravě dýhárenské kulatiny ze vzdálených oblastí (např. bříza z Pobaltí, Skandinávie, Ruska, nebo tropické dřeviny ze zámoří). Mezikontinentálně se dýhárenská kulatina dopravuje loděmi, po Evropě se přepravuje kamiony, případně vagony. Nejčastěji jsou výřezy dopravovány ve sdružených délkách.

Výroba řezaných dýh

V současné době se výroba dýh řezáním provádí minimálně a většinou přímo pro speciální typy výrobků (např. intarzie). Surovina pro řezané dýhy se nemusí plastifikovat a není tedy třeba provádět žádnou hypotermickou úpravu, nevýhoda tohoto výrobního způsobu však spočívá ve velkých ztrátách prořezem. V devatenáctém století byla pro výrobu dýh zkonstruována speciální „hamburská“ rámová jednolistá pila se svislým pohybem výřezu a s velmi slabou řeznou spárkou (1 – 2 mm). Dnes se v případě potřeby řezání tenkých, 2 – 5 mm tlustých dýh, využívá vodorovná kmenová pásová pila. Čerstvě nařezané dýhy je nutno jednotlivě proložit jako řezivo a zatížené hráně velmi opatrně sušit. Řezané dýhy se používají zejména při restaurování nábytku.

Výroba krájených dýh

Před vlastním procesem krájení je nutné dýhárenskou kulatinu podélně rozřezat na kmenové pásové pile na půlky, případně na čtvrtky a další tvary vhodné pro výrobu požadované kresby dýh (radiální, tangenciální apod.). Současně se, zpravidla odříznutím krajiny, u přířezu vytvoří ložná plocha pro upevnění na vozík krájecího stroje. Pro podélné dělení výřezů se užívá kmenová pásová pila s posuvným vozíkem schopná zpracovat průměry kulatiny až do 180 cm.

Připravené přířezy se po očištění hydrotermicky upravují (plastifikují), aby se dřevo změkčilo, snížila se možnost tvorby vnitřních trhlin v důsledku pnutí a zvýšila se možnost jeho tváření. Hydrotermická úprava se provádí nejčastěji horkou vodou nebo párou při teplotách od 40 do 110 °C podle druhu dřeviny. Některé listnaté dřeviny lze krájet i bez hydrotermické úpravy (např. břízu při vlhkosti dřeva nad 80 %).

Krájení dýh je možné provádět na vodorovných nebo svislých krájecích strojích. Na vodorovném krájecím stroji je výřez pevně upevněn a pohybuje se nůž a tlakovnice, při svislém krájení se pohybuje výřez. Při použití vodorovného krájecího stroje se vyrobí asi 40 – 50 listů dýh za minutu, na svislém krájecím stroji cca 60 – 80 listů za minutu. Výřez je na vozík upevněn zpočátku kovovými svorkami a v závěru krájení pouze vzduchovými přísavkami. Na konci krájení zbývá přířez tloušťky 7 – 20 mm (nožový zbytek).

Důležitým prvkem umožňujícím výrobu dýh v požadované kvalitě je tlaková lišta. Jedná se o zařízení, které působí tlakovou silou na dřevo ve směru proti krájecímu noži, čímž zabraňuje vzniku trhlin na tahově namáhané straně odlupující se dýhy.

Nakrájené dýhy se suší, ostříhávají se okraje, vyřazují se vady a poté se skládají do svazků po 16 nebo 32 listech. Svazky se třídí podle druhu dřeviny, rozměrů a jakosti.

Stavbou dřeva a způsobem krájení je vytvářena textura dýh. Mezi nejčastější druhy textur dýh patří:

- nevýrazná
- radiální (pruhovaná)
- tangenciální (fládrová)
- vlnitá
- očková
- svalovitá
- pyramidová
- kořenice

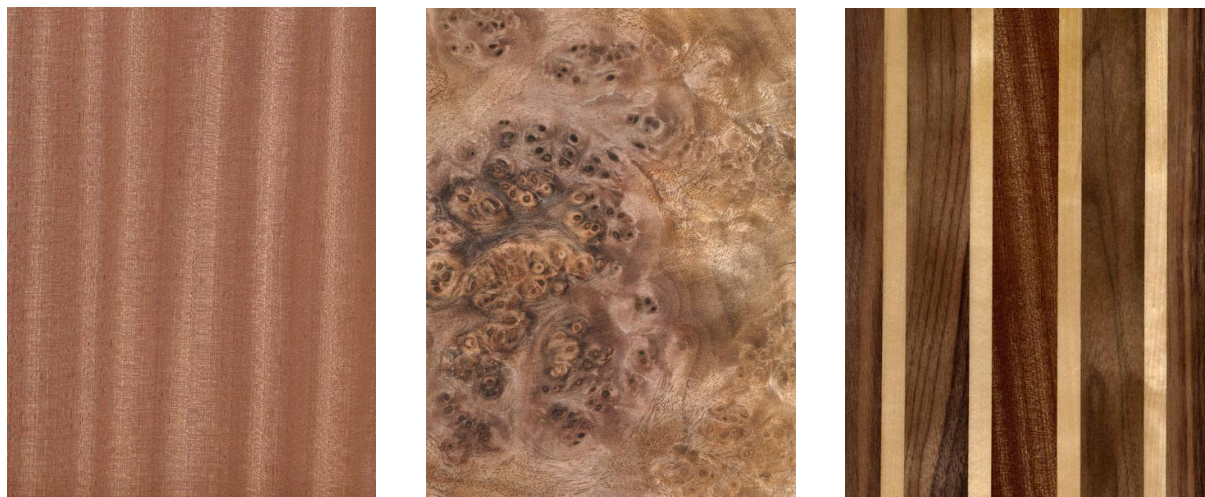
Vytváření textury dýh není omezeno pouze na způsob výroby, ačkoliv způsob upnutí výřezu do krájecího stroje je často rozhodujícím činitelem, ale je možné její ovlivňování i přípravou suroviny. Např. příprava materiálu pro výrobu velmi žádané ořechové kořenice se kvůli zvýšení produkce provádí plantážovým způsobem. Na specializované plantáži jsou na ořešáky roubovány rouby ovocných stromů a pro výrobu kořenicové dýhy se poté využívá nadzemní zbytnělá část kmene (hlava).

Výroba loupaných dýh

Obdobně jako při výrobě krájených dýh je před loupáním nutné výřez odkornit a plastifikovat. Výřez je poté v loupacím stroji upnut ve středu průměru pomocí unášecí rozety na jednom konci a upínacího trnu na druhém konci a otáčí se, zatímco se vozík s nožem a tlakovnicí přibližuje ke středu. Součástí loupacího stroje je poměrně složitá převodovka, která zajišťuje zrychlování otáčejícího se výřezu a současně rovnoměrný přísuv vozíku k loupnému výřezu pro výrobu dýhy konstantní tloušťky. Po loupání uprostřed zbude zbytkový váleček průměru 80 – 120 mm.

Při loupání na loupacím stroji nevznikají jednotlivé listy dýh, ale „nekonečný“ pás, který se po formátování a usušení používá především pro výrobu překližek a laťovek. Nejčastější rozměr těchto materiálů bývá 1220 × 2440 mm. Z tohoto důvodu je potřeba plastifikovanou překližkárenskou kulatinu před loupáním zkracovat na budoucí rozměry podélné a příčné vrstvy překližovaných materiálů. K přesným rozměrům hotové překližky se u vlhkých

formátů loupáných dýh musí přidávat nadmíra na šířkové sesychání a na pozdější přesné formátování slepené překližky. Nadmíry na šířku a délku bývají většinou 70 – 100 mm, loupárenské výřezy se proto zkracují pro nejčastěji vyráběný formát překližek na délky asi 1300 a 2550 mm.



Obrázek 8-1: Dýhy (zleva): mahagon (sapeli), ořechová kořenice, vinterio (dýha vyrobená z více rozdílných druhů dřevin)

Dýhování velkoplošných materiálů

Princip dýhování spočívá v nalepení dýhy na levnější nosný materiál. Obvykle se využívají dýhy tropických nebo tuzemských dřevin s originální texturou. Tímto způsobem lze dosáhnout dokonalé imitace cenných dřevin s nižšími náklady, než kdyby byl výrobek celý z drahého masivu. Pokud se jako nosný materiál použije např. laťovka nebo biodeska, tak má výsledný produkt kromě vzácného a neopakovatelného vzhledu povrchu ještě také větší pevnost a lepší rozměrovou stabilitu.

Při dýhování větších ploch je nutné spojovat jednotlivé listy dýh do větších celků. Tyto dýhy spojené do formátů větších rozměrů se nazývají sesazenky.

Sesazenky

Sesazenky jsou listy dýh šířkově slepené do většího formátu. Způsob sesazení dýh určuje výslednou kresbu, dýhy mohou být spojovány tavným vláknem z rubové strany, slepením na tupo, lepicí páskou nebo kombinací vlákna a pásky. Pro podélné sesazení dýh (např. při výrobě pásek pro olepování hran bočních ploch) se používají spoje na ozuby nebo na pokos.



Obrázek 8-2: Způsoby spojení dýh – rubová strana (zleva): tavné vlákno, lepicí páska, na tupo, podélné nastavení ozuby

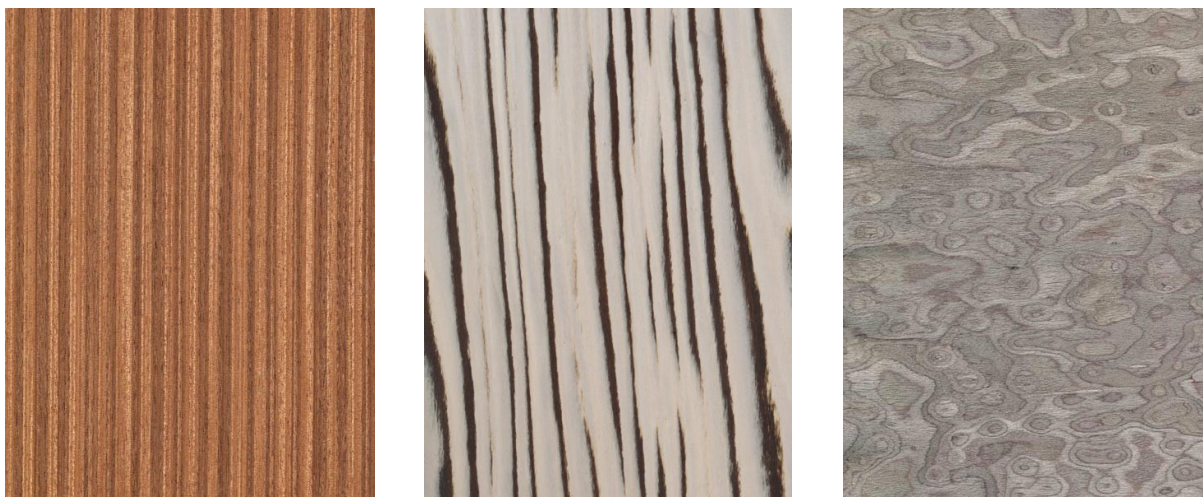
Speciální typy dýh

Arodýhy – dýhy s reprodukovanou texturou

Arodýhy se vyrábí z dýh různých dřevin, které se vrství na sebe a vzájemně se slepí. Slepěné soubory dýh se poté znovu krájí buďto kolmo k rovině lepení nebo pod určeným úhlem. Střídání dýh z dřevin s různou barvou při vrstvení souboru tvoří požadovanou texturu arodýhy. Někteří výrobci střídají přirozeně zbarvené dýhy s mořenými dýhami. Dýhy je také možné lepit nikoliv na rovnou, ale na zvlněnou matrici, což má za následek vytváření jedinečné textury při krájení.

Další předností arodýh je možnost výroby téměř libovolné textury na zakázku či přání zákazníka. Při použití arodýhy na konkrétní sérii výrobků, lze při poničení jednoho kusu výrobku nechat vyrobit identický díl podle připravené matrice (vhodné například při výrobě interiérových dveří pro vybavení budovy). Arodýhy na zakázku se vyrábějí podle širší sortimentu.

Specifickým případem arodýh je produkt prodáváný pod obchodním názvem Vinterio. V tomto případě se nekrájí slepený soubor dýh, ale blok masivních kusů dřevin.



Obrázek 8-3: Dýhy s reprodukovanou texturou – arodýhy (zleva): arodýha krájená kolmo k ploše lepení, arodýha krájená pod úhlem k ploše lepení, arodýha vytvořená lepením dýh na matrici s tvarovaným povrchem.

Mikrodýhy

Mikrodýhy jsou velmi tenké dýhy (tloušťky 0,1-0,2 mm), které jsou používány pro dýhování zaoblených tvarů a hran. Tyto dýhy jsou při výrobě podlepovány papírem nebo textilií pro usnadnění manipulace, a aby nedocházelo k jejich destrukci.

3D dýhy

3D jsou označovány dýhy, která jsou tvarovatelné ve více rovinách. Při výrobě jsou listy dýh o tloušťce 0,5-1 mm ve speciálním stroji krájeny na 1 mm široké proužky, které jsou na rubové straně spojeny tavným vláknem. U vrchní pohledové vrstvy je dýha pouze nakrojená aby nedošlo k porušení textury. Používají se zejména slepené ve vrstvách jako překližka určená pro výrobu tvarových nábytkových dílců, jako jsou židle a křesla. Konstrukce 3D dýh umožňuje jejich tvarování do menších poloměrů než u běžné překližky, aniž by došlo k porušení struktury. Soubor dýh je formován v lisu do požadovaného tvaru a fixován lepidlem. 3D dýhy lze využít i k podýhování plastů nebo kovů a v automobilovém průmyslu.

Rozdělení dýh podle použití

Konstrukční dýhy – jsou vyrobené zpravidla loupáním a používají se pro konstrukci překližek a laťovek.

Okrasné dýhy – používají se pro lepení na základní materiál (DTD, DVD, laťovky...) a jejich účelem je především zhodnocení estetického vzhledu základního materiálu. Používají se zejména krájené dýhy, v menší míře také dýhy loupané.

9. Desky z masivního dřeva

Tyto deskové materiály patří mezi nejjednodušší produkty na bázi dřeva s dlouhou tradicí výroby.

Deskové řezivo

Kuželovitý a často nepravidelný tvar kmene je zpracováván v pilařských závodech za účelem získání řeziva s unifikovanými rozměry a pravidelným tvarem s předem stanoveným průřezem. Podle tvaru a rozměrů příčného průřezu, se řezivo dělí na:

- deskové (fošny, prkna)
- hraněné (hranolky, hranolky, latě, lišty)
- polohraněné (trámy a polštáře)

Do deskového řeziva se zahrnuje všechno řezivo (omítané i neomítané) o tloušťce do 100 mm, jehož šířka je větší nebo rovna dvojnásobku tloušťky. Prkna (řezivo tenčí než 40 mm) a fošny (řezivo tloušťky 40 – 100 mm) se používají pro výrobu nejrůznějších polotovarů a konečných produktů. Deskové řezivo se také velmi často používá při výrobě velkoplošných desek – spárovek.



Obrázek 9-1: Dubové prkno



Obrázek 9-2: Fošny (tzv. Bowles – kmenově složené)

Spárovky (jednovrstvé desky z rostlého dřeva)

Spárovky jsou desky vytvořené vzájemným šířkovým slepením jednotlivých přířezů masivního materiálu.

Tento materiál byl znám již ve starověkém Egyptě. V druhé polovině minulého století se začaly pro výrobu spárovek používat vedle nenastavovaných přířezů také přířezy délkově nastavené na klínový ozub. Několik tisíciletí, až do poloviny 20. století, bylo na výrobu spárovek používáno glutinové lepidlo (kostní a kožní kliš). V současné době je k lepení nejčastěji používáno PVAC (polyvinylacetátové) lepidlo. Až do dvacátého století byla spárovka jediným deskovým konstrukčním materiálem na bázi dřeva.



Obrázek 9-3: Deska z masivního dřeva (spárovka)

Výroba spárovek

Podstatou výroby spárovek je přesné hladké opracování bočních slepovaných ploch přířezů, slepení a přesná tloušťková egalizace slepené desky.

Nejčastější postup kontinuální výroby:

Vytříděné sušené řezivo se opracuje na přesný příčný rozměr s tloušťkovou nadmírou na čtyřstranné frézce. Boční dvoustrannou nanášečkou lepidla je proveden nános PVAC lepidla na boční plochy. Při skládání souboru přířezů pro lepení je vhodné střídat pravou a levou stranu přířezu, čímž se zamezí příčnému prohýbání. Také je vhodnější používat radiální řezivo než tangenciální. Často se využívá dovezené dřevo smrku nebo borovice ze severských zemí, s užšími a pravidelnými letokruhy, které umožňuje výrobu spárovky s větší tvarovou stálostí. Přířezy jsou poté přesouvány k příčně průběžnému lisu, kde je soustavou dopravních pásů vyvinut potřebný lisovací tlak. Lisovaný soubor prochází mezi vyhřívanými deskami, které urychlují základní vytvrzení lepidla.

U slepené spárovky se po klimatizaci a úplném vytvrzení lepidla vyspravují vady zátkami a tmelením. Dalšími operacemi je formátování na přesnou velikost a přesné broušení na

tloušťku. Vedle kontinuálního velkokapacitního lisování bývá ve středních nebo menších provozech pro lisování používáno diskontinuálních turniketových nebo plošných lisů.

V malých truhlářských provozech je často k srovnání bočních ploch používána srovnávací frézka a tloušťková egalizace je prováděna na tloušťkovací frézce. Pro lisování se používají kleštiny, podélné stahováky nebo ztužidla.

Vlastnosti spárovek

Předností spárovek je zachování vzhledu rostlého dřeva, možnost výroby větších formátů a dále velmi dobré mechanické vlastnosti, které jsou u spárovek obdobné jako u masivního materiálu.

Velkým nedostatkem spárovky je její anizotropní charakter, který se projevuje rozdílnými vlastnostmi v různých směrech (pevnost dřeva ve směru kolmém na vlákna je cca 10-50× nižší než ve směru podélném). Nedostatkem je také poměrně velké sesychání a bobtnání při změně vlhkosti dřeva a možnost jeho borcení. Trvalou tvarovou stálost volných spárovkových dílců je možno zajistit pouze pomocí speciálních konstrukčních řešení jako například užití svlaku – příčného zpevnění dalším přířezem.

Použití spárovek

Spárovka byla již v minulosti používána při výrobě nábytku např. na desky stolů, postelí, skříní, truhel apod. Vedle nábytku je další tradiční použití spárovek např. na pevné obaly (bedničky na munici), jako police s vysokou nosností, pro výrobu dřevěných schodů a dveří. V současnosti je v prodejnách určených pro výrobce nábytku možno zakoupit spárovky z průběžných nebo nastavovaných lamel. V ČR bývají tyto materiály většinou nabízeny v dřevinách SM, BO, BK, DB, ale můžeme se setkat i se spárvkami z exotických dřevin jako je např. merbau, teak nebo bambus.

Jednotlivé dílce výrobků ze spárovek musí být pevně konstrukčně spojeny, aby nemohlo docházet k jejich borcení. Pro konstrukční spoje se používají jednoduché spoje na kolíky.

Nábytek je vyráběn jak ze spárovek bez vad (kvalita A, B), tak jsou také používány spárovky se zarostlými nebo vyspravenými suky a vadami (kvalita C).

Cena:

Cena spárovek se pohybuje v závislosti na druhu použité dřeviny, tloušťce, kvalitě a rozměrech desky od cca 200 Kč/m² do 2 000 Kč/m² (SM, 18 mm, A/B ~ 460 Kč/m²).

Biodesky (třívrstvé desky z rostlého dřeva)

Biodesky se začaly vyrábět v osmdesátých letech minulého století. Při jejich výrobě jsou křížem slepeny v jeden celek tři vrstvy ze spárovek, čímž vznikne deskový materiál s řadou příznivých vlastností. Hlavní předností je odstranění anizotropního charakteru desky a větší tvarová stálost. Oproti aglomerovaným materiálům (např. dřevotříska) obsahují tyto desky výrazně méně lepidla. Na plochách a hranách desek je patrné, že se jedná o výrobek z masivního dřeva.



Obrázek 9-4: 3-vrstvá deska z rostlého dřeva (biodeska)

Výroba biodesek

Výroba tohoto materiálu je poměrně náročná a produktivní velkovýroba vyžaduje specializované výrobní zařízení.

Sušené řezivo je rozmítáno na přířezy, středová vrstva se nejčastěji pomocí PVAC lepidla příčně slepuje do tenké velkoplošné spárovky. Na tento základní nosný polotovar se příčně oboustranně nalepují velkoplošné sestavy přířezů které vytvoří vrchní a spodní vrstvu desky. Plošné lisování celého souboru se provádí ve vyhřívaném lisu (obvykle se používá termoreaktivní močovino-formaldehydové lepidlo. Po slepení celé desky se provádí opravy větších vad zátkami, smolníky se opravují dřevěnými lodičkami a drobné vady se opravují tmelením. Dále se desky přesně formátují a plošně brousí.

Použití biodesek

Nejčastější použití tohoto materiálu je ve stolařství a truhlářství (obvykle lepší kvalita A/B) například na stolové desky, kuchyňská dvířka, na celé výrobky jako jsou postele a skříňky, ale také pro obklady stěn a stropů, podlahy apod.

Desky, které jsou lepeny vlhkuvzdorným melamin-formaldehydovým lepidlem, se vyrábějí pro použití pro stavebnictví (obvykle horší kvalita C), kde se používají pro nosné konstrukce šikmých střech, konstrukční prvky, nosníky, opláštění pro nadstavby, jako bednicí dílce apod. Všechny plochy těchto stavebních desek jsou opatřeny nátěry které omezují navlhavost.

Cena:

Biodesky patří k nejdražším materiálům na bázi dřeva, cena se pohybuje v rozmezí cca 600 – 8 000 Kč/m² (SM, 19 mm, AB/B ~ 780 Kč/m²). Výroba vyžaduje kvalitní dřevo a je poměrně pracná.

Základní charakteristika desek z rostlého dřeva

Desky z rostlého dřeva (Solid Wood Panels) se vyrábějí pro nosné a nenosné účely. Z hlediska jejich použití je rozdělujeme na desky určené do suchého (SWP/1), vlhkého (SWP/2) anebo venkovního prostředí (SWP/3).

Spárovka – je konstrukční deska, která vznikne slepením přířezů (lamel) do plochy. Jednotlivé lamely mohou být v bocích spojeny na spáru hladkou, profilovou, na pero a drážku, vložené pero a méně často pak na kolíky a čepy.

Spárovka odolává krátkodobému omytí vodou, avšak nikoli dlouhodobému namáhání povětrností. Předností spárovek je, že jsou pevné ve směru dřevních vláken a dají se zhotovit svépomocí, přičemž se mohou zužít různé odpady.

Biodeska – je deska z rostlého dřeva vyrobená obvykle ze tří vzájemně na sebe lepených vrstev. Vnější vrstvy jsou složeny z průběžných lamel lepených po délce. Středová vrstva je lepena z lamel, které jsou na sebe průběžně podélně napojeny. Po přebroušení jsou všechny tři vrstvy slepeny v jeden celek tak, že středová vrstva je lepena příčně pod úhlem 90° oproti vrchním vrstvám.

Příčným způsobem lepení je dosažena podstatně větší tvarová stálost desek a odolnost proti zatížení než u klasické spárovky.

Vlastnosti desek z rostlého dřeva:

- přírodní zdravotně nezávadný materiál
- charakter přírodního masivního dřeva
- vysoká pevnost v ohybu
- nízká emise škodlivých látek
- tvarová stálost (vícevrstvé desky)

Tabulka 9-1: Třídy kvality pro desky z rostlého dřeva

A	Na pohledové straně dovoleny jednotlivé zdravé suky do průměru 25 mm (u jehličnanů do 40 mm, borovice a modřín až do průměru 60 mm), barevně vyvážený vzhled.
B	Povoleny vzhledné vysprávký a zdravé suky do průměru 30 mm (u jehličnanů zdravé suky povoleny bez omezení), vypadavé suky nebo vysprávký v řadě nepovoleny, povoleny barevné rozdíly.
C	Vypadavé suky povoleny i bez vysprávký, bez požadavků na vzhled a barvu.

Třídy kvality se stanovují vizuálně pro rub a líc desky. Symboly pro obě strany se rozdělují lomítkem.

10. Překližované desky

V druhé polovině 19. století byla zdokonalena průmyslová výroba dýh na krájecích a loupacích strojích. Krájené dýhy, u kterých je stejná kresba na jednotlivých listech, se používají pro okrasné účely především u nábytku. Loupané dýhy, při jejichž výrobě vzniká velkoplošný pás, se po rozstříhání pásu používají pro výrobu vrstvených plošně slepovaných materiálů – překližek, laťovek a lamel.

Překližky

Při vzájemném křížovém slepení tenkých velkoplošných listů dřeva (dýh) vznikne překližka. Tento materiál má odstraněny některé nežádoucí vlastnosti masivního dřeva, zejména není anizotropní a je u něj výrazně sníženo sesychání a bobtnání. Použitím různých dřevin, volbou počtu vrstev a tloušťky jednotlivých dýh, případně volbou lepidla a úpravou povrchu je možno vyrobit překližky různého estetického vzhledu a mechanických a fyzikálních vlastností s nižší nebo vysokou odolností proti působení vlhkosti. Některé druhy překližek jsou určeny pro přímý styk s vlhkostí, jiné jsou určeny jen pro suché prostředí v interiéru.

Český název tato skupina materiálů dostala podle původně používaných lepidel – kostního a kaseinového klišu.



Obrázek 10-1: Truhlářská překližka



Obrázek 10-2: Vodovzdorná stavební překližka s protiskluzovou úpravou

Výroba překližek

Pro výrobu překližek se obvykle používají měkčí dřeviny s nevýraznou kresbou a dřeviny méně ceněné. Z domácích dřevin se užívá SM, BO, TP, BK, BR, OL. V minulosti se do ČR dovážela také tropická překližkárenská kulatina, především africká limba (*Terminalia superba*) a gabon – okoume (*Aucoumea klaineana*). Cennější dřeviny a nejkvalitnější sortimenty jsou používány pro výrobu krájených okrasných dýh.

Operace při výrobě překližek:

- Skladování suroviny – nejčastěji na zpevněné ploše (vyspádovaná odkanalizovaná asfaltová plocha) s možností postřiku v teplém období.
- Zkracování kulatiny na výřezy se provádí mobilní nebo stacionární řetězovou pilou.
- Pro snížení řezného odporu a dosažení kvalitního povrchu dýhy je zpravidla nutno výřezy plastifikovat párou nebo horkou vodou v plastifikačních jamách nebo vanách.
- Plastifikované výřezy se dále odkorňují frézovacím odkorňovačem a dočišťují ručními frézami, dokonalé dočištění se provede ostřikem tlakovou vodou.
- Z teplých plastifikovaných výřezů se na loupacích strojích naloupou pásy dýh, většinou se užívají 2 délky výřezů s nadmírami (pro budoucí formát překližky 122 x 244 cm).
- Po rozstříhání pásů dýh na příslušné formáty se dýhy suší v pásových sušárnách.

- V oboustranné válcové nanášečce lepidla se na každou sudou vrstvu nanáší termoreaktivní lepidlo a na skládacím stole se ručně skládá soubor ze vzájemně křížených dýh.
- Soubory dýh se lisují ve vyhřívaných lisech. Vyšší teplota výrazně zrychluje vytvrzení termoreaktivních lepidel.
- Hotové překližky se ořezávají na přesné normalizované formáty, tmelem se vyspravují vady povrchu a brousí s cílem zajistit hladký povrch a přesnou tloušťku.
- Stejným postupem se vyrábějí tvarové překližky, lisování probíhá v lisech s vyhřívanými tvarovými formami.

Vlastnosti překližek

Hlavními přednostmi překližek je, odstranění anizotropního charakteru masivního dřeva, a z toho vyplývající zajištění dobré pevnosti ve všech směrech i u poměrně tenkého materiálu (dna zásuvek, sedáky židlí). Další předností tohoto materiálu je omezení pracování dřeva při změně vlhkosti prostředí. Překližky se běžně vyrábějí od 2 do 40 mm tloušťky. Použitím vhodného lepidla je možno zajistit vysokou odolnost lepených spojů, kterou je možno ještě zvýšit povrchovými nátěry, nebo nalisováním (laminováním) papírové folie s voděvzdornou pryskyřicí. Tyto překližky se používají jako bednicí materiál při betonáži ve stavebnictví.

Nepříznivými faktory u překližek jsou potřeba kvalitní vstupní suroviny a poměrně pracná výroba a z toho plynoucí vyšší cena. Při loupání může u některých tvrdých dřevin docházet vlivem nutného příčného ohýbání listu dýhy v loupacím stroji ke vzniku drobných trhlin, které se mohou projevit popraskáním nátěru až po konstrukci hotového výrobku.

Použití překližek

Překližky se používají na řadu výrobků. V první polovině minulého století, když byly lepeny hlavně kostním kličem, tedy nevlhkuvzdorným lepidlem, bylo použití překližek možné jen v interiéru – především na plošné díly nábytku. Vedle velkoplošných překližek, které bývají dodávány v normalizovaných formátech, jsou také vyráběny tvarové překližky ve formě jednosměrných, nebo sférických tvarových výlisků. Nejčastější využití je pro sedáky a opěradla sedacího nábytku.

Počátkem padesátých let 20. století se začaly používat syntetická termoreaktivní lepidla (močovinoformaldehydová – UF a fenolformaldehydová – PF), která mají výrazně vyšší odolnost proti působení vlhkosti. Tato lepidla umožnila díky termoreaktivitě zkrácení lisovacího cyklu. Překližky lepené PF a případně melaminformaldehydovým (MUF) lepidlem

mají vysokou odolnost proti působení vlhkosti a umožnily používání překližek s foliovaným nebo nefoliovaným povrchem ve vlhkém a vnějším prostředí, především ve stavebnictví a na obaly.

Stavební překližky mohou být také používány pro stavební dílce, např. pro součásti střešních vazníků. Překližky s protiskluzovou úpravou povrchu se využívají na lešenové podlahy ve stavebnictví a na ložné plochy nákladních automobilů.

Značná část překližek se stále používá pro výrobu různých druhů prostorových obalů.

Cena:

Překližky patří mezi dražší deskové materiály, jejich cena se pohybuje v závislosti na druhu použité dřeviny, tloušťce a kvalitě desky od cca 170 Kč/m² do 1 500 Kč/m² (truhlářská BK, 15 mm, B/C – 380 Kč/m², obalová SM, 15 mm, C/C ~ 220 Kč/m², stavební foliovaná TP, 15 mm, C/C ~ 240 Kč/m²).

Laťovky

Laťovky jsou tvořeny laťkovým středem, který je oboustranně křížově přelepen loupánou dýhou. Vyrábějí se nejčastěji v tloušťkách 16 a 19 mm ve formátu 122 × 244 cm.

Laťovky mají, podobně jako překližky, částečně eliminovaný anizotropní charakter, velmi dobrou rovinnou stálost a jsou obvykle levnější než překližky stejných tloušťek.

Výroba laťovek

Pro laťovky je potřebné vyrobít povrchové loupané dýhy a středové laťky. Podobně jako u překližek se na laťovky užívají levnější, méně ceněné dřeviny. Na střední laťky se užívá nejčastěji SM a BO, na dýhy se používá TP, BR, BK, OL.

Loupané dýhy se vyrábějí stejně jako při výrobě překližek. Loupárenské výřezy se plastifikují a odkorňují, dýha se loupe, stříhá na hrubé formáty a suší.

Ze sušeného řeziva se na zkracovacích pilách řezou délkové přířezy, které se tloušťkově egalizují na dvoustranných frézách a následně podélně rozřežou na vícekotoučových rozmítacích pilách na laťky. Z jednotlivých nařezaných laťek se vyřezávají suky a na rovnacích stolech se šířkově skládají laťkovkové středy. Laťkovkové středy mohou být sestavené bez lepení, nebo mohou být šířkově slepeny PVAC lepidlem.

Vlastní plošné slepení laťovky se skládá z oboustranného nanášení UF lepidla na laťovkový střed, skládání souboru z dýh a laťkového středu a lisování souboru ve vyhřívaném lisu. Následuje přesné formátování, opravy vad povrchu a broušení.

Vlastnosti laťovek

Mezi velmi příznivé vlastnosti se u laťovek řadí poměrně vysoká pevnost zejména v ohybu ve směru orientace latěk. Velkou předností je také nižší hmotnost ve srovnání s aglomerovanými materiály. U těchto desek je také velmi dobrá pevnost vrutových spojů a upevnění kování.

Mezi nedostatky patří nutnost zohledňovat směr středových latěk při rozřezávání desek na dílce a potřeba olepování bočních ploch masivem nebo dýhou.

Použití laťovek

Nejčastější použití laťovek bylo až do šedesátých let na hladké plošné dílce nábytku. Od konce šedesátých let byly laťovky z velké části nahrazeny levnějšími dřevotřískovými nebo dřevovláknitými deskami.

V současné době se laťovky používají na některé namáhané dílce nábytku, speciální obaly a podlahy. Někteří výrobci dodávají vedle třívrstvých laťovek také pětivrstvé.



Obrázek 10-3: Laťovka se středem ze smrkových latěk opláštěvaná březovou dýhou

Cena: Také laťovky patří k dražším deskovým materiálům na bázi dřeva, cena se pohybuje v rozmezí cca 280 – 670 Kč/m² (BR, pětivrstvá, 18 mm, B/B ~ 290 Kč/m²). Na výrobu vrchních dýhových vrstev je potřeba kvalitní dřevo.

Charakteristika překližovaných materiálů:

Překližované materiály jsou tvořené souborem 3 nebo více navzájem slepených vrstev. Počet vrstev bývá lichý, aby byla zajištěna konstrukční vyváženost (osová souměrnost), přičemž směry vláken sousedních vrstev jsou zpravidla na sebe kolmé.

Truhlářské překližky – jsou určeny k použití v interiéru, nejčastěji na dílce nábytku a obklady stěn a stropů. Tyto překližky jsou lepeny UF lepidlem, které má malou odolnost proti dlouhodobému působení vlhkosti. U těchto překližek jsou největší požadavky na vzhledovou kvalitu povrchu.

Stavební překližky – vyrábějí se nejčastěji v tloušťkách 12 – 18 mm a pro jejich výrobu se nejčastěji používá buk. Jsou určeny pro přímý styk s vlhkostí (zejména při betonáži). Používají se kvalitní PF a MUF lepidla, ve většině případů se zabraňuje vstupu vlhkosti do překližky laminací povrchu.

Tvarové překližky – jsou vyráběny pro konkrétní výrobky, nejčastěji pro sedáky a opěradla sedacího nábytku. V ČR se pro tyto překližky používá buk.

Obalové překližky – jsou určeny pro použití na různé druhy prostorových obalů. Nejčastěji se vyrábějí ze SM a TP, bývají lepeny PF lepidlem. U obalových překližek jsou přípustné drobné vady v kvalitě povrchu. Tyto překližky nejsou většinou vhodné pro interiérové použití.

Podle úpravy povrchu se překližky dělí na:

- broušené
- nebroušené
- povrchově upravené
- opláštěné (dekorační dýhou, fólií, impregnovaným papírem)

Laťovky

Laťovky jsou dřevěné desky sestávající se ze střední vrstvy oboustranně překlížené pláštěm. Plášť tvoří obvykle dvě křížem na sebe slepené dýhy. Spodní dýha, tzv. překližovačka, je lepena kolmo na průběh latěk laťovkového středu, vrchní dýha, tzv. poddýžka, bývá lepena ve směru latěk. Hlavní použití laťovek je pro namáhané dílce nábytku.

Lamely

Lamely jsou jednosměrně tvarové výlisky z nekřížených slepených dýh. Tato technologie umožňuje výrobu tvarově složitých dílců, hlavní použití je při výrobě sedacího nábytku a postelových lamel.

11. Desky z plochých třísek

Ideou vedoucí ke vzniku těchto desek byla snaha o výrobu velkoplošného materiálu, který by dosahoval podobných vlastností jako překližka, ale který by byl tvořen z drobnějších (levnějších) částic. Původním záměrem bylo použít jako výchozí surovinu pilařské krajiny a zbytkové válečky z loupání dýh. Současná technologie výroby ale umožnila i použití takových druhů materiálů a dřevin, které v pilařské a překližkárenské výrobě nemají uplatnění.

Waferboard

Desky vyráběné lisováním velkoplošných dřevních částí bývají v anglické literatuře nazývány „waferboard“ a „oriented strand board (OSB)“. Protože jejich anglický název by se do češtiny překládal jako „desky z orientovaných plochých třísek“, je v dnešní době již zažité označení OSB i v českém jazyce.

Průmyslově se desky z velkoplošných třísek začaly vyrábět v Kanadě v roce 1963. Byly vyráběny z dřevěných částic 150 – 300 mm dlouhých a 7,5 – 150 mm širokých, které byly vrstveny neuspořádaně. Tyto částice se nazývaly „wafers“ a odtud pocházel název desek „waferboard“. V roce 1976 bylo zjištěno, že desky dosahují vyšší pevnosti, pokud jsou třísky v povrchových vrstvách orientované. V tomto roce byly patentovány třívrstvé desky z orientovaných plochých třísek – OSB. Třívrstvá konstrukce tohoto materiálu umožnila redukci výrobních nákladů za současného plnění požadavků závazných norem.



Obrázek 11-1: Waferboard

OSB

OSB je materiál tvořený ze slisovaných dřevních částí uspořádaných do vrstev (obvykle tří), které jsou vzájemně orientovány do pravého úhlu a za užití tlaku a tepla spojeny voděodolným lepidlem. Fakt, že třísky střední vrstvy svírají pravý úhel s třískami v povrchových vrstvách, má stejný význam a výhody jako křížové lepení dýh u překližek (omezení anizotropních vlastností a rozměrových změn).

Vlivem použití dlouhých, úzkých třísek a jejich cílené orientace nejsou fyzikální a mechanické vlastnosti OSB desek izotropní. Orientace třísek sice zvyšuje pevnost i tuhost v podélném směru, ale také způsobuje větší rozdíl vlastností mezi oběma hlavními směry (třísky ve dvou povrchových vrstvách jsou orientovány ve směru výrobního toku a pouze jedna střední vrstva má třísky orientovány ve směru kolmém na směr výrobního toku). Např. pevnost v ohybu je u OSB desek v podélném směru cca 2 x větší než v příčném směru. U modulu pružnosti v ohybu jsou tyto rozdíly ještě výraznější. Modul ve směru výroby je téměř 2,5 x větší než ve směru kolmém na směr výroby.

Při používání OSB je tedy nutné pro přenášení zatížení zohlednit směr orientace třísek a využít příznivých vlastností pevnějšího směru desek.



Obrázek 11-2: Deska z orientovaných plochých třísek (OSB)

Výroba

V 80. letech 20. století začal masový nárůst využití OSB desek v Severní Americe. První továrna na výrobu OSB v Evropě byla postavena v roce 1979 v německém Bevenu a v ČR se OSB vyrábí od roku 2006.

V Severní Americe se na výrobu OSB používají převážně rychle rostoucí dřeviny jako topol, borovice vejmutovka nebo bříza. V Evropě se nejčastěji zpracovávají jehličnany, převážně borovice a smrk. Je ale možné zužitkovávat i dřevo bambusu. V podstatě lze pro výrobu OSB používat dřeviny, jejichž hustota leží v rozmezí 350 – 700 kg/m³.

Průměry kulatiny pro výrobu OSB jsou také vhodné již od 80 – 100 mm, kdežto pro výrobu překližek je nutný minimální průměr 250 mm. Skutečnost, že surovina nízké kvality může být použita pro výrobu vysoce kvalitního produktu, je pokládán za jednu z největších výhod OSB.

Postup výroby:

- Dříví je na vstupní části ošetřeno tlakovým vodním postřikem, po odkornění je kulatina dočištěna válci na dočišťovací lince.
- Kulatina je dále posouvána do řezacího prostoru roztrískovače. Výroba třísek pro OSB desky probíhá tzv. tangenciálním řezem. Jednotlivé třísky jsou získávány ve směru rovnoběžném s vlákny dřeva (nejčastěji v prstencových nebo diskových roztrískovačích).
- Následuje třídění, sušení a přeprava třísek do zásobníků. Velikost typické třísky pro výrobu OSB má rozměry 0,4-0,8 × 6-25 × 75-130 mm. Nejdelší třísky, se používají pro povrchové vrstvy OSB, menší na středové vrstvy. Jemný podíl třísek (pod 6 mm) bývá obvykle využit pro jiné účely (např. v přidružené výrobě třískových desek). Odstranění drobné dřevěné frakce před aplikací lepidla je jeden z hlavních principů při výrobě OSB. Podíl velmi drobných dřevních částic se u OSB obvykle pohybuje mezi 3 – 10 %. Tento postup umožňuje užití nižšího obsahu lepicí směsi v porovnání s ostatními aglomerovanými materiály na bázi dřeva.
- Nanášení lepidla na třísky probíhá obvykle v bubnových nanášecích, kde se lepicí směs nanáší rozstříkem z rotujících disků. Moderní továrny pro výrobu OSB většinou používají fenol-formaldehydová (PF) lepidla (rozšířeno hlavně v Severní Americe), nebo kombinaci melamin-formaldehydových (MF) lepidel na třísky pro povrchové vrstvy a izokyanátových (MDI) lepidel na třísky pro středovou vrstvu. V některých provozech jsou na kontinuálních lisech vyráběny OSB lepené pouze MDI lepidly. Výhodou MDI lepidel je snížení lisovacího času, které vede ke snižování nákladů, a jejich vysoká

odolnost proti vlhkosti. Za jejich nevýhodu je možno považovat dobrou lepicí schopnost a přídržnost k oceli vedoucí k nutnosti používání chemických separátorů při lisování. Se stoupajícím obsahem lepidla se zlepšují mechanické vlastnosti, ale protože lepidlo (zejména s vysokou odolností proti vlhkosti) je nejdražší složkou při výrobě desek, zvyšuje se také jejich cena. Lepidla používaná pro výrobu OSB uvolňují jen velmi málo (nebo v případě MDI lepidel žádné) emise formaldehydu.

- Pro snížení bobtnání a zvýšení odolnosti vůči vodě a vodní páře jsou při aplikaci lepidla přidávány hydrofobizační přísady (nejčastěji látky na bázi parafínu).
- Vrstvení a lisování třískového koberce. Pro vrstvení se používají vždy alespoň dvě vrstvicí zařízení. Jedna vrstvicí stanice slouží pro vrstvení spodní a vrchní vrstvy s podélnou orientací třísek a druhá vrstvicí stanice se používá pro vrstvení třísek středové vrstvy s příčnou orientací ke směru pohybu unášecího pásu.
- Dokončovací operace. V této fázi výroby desek dochází nejprve k prvotnímu formátování nekonečného koberce na dílčí sdružené formáty. Tyto formáty jsou poté egalizovány na jmenovitou tloušťku desky o dovolené toleranci. Sdružené formáty jsou následně naformátovány na jednotlivé požadované formáty OSB desek. Dále následuje klimatizace v klimatizačních turniketech a po této fázi jsou již desky skládány do bloků (hraní) a dopraveny do expedičních skladů.

Vlastnosti

Na mechanické a fyzikální vlastnosti OSB mají výrazný vliv téměř všechny výrobní faktory. Mezi nejpodstatnější se obvykle uvádí: druh dřeviny, geometrie a kvalita třísek, orientace a formování třísek, obsah vlhkosti, typ a množství použitého lepidla a přídavných látek a dále potom lisovací parametry, které vzájemnou interakcí v průběhu lisování třískového koberce usměrňují zejména tvorbu hustotního profilu charakterizující rozložení hustoty v deskách. Důležité jsou i další faktory, jako např. poměr třísek středové vrstvy k povrchovým vrstvám, stupeň komprese, adhezní síly pojiva atd.

Vzhledem k vysoké variabilitě vlastností a rozmanitým způsobům využívání OSB, je proto nutné, zvolit optimální kompromis mezi mechanickými a fyzikálními vlastnosti pro každý specifický způsob aplikace. Například vyšším stupněm komprese je možné dosáhnout větší pevnosti OSB, ale zároveň se bude zvyšovat i vlhkostní roztažnost. Ne vždy je také požadován materiál s důslednou orientací třísek (větší rozdíl vlastností mezi oběma hlavními směry není výhodný zejména v případě nesoustředěných směrů zatížení desek).

Velkou předností OSB desek je skutečnost, že všechny jejich vlastnosti mohou být v průběhu výroby řízeny podle požadavků na konečný produkt.

Použití

OSB desky se používají zejména ve stavebnictví, kde jsou využívány pro stejné účely jako překližka, kterou postupně nahrazují. Technické parametry těchto dvou produktů jsou přibližně srovnatelné. Hlavní rozdíl spočívá ve větším tloušťkovém bobtnání OSB při nepříznivých vlhkostních podmínkách. U OSB desek může být tloušťkové bobtnání (a s ním spojená ztráta pevnosti) o 25 až 30 % vyšší než u překližky. Tuto nevýhodu OSB vyvažuje cena, která je přibližně o 25 % nižší. To jednak z důvodu nižších nároků na vstupní surovinu a dále díky vyšší produktivitě při výrobě.

Nejčastěji se OSB desky používají jako konstrukční materiál stěn, střech a podlah u dřevostaveb. Bývají využívány i pro výrobu tzv. I-nosníků a sendvičových panelů. Lze je také zužitkovat pro výrobu palet a obalových materiálů, pro dočasné oplocení stavenišť, obložení, pro kostry čalouněného nábytku apod.

OSB desky se také vyrábějí v provedení s frézovaným perem a drážkou po stranách (4 PD), případně opatřené fólií (hladkou – betonářské bednění, protiskluzovou – ložné plochy nákladních automobilů).

Cena

Cena OSB desek se pohybuje v závislosti na provedení a tloušťce desky v rozmezí 80 – 270 Kč/m² (OSB/3, 18 mm, nebroušená ~ 180 Kč/m²).

Multifunkční desky

V poslední době někteří prodejci nabízejí jako alternativu k OSB deskám tzv. multifunkční panely (MFP), označované někdy jako QSB (Quality Strand Board) – jednovrstvé třískové desky, nebo také jako mikroštěpkové desky (GSB). U těchto typů materiálu jsou ploché netříděné třísky rozvrstveny neuspořádaně a doplněny vyšším podílem jemných třísek. Tato struktura vyžaduje větší nános lepicí směsi (obvykle pouze na bázi močovino/melamin-formaldehydových lepidel) a zapříčiňuje vyšší hustotu (váhu) desek.

Multifunkční desky mají podobné vlastnosti jako OSB, ale stejnou pevnost v obou směrech (nižší než OSB v hlavním směru) a hladký povrch. Způsobem využití odpovídají

konstrukčním dřevotřískovým deskám P5. Používají se pro širokou škálu aplikací, nejčastěji jako konstrukční desky ve stavebnictví (např. na podlahy), ale i pro výrobu nábytku a obalů.

Jedná se také o velmi levné materiály, jejichž cena za m² se pohybuje v rozmezí 70 – 260 Kč.



Obrázek 11-3: Multifunkční panel

Charakteristika desek z plochých třísek

Waferboard jsou desky vyráběné z dlouhých a širokých třísek, které jsou slepeny v neorientovaném stavu. Výroba těchto desek se příliš nerozšířila, vytvořili však dobrý předpoklad pro výrobu OSB desek.

OSB je velkoplošný materiál vyráběný z dlouhých, štíhlých a tenkých třísek. Třísky ve vnějších vrstvách jsou orientovány rovnoběžně s délkou nebo šířkou desky, třísky ve středové vrstvě jsou orientovány kolmo na třísky vnějších vrstev.

Jsou klasifikovány čtyři typy OSB desek (ČSN EN 300):

- OSB/1 - Desky pro všeobecné účely a desky pro vnitřní vybavení (včetně nábytku) pro použití v suchém prostředí.
- OSB/2 - Nosné desky pro použití v suchém prostředí.
- OSB/3 - Nosné desky pro použití ve vlhkém prostředí.
- OSB/4 - Zvlášť zatížitelné nosné desky pro použití ve vlhkém prostředí.

Nosné desky jsou určeny pro navrhování a provádění nosných a výztužných stavebních dílců, např. stěnových, podlahových, střešních konstrukcí nebo I-nosníků.

Mezi významné výhody těchto materiálů patří:

- nízká hmotnost a vysoká pevnost (zejména v podélném směru)
- odolnost proti působení vlhkosti (OSB/3, 4)
- snadnější přizpůsobení měnícím se požadavkům trhu a optimalizace pro daný účel použití
- možnost efektivnějšího využití přírodního materiálu
- menší zatížení životní prostředí z důvodů minimální spotřeby chemických látek, které jsou ve výrobku obsaženy

12. Dřevotřískové desky (DTD)

Zavedením výroby dřevotřískových desek se zásadním způsobem změnila možnost využívání zbytkového dřeva nejružnějšího druhu, které bylo dříve nevyužito nebo bylo využíváno jen pro energetické účely. Dřevotřískové desky jsou v současné době nejvíce rozšířeným a nejvíce vyráběným aglomerovaným materiálem.

Dřevotřískové desky se začaly ve světě vyrábět koncem čtyřicátých let minulého století. V bývalém Československu byla již v roce 1949 ve firmě Bučina uvedena do provozu první linka na světě na výrobu DTD z listnaté dřeviny – buku. V průběhu šedesátých let byly u nás i ve světě provedeny četné výzkumné práce, které vedly k objasnění mnoha problémů při výrobě a používání různých druhů aglomerovaných materiálů (DTD v počátcích výroby trpěly řadou dětských nemocí, např. vysokou rozlupčivostí, nerovnoměrnou hustotou, nerovným povrchem a velkou tolerancí tloušťek). Zhruba od poloviny šedesátých let se všeobecně kvalita DTD zvyšovala, byly zavedeny vhodné nástroje a stroje pro přesné kvalitní obrábění, byly také vyřešeny nové typy konstrukčních spojů a kování. DTD se staly celosvětově velmi užívaným materiálem pro vybavení interiéru – zejména pro nábytek, obklady a podlahoviny.

Výroba dřevotřískových desek

Výroba dřevotřískových desek je poměrně složitý proces, který vyžaduje investice několik miliard Kč. V padesátých a šedesátých letech 20. století převládala představa, že tam kde se bude vyskytovat i menší množství suchých třísek, bude vybudována malá a levná (tzv. přístavná) linka na výrobu třískových desek. Takto vyrobené desky však měly velmi nízkou kvalitu a bylo je velmi obtížné použít na výrobu kvalitního nábytku. Postupně bylo zjištěno, že výroba vyžaduje složité specializované velkokapacitní výrobní zařízení. V šedesátých a sedmdesátých letech se vývoji kvalitního strojního zařízení začalo věnovat několik velkých zahraničních firem, které se postupně specializovaly a v současné době dodávají výrobní zařízení do všech rekonstruovaných a nově budovaných závodů na výrobu aglomerovaných materiálů (materiálů vyrobených slisováním drobných dřevních částic).

Z ekonomických důvodů se výrobci snaží o získání co nejlevnější základní suroviny, proto nakupují piliny, hnědou štěpku, pilařské odřezky, použité dřevo a také tyčovinu, případně rovnané průmyslové dřevo. Nakupují se všechny druhy dřevin dosažitelné za nízkou cenu. Pro výrobu 1 m³ třískových desek se uvádí spotřeba 1,4 – 1,7 m³ dřeva (Kollmann a kol., 1975).

Vlastní výroba všech druhů dřevotřískových desek se skládá z výroby třísek, jejich úpravy, nanášení lepidla a lisování. Vyrábějí se většinou jako třívrstvé. Uprostřed desek jsou rozvrstveny větší třísky (tzv. lístkové), které zajišťují pevnost desky. Povrchové vrstvy jsou homogennější, vyrobené z jemných třísek (tzv. jehlicovitých) pro zajištění hladkého povrchu.

Výrobní fáze DTD:

- Pro výrobu DTD je možno zpracovat různé formy zbytkového dřeva např.: dřevo z těžebních zbytků, z prořezávek a probírek, tyčovinu, rovnané průmyslové dřevo, hnědé štěpky, pilařské odřezky a krajiny a třísky z obrábění dřeva. Také je možno využívat již použité dřevo, např. palety, staré krovy, obaly i vyřazený nábytek. Ve většině případů nevádí ani přítomnost kůry v třískách. Díky výrobě těchto desek se v dřevopřůmyslu téměř nevyskytuje pojem nevyužitelný odpad.
- Vstupní surovina se nechává zpravidla na venkovních hromadách přirozeně předsušit.
- Dále se předsušená surovina zpracovává na třísky buď jednostupňově (výroba třísek pomocí roztřískovačů přímo ze vstupního materiálu), nebo dvoustupňově (nejprve výroba štěpek ze kterých se poté vyrábí třísky) – podle typu vstupního materiálu.
- Dalším surovinovým zdrojem mohou být i nakoupené piliny. Jejich nevýhodou jsou malé rozměry, které snižují vzájemnou vazbu třísek v hotové desce. Protože jich je k dispozici velké množství a jsou poměrně levné, používají se v praxi asi do 30 % celkového množství.
- Třísky a piliny jsou vyrobeny z mokrého dřeva a je nutno je z technologických důvodů usušit na vlhkost 3 %. Sušení se provádí ve vzhledu ve velkokapacitních bubnových sušárnách, třísky jsou usušeny během několika sekund.
- Suché třísky se dále třídí na vibračních síťových třídících. Při tomto třídění je také oddělena velmi jemná a velmi hrubá frakce.
- Ze zásobníků jsou třísky přiváděny do nanášecího lepidla, kde je na třísky nanášeno lepidlo s hydrofobizačními přísadami.
- Na dopravní pás se postupně vrství tři vrstvy třísek (jemné povrchové a hrubé středové třísky).
- Navrstvený koberec se dále několik minut lisuje ve vyhřívaném víceetážovém nebo kontinuálním lisu.
- Hotové desky se dále formátují a brousí na přesnou tloušťku.

Výrobní zařízení jsou uspořádána do kontinuální linky. Desky se prodávají surové a další úprava povrchu se provádí až u konečného zpracovatele, nebo se od výrobce DTD dodávají dýhované, pláštěvané papírovou nebo plastovou folií a nebo laminované.

Desky se většinou vyrábějí ve dvou normalizovaných formátech – 1 830 x 2 750 mm a 2 070 x 2 800 mm.

Vlastnosti dřevotřískových desek

Vlastnosti DTD jsou ovlivněny řadou činitelů, mezi které patří zejména velikost třísek, druh použité dřeviny a druh použitého lepidla. Všeobecně mají tyto desky horší mechanické vlastnosti než masivní dřevo, ale také mnohem nižší roztažnost vlivem vlhkosti.

Téměř všechny DTD jsou lepeny močovinoformaldehydovým lepidlem. U všech výrobců jsou desky povinně pravidelně hodnoceny příslušnými zkušebními orgány a všechny plně vyhovují mezinárodním normám, které uvádějí požadavky na únik volného formaldehydu.

Za přednosti DTD lze považovat především:

- Fakt, že pro výrobu obdobných desek mohou být použity i další druhy lignocelulosových materiálů, např. lněné a konopné pazdeří, bambus, papyrus, stonky bavlníku, zbytky cukrové třtiny apod.
- Dalšími přednostmi DTD je plošná izotropnost vlastností, velkoplošnost, možnost výroby desek s různou hustotou a mechanickými vlastnostmi bez jakýchkoliv vad. Desky umožňují různou povrchovou úpravu ploch a boků. Ve většině případů je možné výrobky po skončení životnosti recyklovat nebo využít energeticky.

Nevýhodami těchto desek jsou:

- Obvykle horší mechanické vlastnosti, ty lze ale eliminovat vhodným dimenzováním a konstrukčním řešením výrobku.
- Malá odolnost proti působení dlouhodobé vlhkosti. Desky nejsou vhodné na použití do exteriéru s přímým působením povětrnosti.
- Umělý vzhled nepodobný dřevu. Pro zvýšení odolnosti povrchu a zejména pro výrazné zlepšení estetického vzhledu se tyto materiály ve většině případů dýhují, laminují nebo polepují papírovými anebo plastovými fóliemi.
- Poměrně hrubá vnitřní struktura, která neumožňuje čisté a hladké profilování boků a reliéfování ploch desek. Pro tyto účely je potřeba využívat dražší dřevovláknité desky (MDF).

Pro použití v prostředí se zvýšenou vlhkostí (např. pro úpravu podstřešních prostorů domů) se mohou využít DTD lepené fenolformaldehydovým lepidlem (lze snadno rozlišit podle načervenalé barvy lepidla). Tento typ desek se ale v současné době uplatňuje zřídka, obvykle bývá nahrazen deskami OSB.



Obrázek 12-1: Dřevotřísková deska pro použití v suchém prostředí



Obrázek 12-2: Dřevotřísková deska pro použití ve vlhkém prostředí

Použití dřevotřískových desek

Pro výše uvedené přednosti, a díky jejich nízké ceně, se DTD (zejména laminované) staly velmi oblíbeným a rozšířeným materiálem. Nejčastější použití DTD je k výrobě nábytku, ale lze je také využít na celou řadu dalších výrobků:

Ze surových desek se vyrábějí některé neviditelné dílce čalouněného nábytku.

Na nejlevnější bytový nábytek se používají desky s foliemi z plastů a lakovaného papíru. Dýhované desky se používají především na výrobu bytového nábytku.

Laminované desky, které mají velmi odolný povrch, se užívají zejména na koupelnový, kuchyňský a kancelářský nábytek.

DTD mohou být používány na různé druhy obalů. Velmi časté je také využití na podlahy, buď jako surový podkladový materiál, nebo jako nosná vrstva dýhovaných a laminovaných podlahovin.

Cena:

Dřevotřískové desky jsou nejlevnějším druhem aglomerovaných materiálů a jsou výrazně levnější než překližky nebo laťovky. Cena je závislá na tloušťce a povrchové úpravě. Cena surových desek se pohybuje v rozmezí cca 60 – 290 Kč/m² (18 mm, ~ 90 Kč/m²). Cena laminovaných desek se pohybuje v rozmezí cca 130 – 300 Kč/m² (BK 18 mm, ~ 180 Kč/m²).

Charakteristika dřevotřískových desek

Dřevotřísková deska je deskový materiál vyrobený z dřevěných částic (dřevěných třísek, hoblin, pilin, apod.), spojených organickým pojivem pomocí tepla a tlaku.

Druhy dřevotřískových desek (ČSN EN 312):

P1 – Desky pro všeobecné účely pro použití v suchém prostředí

P2 – Desky pro vnitřní vybavení (včetně nábytku) pro použití v suchém prostředí

P3 – Nenosné desky pro použití ve vlhkém prostředí

P4 – Nosné desky pro použití v suchém prostředí

P5 – Nosné desky pro použití ve vlhkém prostředí

P6 – Zvlášť zatížitelné nosné desky pro použití v suchém prostředí

P7 – Zvlášť zatížitelné nosné desky pro použití ve vlhkém prostředí

Dřevotřískové desky se vyrábějí v různých provedeních. Podle způsobu lisování je možno je zjednodušeně dělit na:

- plošně lisované – nejčastější typ
- lisované válcovým lisem – pro výrobu tenkých desek (3 – 5 mm)
- výtlačně lisované – umožňují vyrobit silné desky s vylehčujícími vnitřními otvory

Podle způsobu úpravy povrchu:

- surové
 - nebroušené
 - broušené
- dýhované
- laminované
- kaširované papírovou nebo plastovou folií

Podle počtu vrstev:

- jednovrstvé
- třívrstvé

13. Modifikované třískové desky

Struktura a technologie výroby DTD umožňuje při výrobě kombinovat dřevěné třísky s ostatními materiály. Vznikají pak výrobky určené přímo pro konkrétní způsob aplikace, jako např. protipožární desky či ohýbatelná dřevotříska.

Protipožární desky Grenamat

Protipožární desky Grenamat se vyrábějí z dřevěných třísek, expandovaného vermikulitu (komplex magnézia, hliníku a železitého silikátu) a organických pojiv. Do některých typů se přidávají retardéry hoření. Tyto desky mají podobné mechanické vlastnosti jako DTD a zachovávají si dobrou požární odolnost i při vyšším obsahu dřevěných třísek. Vyrábějí se ve třech základních provedeních: typ A – nehořlavé, typ B – nesnadno hořlavé, typ C – těžce hořlavé.

Používají se pro obklady dřevěných a ocelových nosných konstrukcí nebo jako konstrukční materiál na příčky, požární uzávěry, výplně požárních dveří, stropní záklopy, obklady stěn a stropů apod.

Cena desek se pohybuje v závislosti na druhu a typu provedení od cca 200 do 670 Kč/m².



Obrázek 13-1: Protipožární deska Grenamat

Ohýbatelná dřevotříska Recoflex

Recoflex obsahuje zhruba ve stejném objemovém poměru dřevěné třísky, korkovou drť, latexové zrno a polyuretanové pojivo.

Elastický materiál Recoflex je snadno tvarovatelný a to současně ve všech směrech. Je však zároveň i pružný a musí být ve své finální podobě fixován povrchovou úpravou. K tomuto účelu lze použít běžné dokončovací materiály jako je dýha, tenká překližka či dekorační lamináty. Zafixování tvaru lze docílit i vzájemným slepením několika tenčích vrstev elastické dřevotřísky na sebe. Používá se zejména na tvarované dílce a zakulacené profily při výrobě nábytku a stavebně-truhlářských výrobků.



Obrázek 13-2: Ohýbatelná dřevotříska - Recoflex

Funkčně modifikované dřevotřískové desky

Dřevotřískové desky patří mezi nejvíce vyráběné materiály na bázi dřeva s širokými možnostmi uplatnění zejména v nábytkářském průmyslu. Avšak za jednu z jejich největších nevýhod je považována jejich vyšší hmotnost oproti dřevině, ze které byly vyrobeny. Stejně jako u masivního dřeva, kde se snižující se hustotou obvykle dochází k poklesu mechanických vlastností, se vlivem snižování hustoty dřevotřískových desek také zmenšuje zejména jejich pevnost v ohybu, rozlupčivost a odolnost proti vytažení spojovacích prostředků. Omezování hmotnosti dřevotřískových desek je tedy limitováno požadavky na minimální zaručené hodnoty jejich mechanických vlastností, které zajistí požadovanou odolnost výsledné konstrukce.

Výchozím předpokladem pro návrh konstrukce těchto desek je předpoklad, že již při výrobě desek je známo jejich budoucí použití na konkrétní druh výrobku a to umožňuje optimalizovat rozložení plošné hustoty desek tak, aby v místech kde je předpokládáno jejich větší mechanické namáhání byla vyšší hustota. Naopak v místech, která nebudou mechanicky tolik namáhána, je možné hustotu desek snížit a tím omezit spotřebu materiálu a dosáhnout celkově nižší hmotnosti desek.

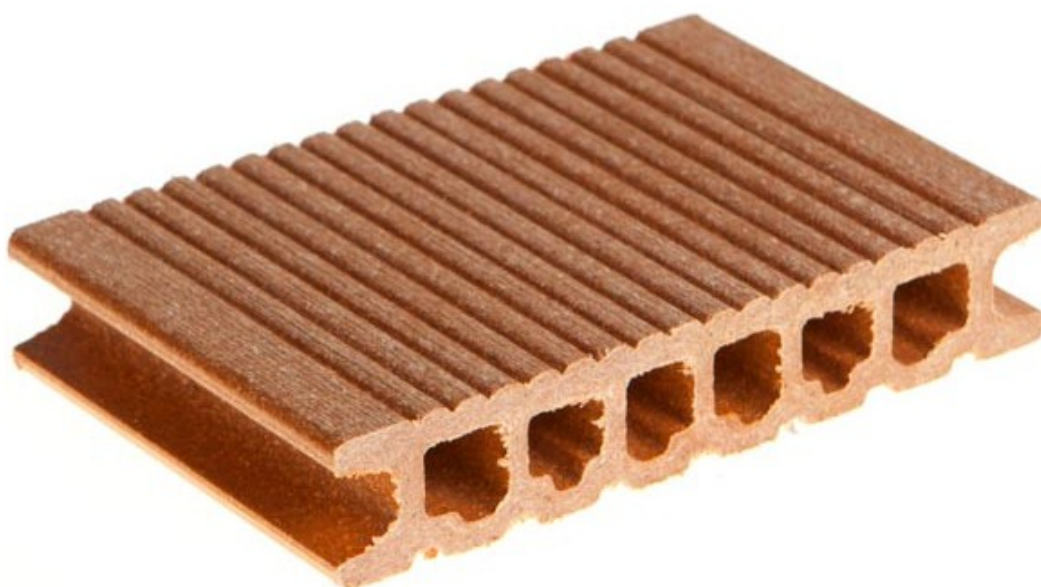
Tento způsob funkční adaptace dřevotřískových desek přímo pro konkrétní způsob aplikace má potenciál využití zejména u velkých podniků pro výrobky produkované ve velkoobjemových sériích a nikoliv pro maloodběratele.

14. Dřevoplastové kompozity (WPC)

Zkratkou WPC (Wood Plastic Composites) se označují materiály vyráběné ze směsi dřeva (pilin, třísek nebo dřevních vláken) a polymeru (nejčastěji se používá vysokotlaký polyetylén nebo polypropylen). Podíl dřevěné složky se liší podle použité výrobní technologie a výrobce. Většinou se pohybuje mezi 40 – 80 % obsahu dřevních elementů, jako optimální poměr bývá často uváděn poměr cca 60 % dřeva a 40 % plastového polymeru. Do směsi se často přidávají zušlechťující přísady jako např. smáčedla, pojiva, antioxidanty a UV stabilizátory.



Obrázek 14-1: Nevylehčený podlahový dílec z WPC s protiskluzovou úpravou



Obrázek 14-2: Vylehčený podlahový dílec z WPC s protiskluzovou úpravou

Výroba WPC

V ČR jsou dřevoplastové kompozity vyráběny ze smrkového nebo borovicového dřeva. Po dezintegraci dřeva na jemné piliny je přidáván polypropylen (méně častěji také polyetylén či polyvinyl chlorid) ve formě kuliček o průměru několika milimetrů. Po promíchání obou komponent je směs zahřívána na cca 100°C, současně s barvivem jsou přidány UV stabilizátory a poté je směs vytlačována na nekonečný pás, kde se vytvrzuje a následně formátuje na požadované rozměry.

Vlastnosti WPC

Výhodou WPC je možnost ovlivňovat výsledné vlastnosti volbou použitých surovin, druhem polymeru a aditiv. WPC vyráběné s použitím recyklovaných surovin mají horší mechanické i fyzikální vlastnosti než WPC vyrobené s použitím čistých surovin a s příměsí zušlechťujících přísad.

Dřevoplastové kompozity vykazují odolnost proti zvýšené vlhkosti a mají dobrou rozměrovou stálost i při dlouhodobém ponoření do vody. Obvykle neabsorbují více než 20-30 % vody.

Odolávají atmosférické korozi a např. oproti tropickým dřevinám, které mají podobný účel použití, mají celkově vyšší barevnou stálost a celkovou odolnost.

Nevýhodou je zejména vyšší hustota WPC, což je řešeno výrobou vylehčovaných profilů, a tzv. tečení (ztráta pevnosti i tvaru) při vyšších teplotách. Dříve se jako nevýhoda uváděla ještě větší křehkost WPC při mrazu. Toto bylo způsobeno jednak nekvalitními recykláty používanými k výrobě WPC, nebo také např. nevhodně provedenou montáží dutých profilů, kde bez požadovaného sklonu docházelo k zatékání vody a následným prasklinám vlivem rozpínání ledu. V současnosti vyráběné WPC materiály mají při nízkých zimních teplotách větší pevnost než při běžných teplotách ve zbytku roku (Bolek, 2011).

Použití WPC

WPC materiály mají široké možnosti použití. Díky vysoké odolnosti proti vlhkosti, dobrým mechanickým vlastnostem a dlouhodobé trvanlivosti jsou využívány zejména v exteriéru pro podlahy teras, obložení staveb ale i jako střešní krytina. Dílce určené na podlahy do exteriéru jsou obvykle masivní, ale mohou být i vylehčené, a zpravidla mají rýhovaný, protiskluzový povrch.

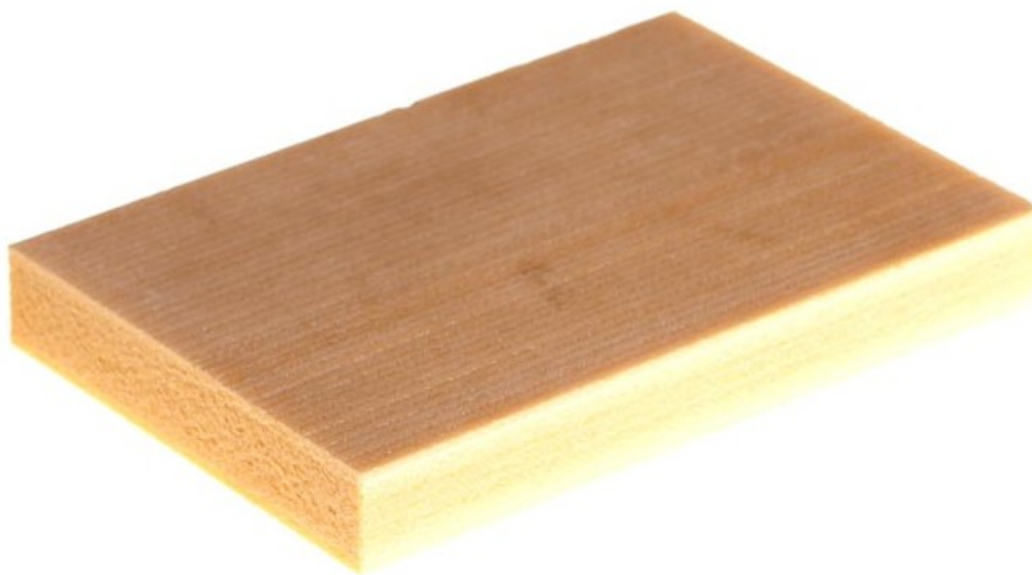
Vzhledem k poměrně vysoké tvrdosti WPC je poněkud obtížnější spojování hřebíky či vruty. Výrobci proto často poskytují komplexní stavební systémy, kdy jsou dřevoplastové dílce již

z výroby opatřeny potřebnými drážkami nebo úchyty, které umožňují pozdější přichycení dílců do připravených prvků při montáži.

Cena WPC závisí na mnoha faktorech, např. na typu použitých surovin a aditiv, na druhu profilu a plánovaném účelu použití atd.

Plastové imitace dřeva

Rozmanité množství plastů s rozdílnými vlastnostmi umožňuje jejich využití také pro výrobu napodobenin a imitací struktury a textury dřeva a dřevěných materiálů, ovšem s nestejnou úspěšností. Plastové fólie nalepované na povrch aglomerovaných materiálů se již dříve využívaly k napodobení textury dřeva, ale v současnosti jsou nabízeny také celoplastové plošné materiály imitující dřevo (nejčastěji na bázi PUR pěn, nebo polystyrenu).



Obrázek 14-3: Plastová imitace dřeva z PUR pěny

15. Dřevovláknité desky (DVD)

Dřevovláknité desky se vyrábějí v celé škále tvrdostí a tloušťek s rozdílnými úpravami povrchu. Výroba těchto desek částečně využívá poznatků získaných při výrobě celulózy a papíru. Dřevo bez kůry je zpracováno na mezistupňový polotovar – štěpky, které jsou po hydrotermické úpravě následně rozvlákněny na drobné vláknité částice – vlákna. Vlákna jsou dále vrstvena a lisována rozdílným tlakem, a to buď za použití lepidla, nebo bez jeho přídavku. Vznikají desky s jemnou strukturou, které mohou být podle stupně slisování vláknitých částic (hustoty) buď měkké, polotvrdé nebo tvrdé. Hustota desek zásadně ovlivňuje fyzikální a mechanické vlastnosti jednotlivých druhů desek.

Výroba dřevovláknitých (vláknitých) desek

U všech druhů dřevovláknitých desek je základní vstupní surovinou kvalitní bílá štěpka z odkorněného, většinou jehličnatého dřeva (nejčastěji SM). Optimální velikost štěpky je 20-30 mm šířka, 40-50 mm délka a 3-5 mm tloušťka. Pro výrobu vláknitých desek není možno používat piliny.

Před vlastním rozvlákněním musí být štěpky tříděny na plošných vibračních síťových třídících, kde je odstraněna hrubá i příliš jemná frakce a pomocí několikastupňových magnetických separátorů jsou odstraněny kovové příměsi. Vytříděné štěpky se propírají v pračkách, aby došlo k odstranění drobných nečistot, zejména písku.

Další výrobní operací je rozvláknění štěpek na jednotlivá vlákna nebo shluky vláken. Z tlakového předehrívače jsou změkčené štěpky vtačovány do rozvláknovací mlecí komory, ve které dojde mezi pevným a rotujícím rýhovaným diskem k rozdělení štěpek na vlákna a vzniká mokrá vodní suspenze (princip v Evropě nejčastěji používaného rozvláknovacího zařízení s názvem Defibrator – v Defibrátoru se při rozvláknování štěpky napaří, čímž dojde k částečnému uvolnění ligninu, který při lisování působí jako pojivo.).

Se získaným dřevním vláknem je možno pracovat dvojím způsobem. Starší způsob výroby, **výroba DVD mokrou cestou**, spočívá v přídavku chemikálií a ve formování vláknité suspence na podložní síto, kde dochází k postupnému odvodňování, lisování a vytvrzování desky. Dnes se tento výrobní způsob používá poměrně málo, protože je energeticky náročný a vyžaduje velké množství technologické vody, která musí být recyklována.

Druhý, energeticky méně náročný způsob, je **výroba DVD suchou cestou**, při které je na mokré nebo u některých technologiích až na suché vlákno nanášeno lepidlo a přídavné látky. Po

usušení (vlhkost 5 až 10 %) je tento materiál vrstven na pás do koberce a postupně předlisován a slisován. Používání tohoto, dnes převažujícího způsobu výroby, bylo umožněno díky vývoji kvalitní bezpečné sušárny vlákna a způsobů nanášení lepidla.

Poslední výrobní operací následující po lisování je oboustranné broušení povrchu s cílem egalizovat desku na přesnou tloušťku.

Měkké dřevovláknité desky se vyrábějí většinou mokrou cestou s přídavkem lepidla a hydrofobizačních přísad (obvykle parafínu). Lisování tohoto typu desek probíhá jen velmi nízkým tlakem většinou pomocí válcových lisů.

Polotvrdé dřevovláknité desky (dřevovláknité desky se střední hustotou – MDF) se vyrábějí suchým způsobem výroby. Pro desky určené jen pro interiéry je používáno močovinoformaldehydové lepidlo. U desek určených do prostředí s vyšší vlhkostí (např. na vchodové dveře nebo na koupelnový nábytek) se používá fenolformaldehydové nebo melaminformaldehydové lepidlo.

Tvrdé dřevovláknité desky byly původně vyráběny technologií výroby mokrou cestou. Na vlákna se přidávalo jen velmi malé množství lepidla a parafín. Konečné odvodnění bylo prováděno při lisování. Síto, na kterém je při lisování koberec položen, umožňuje rychlý odtok vody a odchod páry z lisované desky. Na hotové desce je na rubové straně vždy patrný otisk síta, lícová strana je hladká. Od osmdesátých let minulého století se u těchto desek používá také výroba suchou cestou.

Měkké dřevovláknité desky

Jako měkké bývají označovány vláknité desky, jejichž hustota je nižší než 400 kg/m^3 . V současné době jsou nejčastěji vyráběny s hmotností kolem 250 kg/m^3 . Díky velmi malému slisování dřevních vláken se tyto desky nemohou používat jako samostatný konstrukční materiál. Nejčastěji bývají používány jako výplňový nebo izolační materiál připevněný k nosné konstrukci.

Výroba a použití těchto desek prošly od poloviny minulého století velkým vývojem. Řadu let byl tento materiál omezeně používán pro tepelně a zvukově izolační účely, např. do vnějších dveří, stěn lehkých dřevostaveb apod. Od šedesátých let minulého století byly postupně vyvinuty modernější izolační stavební materiály (na bázi plastů, minerálních látek, skla apod.) a měkké dřevovláknité desky byly téměř vytlačeny z používání ve stavebnictví. V posledním

desetiletí se ale jejich výroba opět rozšířila, je oceňován především jejich přírodní charakter a také to, že působí jako difúzně otevřený izolační materiál (umožňují prostup vlhkosti).

Měkké dřevovláknité desky jsou v ČR obvykle známé pod dnes již neexistujícím názvem Hobra. V současné době se do ČR importují (nejčastěji ze Slovenska pod obchodním názvem Hofatex).



Obrázek 15-1: Měkká dřevovláknitá deska

Vlastnosti a použití měkkých dřevovláknitých desek

Hlavními přednostmi těchto desek je odstranění anizotropního charakteru dřeva, dobré zvukové a tepelně izolační vlastnosti, biologická nezávadnost a jednoduché zpracování.

V současné době je na trhu nabízeno několik typů dřevovláknitých desek v tloušťkách od 6 mm až do 120 mm. Měkké vláknité desky jsou používány zejména jako tepelná a zvuková izolace, např. při novém i dodatečném zateplení vnějších stěn a podkrovních prostorů, podhledů a stropů, při stavbě příček a dále jako podklad různých druhů podlah a izolace kročejového hluku. Pro konečnou povrchovou úpravu stěn je obvykle doporučována tenkovrstvá omítka.

Desky jsou dodávány v normalizovaných formátech s rovnou hranou nebo úpravou hran na pero a drážku.

Cena:

Cena měkkých vláknitých desek se pohybuje v závislosti na druhu, tloušťce, a kvalitě od cca 40 Kč/m² do 540 Kč/m² (15 mm, 230 kg/m³ ~ 70 Kč/m²).

Dřevovláknité desky se střední hustotou (MDF)

Polotvrdé dřevovláknité desky, obvykle označované jako MDF desky (Medium Density Fiberboard), mají hustotu od 400 do 900 kg/m³. Výrobce MDF v ČR je od roku 1990 Dřevozpracující družstvo Lukavec.



Obrázek 15-2: Dřevovláknitá deska se střední hustotou (MDF)

Vlastnosti a použití MDF desek

Nejdůležitější vlastností MDF je homogenita v celém průřezu desky, která umožňuje čisté kvalitní opracování frézováním reliéfů do ploch desek a profilování boků desek. U tohoto typu desek je také pozitivně hodnocena poměrně vysoká hodnota pevnosti v tahu kolmo na plochu (rozlupčivosti).

MDF desky jsou používány tam, kde nevyhovují běžné typy dřevotřískových desek, které jsou levnější, ale mají nehomogenní strukturu. Nejčastější použití tohoto materiálu je ve výrobě nábytku, kde bývají používány desky s hustotou okolo 650 kg/m³. Používají se na dílce s tvarově profilovanými boky nebo na dílce s reliéfovanými plochami. Tvarově profilované boky desek obvykle bývají dokončeny lakem. Velmi časté použití je také na kuchyňská dvířka a čela zásuvek. V laminovaném nebo dýhovaném provedení mohou být využívány pro výrobu stolních desek.



Obrázek 15-3: Probarvená MDF s laminovaným povrchem

Barvené MDF, na jejichž povrchovou úpravu je použita vrstva s odlišným zabarvením, tvoří působivé vzory při frézování do plochy nebo při zaoblení hran.

Desky se zvýšenou vlhkuvzdorností mohou být využity také při výrobě vstupních dveří.

Cena:

MDF desky jsou, především v důsledku finančně náročnější výroby vláknitých částic, dražší než dřevotřískové desky. Cena surových desek se pohybuje v rozmezí cca 60 – 380 Kč/m² (18 mm, ~ 218 Kč/m²).

Tvrdé dřevovláknité desky

Tvrdé dřevovláknité desky mají hustotu větší než 900 kg/m³. Ve většině případů jsou vyráběny v tloušťkách od 2 do 6 mm. V ČR výrobu tvrdých DVD mokrou cestou započala v roce 1949 firma Solo Sušice (pod obchodním názvem Sololit), jako jedna z prvních na světě. Od počátku výroby se jednalo o velmi kvalitní materiál, který se rychle uplatnil na domácím i zahraničním trhu. Tento typ DVD má ve většině případů horší mechanické vlastnosti než překližka, ale je výrazně levnější. Díky některým přednostem, zejména tvrdosti a homogenitě, v mnoha případech překližku nahradil (např. záda skříňového nábytku). Závod v Sušici je od konce devadesátých let uzavřen. Tento druh DVD se do ČR importuje.



Obrázek 15-4: Tvrdá dřevovláknitá deska (zobrazena spodní strana desky, na které je patrný otisk odtokového síta, vrchní strana desky bývá hladká)

Vlastnosti a použití tvrdých dřevovláknitých desek

Tyto desky se nejčastěji vyrábějí v tloušťkách 3 a 5 mm. Na pevný povrch lze dobře provádět potisk, laminovat, nalepovat dýhu a papírové folie.

Dlouhá léta byly tvrdé DVD vyráběné mokrou cestou (tloušťky 3,2 mm) využívány hlavně na pláště dveřovek při výrobě interiérových hladkých dveří. V současné době se při výrobě hladkých dveří většinou tvrdé DVD nepoužívají a bývají nahrazovány levnějšími tenkými dřevotřískovými deskami.

Hlavní použití tvrdých DVD, většinou vyráběných suchou cestou, je v současné době při výrobě nábytku na záda skříní a dna zásuvek. Další využití těchto desek je pro obklady v interiéru. Z tvrdých DVD lze ale vyrábět i obklady do koupelen, žebra stropních nosníků nebo střešní krytinu.

Některé desky mající hustotu až $1\,200\text{ kg/m}^3$ mohou být, např. v drážkovaném provedení s velmi odolným povrchovým nátěrem, určeny jako koupelnové dlaždice. Podobné desky s tloušťkou 7 – 8 mm, v provedení dýhovaném nebo častěji laminovaném, se velmi často používají jako podlahové materiály (plovoucí laminátová podlaha).

Cena:

Tvrdé dřevovláknité desky jsou dražší než stejné dřevotřískové desky, ale výrazně levnější než překližky. Cena je závislá na tom zda jsou prodávány jednostranně nebo oboustranně

surové, potiskované, laminované, kaširované papírovou folií nebo i ojediněle dýhované. Cena surových desek se pohybuje v rozmezí cca 45 – 84 Kč/m² (3,2 mm, ~ 47 Kč/m²).

Základní charakteristika dřevovláknitých desek

Jedná se o deskový materiál, vyrobený z lignocelulózových vláken za použití tepla a/nebo tlaku, jehož jmenovitá tloušťka je větší než 1,5 mm. Soudržnosti vláken je dosaženo buď jejich zplstnatěním, nebo přidavkem syntetického pojiva.

Desky vyrobené mokrým procesem

- při jejich formování mají vlákna vlhkost vyšší než 20 %

Desky vyrobené suchým procesem (MDF, tvrdé vláknité desky)

- - při jejich formování mají vlákna vlhkost menší než 20 %

Desky vyrobené mokrým procesem se rozdělují podle hustoty (tvrdosti):

- tvrdé desky (hustota nad 900 kg/m³)
- polotvrdé desky (hustota od 400 kg/m³ do 900 kg/m³), často se rozdělují na dvě podkategorie: polotvrdé desky nižší hustoty (hustota pod 560 kg/m³) a polotvrdé desky vyšší hustoty (hustota nad 560 kg/m³)
- izolační desky (hustota od 230 do 400 kg/m³ – především pro tepelnou a zvukovou izolaci)

Vláknité desky se dále dělí podle podmínek použití (do suchého, vlhkého a venkovního prostředí) a podle účelu použití (všeobecné použití, nenosné účely, nosné účely, pro krátkodobé a dlouhodobé zatížení).

16. Desky pojené minerálními pojivy

Desky pojené minerálními pojivy patří mezi nejstarší typy aglomerovaných materiálů. Některé druhy se začaly vyrábět již ve třicátých letech minulého století. Dřevěné třísky nebo celulózová vlákna u těchto druhů desek slouží jako zpevňující prostorová síť v převažující amorfni tvrdé složce. Jako pojivo bývá využíván především cement nebo sádra. Tyto pojiva zpravidla zapříčiňují značnou tvrdost desek, ale i značně vyšší hmotnost a obtížnost obrábění. Jejich výhodou je především vysoká odolnost proti působení vlhkosti a požární odolnost. Nejčastější použití těchto materiálů bývá ve stavebnictví a to jak v interiéru, tak i v exteriéru.

Minerální pojiva používaná pro výrobu desek

Nejčastěji používaným druhem minerálního pojiva je **portlandský cement**, který hydratační reakcí s vodou tuhne a tvrdne na vodovzdornou hmotu. Nevýhodou materiálů pojených portlandským cementem je velmi dlouhá dozrávací doba po základním slisování (až 30 dnů). Tvrdnutí cementu výrazně ovlivňuje zejména množství tříslovin, pryskyřic a rozpustných polysacharidů obsažených v používané dřevině. Tyto látky mohou způsobit zpomalení tuhnutí a snížení tvrdosti cementu. K výrobě desek pojených portlandským cementem jsou z domácích dřevin vhodné pouze smrk, jedle a topol.

Pro vytvrzování desek vyrobených z ostatních dřevin je vhodné používat spíše **hořečnatý (Sorelův) cement**. K vytvrzení hořečnatého cementu dojde během krátké doby, ale jeho velkým nedostatkem je nízká odolnost proti vlhkosti a povětrnostním vlivům. Proto se používá velmi málo.

Dalším často používaným druhem minerálního pojiva je **sádra**. Pro výrobu desek může být využita přírodní sádra (mletý sádrovec), případně ekosádra (odpad z odsiřování spalin v uhelných elektrárnách) nebo fosfosádra (odpadní produkt vznikající při výrobě kyseliny fosforečné). Z fosfosádry musí být před použitím odstraněny nečistoty (kyseliny a soli).

Podíl minerálních pojiv v deskách může být v rozsahu 30 až 90 %.

Desky z dřevité vlny a cementu

Podle jednoho z prvních výrobců jsou stále všeobecně nazývány původní obchodní značkou – Heraklit.

Dřevitá vlna (jemné podélné pásy dřeva) se vyrábí na speciálních strojích (kráječkách dřevité vlny). Surovinou pro výrobu jsou obvykle smrkové 50 cm dlouhé kuláče nebo půlkuláče. Dřevitá vlna se pro lepší spojení dřeva s cementem a rychlejší tvrdnutí mineralizuje v roztoku chloridu vápenatého. Dále se ve směšovači míchá s cementem a mechanicky nanáší do dřevěných rámových forem. Po lisování souboru rámu následuje obvykle jednodenní vytvrzení slisovaného souboru. Surové desky se nechávají 21 až 28 dnů vysušit a dozrát.

Desky se vyrábějí většinou v rozměrech 2 000 x 500 mm, v tloušťkách 15 až 100 mm. Pro zvýšení tepelné a zvukové izolace se také vyrábějí v kombinaci s pěnovým polystyrenem.

Vlastnosti a použití desek z dřevité vlny a cementu

Tento druh desek patří mezi lehké stavební desky. Hustota tohoto materiálu (350 až 550 kg/m³) je oproti ostatním typům desek pojených cementem velmi nízká a je způsobena zejména velkým podílem vzduchových dutin v hotové desce. Pevnost v ohybu, modul pružnosti a některé další mechanické vlastnosti jsou také výrazně nižší než u ostatních typů desek.

Díky velkému podílu dutin mají tyto desky dobré tepelně i zvukově izolační vlastnosti. Hrubý povrch zajišťuje dobrou přídržnost malty a omítky. Obvykle se používají pro stavbu lehkých omítaných nenosných příček a pro zlepšení tepelných a zvukově izolačních vlastností nových a rekonstruovaných staveb.

Cena: Cena desek se pohybuje v rozmezí cca 100 – 580 Kč/m² (25 mm, ~ 140 Kč/m²).



Obrázek 16-1: Deska z dřevité vlny a cementu (Heraklit)

Desky z velkých třísek a cementu (cementoštěpkové desky)

Tyto materiály se vyrábějí z poměrně velkých účelově vyráběných třísek o tloušťce 0,5 – 5 mm a délce 20 – 50 mm. Často bývají označovány jako **cementoštěpkové**. Po mineralizaci smrkových třísek vápenným mlékem se třísky míchají s cementem a lisují ve formách, které jsou vytvrzovány 24 hod v meziskladu. Dále jsou desky formátovány a přesunuty do dozrávacího skladu. V malé míře se vyrábí také stavební dutinové tvárnice, kdy se používají přesné dávkovače lisované směsi do kovových tvárnic.

Vlastnosti a použití cementoštěpkových desek

V rámci materiálů pojených minerálními pojivy je tento druh řazen mezi výrobky střední hustoty (500 až 800 kg/m³). Struktura materiálů je pórovitá a povrch je velmi hrubý, což umožňuje omítání maltami. Výrobky jsou mrazuvzdorné, odolné proti vlhkosti, mají dobré mechanické a zvukové a tepelně izolační vlastnosti.

Nejčastěji se používají jako součást stavebních bednicích systémů, u kterých je kovovými distančními sponami vymezena vzdálenost desek a je vytvořen systém ztraceného bednění. Rychlá výstavba stěn a příček je umožněna pomocí armovací výztuže a betonu litého do vytvořených dutin. U obvodových stěn mohou být dutiny z části vyplněny pěnovým

polystyrénem. Systémy pro výstavbu z těchto desek jsou známé řadu let, např. pod názvy Durisol a Velox.

Cena: Dodavatelské firmy zpravidla nabízí cenu materiálu (desky a distanční spony) v závislosti na typu stěn, přičemž uvádějí, že cena 1m^3 tohoto typu zdiva je obdobná jako u běžného cihlového zdiva.

Desky z jemných třísek a cementu (cementotřískové desky)

Tento deskový materiál patří k nejčastěji vyráběným druhům. Je tvořen zpravidla z tenkých třísek velikosti 0,2 až 0,3 mm, délky od 10 do 25 mm, které se pro povrchové vrstvy domílají v kladivových mlýnech. Vyrobené třísky jsou tříděny na dvě frakce – hrubou pro střední vrstvu a jemnou pro povrchové vrstvy desky. Ve směšovací zařízení je smícháno cca 60 % třísek, 25 % cementu, 10 % vody (dle vlhkosti třísek) a mineralizující přísady.

Podobně jako při výrobě DTD se pomocí tří vrstvicích zařízení formuje třískový koberec, který je dále dělen na budoucí formáty a postupně přesouván do forem vrstvených na sebe a lisovaných za studena. Slisovaný soubor desek se stahovacím zařízením zajišťujícím trvalé působení tlaku se z lisu přesouvá asi na 8 hod. do vytvrzovacího tunelu. Částečně vytvrzené desky se oddělují, formátují a nechávají se zhruba 3 týdny vytvrdnout a klimatizovat na vlhkost cca 9 %. Část produkce vytvrzených desek se oboustranně brousí.



Obrázek 16-2: Cementotřísková deska (Cetris)

Vlastnosti a použití cementotřískových desek

Hustota cementotřískových desek se pohybuje okolo 1 200 kg/m³. Desky jsou homogenní, tvrdé, odolné proti působení vlhkosti, plísním, dřevokazným houbám, hmyzu včetně termitů a proti působení ohně. Mají také dobré zvukově izolační vlastnosti a jsou mrazuvzdorné. Jsou také odolné proti působení benzínu a olejům, neobsahují azbest ani formaldehyd.

V ČR tyto materiály vyrábí pod názvem CETRIS firma Cidem v Hranicích, která je v současné době největším evropským výrobcem. Desky CETRIS se vyrábějí v rozměrech 1250 x 3350 mm v tloušťkách 8 až 40 mm, jsou dodávány v surovém stavu nebo v barevném provedení podle stupnice RAL. Výrobce dodává také přířezy a desky s obvodovými polodrážkami nebo se spojením pero – drážka.

Tyto desky lze používat na konstrukce podlah, pro půdní nástavby a vestavby, podhledy, pro konstrukce příček a stěn, odvětrávané fasády a protipožární zábrany.

Cena: Cena desek 1250 x 3350 mm se pohybuje v rozmezí 145 – 1 100 Kč/m² (16 mm, 315 Kč/m²).

Desky z vláken a cementu (cementovláknité desky)

U cementovláknitých desek se pro výrobu kromě cementu používají celulózová vlákna (buničina), syntetická vlákna (polypropylen), minerální plniva nebo perlit a vodní sklo. V minulých letech byl přidáván ještě vláknitý azbest.

Některé firmy používají také přídavek celulózových vláken z kvalitního sběrného papíru. Směs vláken (buničina) se mísí s cementem a dalšími složkami a vytváří se homogenní směs, která se dále odvodňuje a lisuje na válcových nebo plošných lisech.



Obrázek 16-3: Cementovláknitá deska (Cembrit)

Vlastnosti a použití desek z celulosy, recyklovaného papíru a cementu

Díky jemné struktuře, vysokému podílu cementu a velkému lisovacímu tlaku, mají tyto materiály hustotu 1 350 až 1 700 kg/m³. Vysoká homogenní hustota dodává deskám vysokou tvrdost, pevnost, trvanlivost a odolnost proti působení povětrnostních vlivů. Tento materiál má také velmi nízkou nasákavost a bobtnání, je mrazuvzdorný, nehořlavý a zdravotně nezávadný.

Desky se vyrábějí v tloušťkách 3 až 20 mm (nejčastěji 6 a 8 mm). Některé typy se mohou používat i jako šablonová nebo vlnitá střešní krytina. Mohou být dodávány také s barevnou povrchovou úpravou.

Vedle speciálních typů použití je nejčastější upotřebení celých desek pro obklady větraných fasád a vnitřních stěn a stropů. Mohou se také používat při výrobě sendvičových panelů a izolačních podložek pod elektrická zařízení.

Cena: Cena surových desek se pohybuje v rozmezí cca 100 – 670 Kč/m² (6 mm, ~ 190 Kč/m²).

Desky z vlákna a sádry (sádrovláknité desky)

Při výrobě sádrovláknitých desek se používají dřevní vlákna, nebo častěji vlákna získaná rozmělněním starého papíru na vláknitou látku. Ve směšovacím zařízení se vlákna míchají se sádrou a vzniklá směs se lisuje a vysuší. Vlákna jsou v celém průřezu desky rovnoměrně rozvrstvena, což zapříčiňuje homogenní strukturu sádrovláknitých desek (na rozdíl od dříve rozšířenějších sádrokartonových desek, kde je sádrové jádro pouze oplášťováno papírem). Doba konečného vytvrzení je výrazně kratší než u desek pojených cementem.



Obrázek 16-4: Sádrovláknitá deska (Fermacell)

Vlastnosti a použití desek z vlákna a sádry

Vyrobené desky mají hustotu kolem $1\,100\text{ kg/m}^3$, dobré mechanické vlastnosti, jsou nehořlavé, dají se velmi dobře obrábět a povrchově dokončovat foliováním a zejména stěrkovými omítkami.

Kvůli menší odolnosti proti působení vysoké vlhkosti jsou určeny zejména pro použití v interiéru, nejčastěji jako vnitřní plášť rámových dílů sendvičových dřevostaveb.

Cena: Cena surových desek se pohybuje v rozmezí cca $60 - 380\text{ Kč/m}^2$ (18 mm, $\sim 218\text{ Kč/m}^2$).

Základní charakteristika desek pojených minerálními pojivy

Jedná se o deskové materiály vyrobené z dřevních částic různých velikostí. Používá se dřevitá vlna, třískové štěpky, třísky a vláknité částice, kterými může být buničina nebo rozvlákněný starý papír. Soudržnost částic je zajištěna vytvrzením minerálních pojiv.

Typy desek:

Desky z dřevité vlny a cementu

- Desky s velkou pórovitostí, nízkou hustotou a velmi hrubou strukturou. Jsou vhodné pro příčky, zvukové a tepelné izolace.

Desky z třískových štěpek a cementu

- Průmyslově vyráběné desky používané především jako tzv. ztracené bednění. Doplnkově se používají ve stavebnictví pro tepelnou nebo zvukovou izolaci a zvýšení požární odolnosti.

Desky z třísek a cementu

- Tyto desky mají kompaktní strukturu a jsou ohnivzdorné, odolávají vlhkosti a povětrnosti. Hlavní použití je při suché výstavbě na podlahy, střešní nástavby a vestavby a obklady fasád.

Desky z vláken a cementu

- Desky s velmi jemnou strukturou a vysokou hustotou (až 1 700 kg/m³). Používají se na pláště sendvičových stěnových prvků, obklady stěn a také jako střešní krytina.

Desky z třísek a sádry

- Tento materiál se běžně v ČR neprodává, jeho obvyklé využití je pro nábytkové vybavení lodních interiérů.

Desky z vláken a sádry

- Desky s příznivými mechanickými i fyzikálními vlastnostmi, které se velmi často používají pro montáž příček a stropních konstrukcí. Některé typy mohou obsahovat příměsi a plniva pro získání doplňkových vlastností (např. pro snížení absorpce vody).

17. Vylehčené deskové materiály

Většina evropských hospodářsky využívaných jehličnatých dřevin má hustotu do 500 kg/m³. Překližované materiály vyrobené z tvrdých dřevin tuto hodnotu překračují, dřevotřískové a dřevovláknité desky mají vlivem slisování hustotu ještě vyšší, i když jsou vyráběny vesměs z jehličnatých částic. Tato vyšší hustota aglomerovaných materiálů bývá obvykle označována za jejich největší nevýhodu. Vylehčené deskové materiály se vyrábějí v různých způsobech provedení a z velkého množství surovin, které určují nejen cenu, ale i jejich hlavní způsob použití. Tento článek je zaměřený na dva nejrozšířenější zástupce této skupiny materiálů – voštinové desky a sendvičové panely.

Již ve dvacátých letech minulého století, brzo po začátku výroby prvních velkoplošných materiálů – překližek, byla z tohoto materiálu zkonstruována první vylehčená deska. Desku tvořily dva vnější pláště z překližek tloušťky 3 až 4 mm přilepené na obvodovém masivním rámu. Vnitřní vzduchová dutina byla vyplněna pravidelně rozmístěnými masivními lištami stejné tloušťky jako obvodový rám. Překližkové pláště byly plošně slepeny se středovými výplňovými lištami a rámem, který měl v rozích jednoduchý spoj. Hlavní použití tohoto materiálu bylo na nový typ dveřních křídel – na hladká křídla. Do té doby byla dveřní křídla vyráběna nejčastěji jako rámová plošná konstrukce. Pro vnitřní distanční a zpevňující výplň byly později používány poměrně pracně vyráběné mřížky z pásků tvrdých vláknitých desek, které byly koncem šedesátých let nahrazeny levnějšími papírovými voštinovými vložkami. Podle použití voštinové výplně se dnes tyto typy vylehčených desek nazývají voštinové desky. Tyto desky v devadesátých letech všeobecně nahradily sice dražší, ale odolnější laminované třískové desky.

V poslední době se několik zahraničních firem navrátilo k myšlence vyrábět vylehčené desky pro nábytkářský průmysl na principu voštinových desek. Byly vyvinuty systémy zpevňování a olepení boků dílců a systémy kování, které umožňují pevné konstrukční spoje.

Voštinové desky

V klasickém pojetí představují tyto desky oboustranný deskový plášť nalepený na obvodový rám. Pro vrchní vrstvy se nejčastěji používá tenkých vláknitých desek. Vnitřní vzduchová dutina je z důvodů zpevnění desky vyplněna papírovou voštinou. Pro obvodový rám se používají masivní vlysy nebo hranolky z MDF.



Obrázek 17-1: Laminovaná voštinová deska

Vlastnosti a použití voštinových desek

Nízká hmotnost těchto desek umožňuje jejich použití na silnější a rozměrnější výrobky (nejčastěji hladká dveřní křídla), nebo při konstrukci nábytku, kdy je z hlediska designu požadováno použití desek s velkou tloušťkou a nízkou hmotností.

U voštinových desek, stejně jako u ostatních materiálů, jejichž střední vrstvy obsahují dutiny, je nutné pro konstrukční spoje využívat speciální typy kování. V případě vyřezávání otvoru je nutné do vnitřku voštinové desky vlepit zpevňující rám.

Voštinové desky lze vyrábět v surovém provedení. Konečná povrchová úprava se provádí poléváním nebo navalováním pigmentového nátěru. U dýhovaného provedení výrobku se zpravidla nejprve dýhují samostatně pláště a potom se lepí celý soubor. Velmi často se také provádí povrchová úprava pomocí kontinuálního nalepování papírové kašírovací folie.

Materiály se sendvičovou konstrukcí

V těchto typech materiálů bývají desky na bázi dřeva použity pouze jako krycí a pohledová vrstva. Střední výplňová vrstva může být tvořena z polystyrenu, tvrdé PUR pěny, plastových dutinových desek a podobných lehkých materiálů. Vylehčené materiály se sendvičovou konstrukcí se používají jako výplně rámových konstrukcí, nebo mohou být již z výroby připravené pro konkrétní typ aplikace (např. již zmiňované výplňové dílce dveří). V případě specifických požadavků na výrobek, např. na zvýšenou požární nebo mechanickou odolnost, se vnitřní dutina desky vyplňuje materiály se sníženou hořlavostí nebo vložkami které zvyšují mechanickou pevnost.



Obrázek 17-2: Deska se střední vrstvou z PUR pěny používaná pro výplně dveří

Charakteristika vylehčených deskových materiálů

Materiály na bázi dřeva se považují za vylehčené, pokud mají nižší hmotnost než původní materiál použitý k výrobě. Obvykle se takto označují desky, jejichž objemová hmotnost je nižší než 450 kg/m^3 .

Způsoby snižování hmotnosti materiálů na bázi dřeva

Voštinové desky – desky se vzduchovou dutinou vyplněnou nejčastěji papírovou voštinou (skládaným papírem) a oboustranně opláštěvané vláknitými deskami.

Použití sendvičové konstrukce – spojení více druhů materiálů rozdílných vlastností do jednoho celku. Nejčastější bývá použití PUR pěny pro střední výplňovou vrstvu.

Snížení hustoty desek aplikací lehčích materiálů – použití dřevin s nižší hustotou pro střední vrstvy laťovek a překližek, lehčené dřevovláknité a dřevotřískové desky (např. přidání polystyrenových kuliček ke dřevěným třískám).

Užití dutin v konstrukci desky – rozšířené zejména u materiálů vyráběných z masivního dřeva a u výtlačně lisovaných dřevotřískových desek používaných jako výplňový materiál protipožárních dveří.

Desky speciální konstrukce a vylehčené desky bez obsahu dřeva – obvykle plastové materiály napojující texturu dřeva.

18. Kompaktní desky

Kompaktní desky, někdy také nazývány „desky z vysokotlakého laminátu“ (Compact board), jsou vyráběny slisováním souboru papírů naimpregnovaných syntetickými pryskyřicemi. Jádro desky je, v závislosti na tloušťce, tvořeno desítkami papírů napuštěných fenolickými pryskyřicemi, na povrchu bývá několik vrstev papírů napuštěných melaminovou pryskyřicí. Povrchové vrstvy mohou být tvořeny probarveným papírem nebo papírem s dekorační texturou. U některých druhů desek může být povrch podýhován nebo např. krytý průhlednou fólií.

Při lisování působí na navrstvený soubor papírů kromě tlaku (cca 9 MPa) také zvýšená teplota, cca 130 - 160 °C. Vlivem zvýšené teploty dojde k vytvrzení pryskyřice a propojení jednotlivých vrstev do kompaktního celku. Vláknata celulózy obsažená v papíru mají zesíťující funkci (podobně jako železné armovací pruty v betonu).

Tato konstrukce zajišťuje kompaktnímu panelu velmi dobré mechanické vlastnosti, vysokou pevnost a dobrou odolnost proti ohybovému namáhání, proražení a poškrábání. Pro zvýšení tuhosti může být v některých případech mezi vrstvami papíru vložena např. hliníková fólie. Nevýhodou je poměrně vysoká hustota – 1 400 až 1 500 kg/m³, proto se kompaktní desky používají zejména v případech, kdy je nutné zajistit vysokou pevnost a odolnost materiálu při malé tloušťce. V interiérech se využívají např. na tenkostěnné příčky a zábrany, zábradlí, obložení pultů ve veřejných, velmi namáhaných prostorách, a v exteriéru také na různé obklady stěn a výplně.

Cena za kompaktní desky se v závislosti na výrobci, typu, způsobu provedení a tloušťce pohybuje v rozmezí od 500 do 4 200 Kč/m² (tloušťka 12 mm cca 1 900 Kč/m²).



Obrázek 18-1: Kompaktní deska. Fenolová pryskyřice použitá pro impregnaci středových papírových vrstev způsobuje, že jádro těchto typů materiálu je vždy tmavé. Povrchové vrstvy mohou být v různém provedení.

19. Kompozitní materiály na bázi dřeva pro nosné účely

Vzrůstající požadavky architektů a stavebních inženýrů, zejména při navrhování velkorozponových staveb, spolu s nedostatkem kvalitní dřevní suroviny v požadovaných dimenzích, zapříčinily rozvoj výroby kompozitních materiálů vyrobených z dřevních částic. Tyto materiály v současnosti stále častěji nahrazují trámy z masivního dřeva, oproti kterým mají výhodu především v tom, že neobsahují suky, trhliny ani žádné jiné růstové vady. Poměr mezi hmotností a pevností je u těchto materiálů dokonce lepší než u ocelových nosníků.

Kompozitní konstrukční materiály jsou vyráběny celou řadou firem a jsou prodávány pod rozdílnými obchodními jmény. Protože kromě materiálu označovaného jako vrstvené dřevo nemají tyto materiály české názvy (nejsou vydané ani příslušné národní normy), jsou v článku použita obchodní jména.

Vrstvené dřevo (LVL – Laminated Veneer Lumber)

Vrstvené dřevo je vyráběné slisováním sestaveného souboru dýh. Výrobní postup je založen na využití několikanásobně vyšší pevnosti dřevních vláken v podélném směru než ve směru příčném. Dýhy (obvykle smrkové, březové nebo bukové) jsou po nanesení lepidla na sebe ukládány tak, aby vlákna byla orientována paralelně se směrem výroby (rovnoběžně s delší stranou lisované desky). Kvalita dýh ve vrchních vrstvách je před lisováním vizuálně kontrolována. Po slisování se vyrobený deskový materiál o tloušťce do 90 mm a šířce 2,5 m rozřeže na nosníky požadovaných rozměrů.

Vrstvené dřevo se prodává pod různými obchodními názvy, z nichž nejrozšířenější jsou KERTO (Finnforest) a MICROLLAM (TimberStrand).

- Kerto S – u tohoto provedení mají všechny dýhy podélný směr vláken. Modul pružnosti v ohybu je u tohoto materiálu zhruba o 10 % vyšší než u dřeviny použité k výrobě.
- Kerto Q – přibližně každá šestá dýha je lepena příčně, ostatní dýhy jsou podélné. Používá se převážně pro střešní panely a prvky stěn.
- Microllam Typ A – dýhy jsou náhodně překryté a slisované.
- Microllam Typ B – konce dýh jsou spojené na klínový spoj (tloušťka dýh 3,2 mm).



Obrázek 19-1: Vrstvené dřevo – Microllam

Parallam (PSL – Parallel Strand Lumber)

Vývoji tohoto materiálu předcházela jeden z nejrozsáhlejších testovacích programů pro konstrukční prvky ze dřeva; technologie jeho výroby je chráněná 14 mezinárodně registrovanými patenty.

Parallam se vyrábí zejména z jedle, douglasky nebo kanadské jižní borovice. Pásky dřív (o šířce okolo 13 mm, tloušťce 3 mm a délce cca 2 m) se po nanesení fenol-formaldehydového (PF) lepidla skládají do bloků paralelně s vlákny a lisují. Pro lisování se používají pásové lisovací s mikrovlnným ohřevem. Tímto postupem se obvykle vyrábějí nosníky v tloušťkách 9 – 18 cm, šířce 24 – 45 cm a délce 20 m.

Parallam je snadno rozpoznatelný podle své typické textury, kdy jsou na povrchu velmi dobře patrné spoje mezi jednotlivými páskami dřív lepené červeně zbarveným PF lepidlem.



Obrázek 19-2: Parallam

Intrallam (LSL – Laminated Strand Lumber)

Intrallam se od Parallamu liší tím, že místo dýhových pásků se vyrábí z velkých třísek (převážně z osikového dřeva) dlouhých až 300 mm a širokých až 30 mm. Po nanesení bezbarvého polyuretanového lepidla se třísky formují, lisují a z plošných materiálů (desek) o tloušťce až 14 cm se později vyrábí přířezy požadovaných rozměrů.

Intrallam slouží především jako náhrada za dražší vrstvené dřevo a je vhodné jej používat i na obloukové prvky.



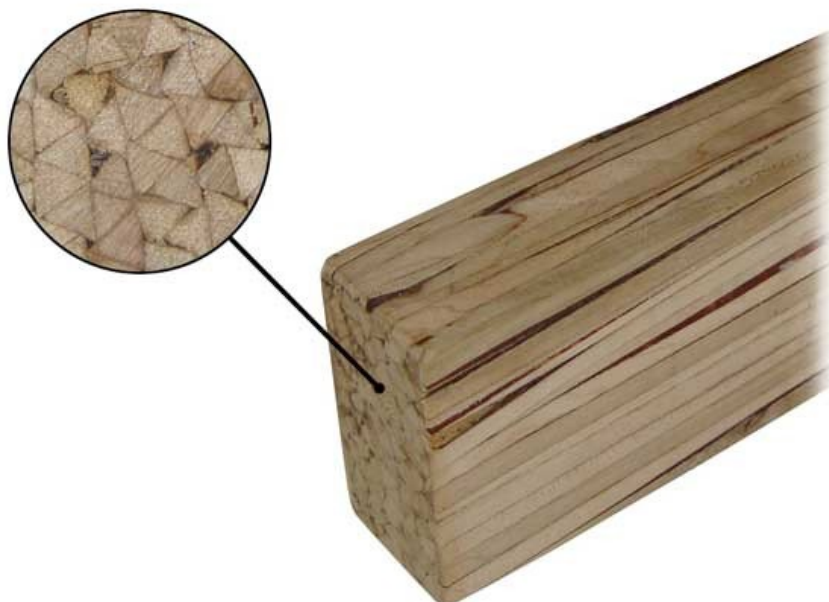
Obrázek 19-3: Intrallam

Jako další speciální příklad kompozitního nosníku, pro jehož výrobu jsou použity moderní technologie, může být uveden například materiál DeltaStrand.

DeltaStrand (Triangular Strand Lumber – TSL)

Pro výrobu tohoto materiálu jsou používány přířezy cca 1,2 m dlouhé, ze kterých jsou zhotoveny dřevěné částice o průřezu rovnostranného trojúhelníka s délkou strany 9,5 mm. Před lisováním TSL je na trojúhelníkové dřevěné částice nanесeno voděodolné lepidlo a poté jsou formovány a orientovány rovnoběžně s delší stranou nosníku, přičemž délkové napojování jednotlivých dřevních elementů se provádí jejich překrytím v délce cca 5 cm.

Trojúhelníkový tvar dřevních částic umožňuje jejich vyhovující propojení do jednoho celku, a proto lze pro výrobu TSL použít i dřeviny s vyšší hustotou jako je např. javor nebo buk. Tímto se TSL odlišuje od ostatních materiálů vyrobených z částic plochého nebo obdélníkového tvaru, u kterých se dosahuje zvýšení pevnosti jejich větším stlačením, a kvůli vyšší výsledné hmotnosti je nutné používat především dřeviny s nižší hustotou (nejčastěji topol a smrk).



Obrázek 19-4: DeltaStrand TSL

Vlastnosti a použití materiálů pro nosné účely

Moderní kompozitní materiály mají lepší mechanické vlastnosti oproti masivním trámům a řezivu. Jsou odolnější proti kroucení, borcení i praskání a mnohem méně sesychají. Na rozdíl od ocelových nosníků, které se při požáru deformují, déle snášejí zatížení a odolávají ohni. Jsou ovšem více závislé na inženýrských znalostech a řešení jednotlivých detailů. Problematictější bývá zejména výpočet zatížení ve spojích.

Všechny popsané materiály snáší relativně vysoké zatížení a používají se primárně pro výrobu dlouhých nosníků. Je ale možné je využívat i na veškeré druhy překladů, vaznic a sloupů. Intrallam je mnohdy používán pro obloukové nosníky i jako náhrada za trámy středních rozpětí. Některé druhy vrstveného dřeva se používají jako velkoplošný materiály pro konstrukce stěn, střech a podlah dřevostaveb.

Charakteristika kompozitních materiálů pro nosné účely

Microllam (Vrstvené dřevo, LVL) – soubor vrstvených dýh s převážně rovnoběžným průběhem vláken

Parallam (PSL) – nosník vyrobený z pásků dýh

Intrallam (LSL) – nosník nebo plošný materiál vyrobený z dlouhých orientovaných třísek

Deltastrand (TSL) – nosník vyrobený z dřevěných elementů trojúhelníkového průřezu

Vlastnosti kompozitních konstrukčních materiálů

- vyšší pevnost než přírodní dřevo
- unifikované vlastnosti všech dílců
- přesné rozměry dílců
- rozměrová stabilita
- lehká opracovatelnost
- požární odolnost
- možnost výroby produktů ve větších rozměrech

20. Konstrukční dřevo

Možnosti použití masivních dřevěných hranolů ve stavebnictví jsou omezeny především výskytem vad ve dřevě a limitovanými rozměry pilařské kulatiny. Zejména u silných průřezů se mohou projevovat některé nedostatky. Především se jedná o nepravidelné sesychání a s tím související vznik borcení. Dalším nedostatkem běžného stavebního řeziva je častý výskyt suků a případný vznik trhlin, které zhoršují mechanické vlastnosti a estetický vzhled povrchu. Moderní zpracovatelské technologie však umožňují nejen umělé vysušení řeziva, ale i příčné vyřezání vad a porušených míst, při současném délkovém nastavení kvalitních přířezů zubovitým spojem (ozubem). Tyto technologie umožňují výrobu materiálů s lepšími mechanickými vlastnostmi při efektivnějším zhodnocení dřevní hmoty. Vyvinutý materiál vyráběný z účelově řezaných, silných, většinou středových hranolů a fošen je označován jako Konstrukční dřevo.

Konstrukční dřevo nastavované zubovitým spojem (KVH – Konstruktionvollholz)

Konstrukční dřevo je délkově nastavovaný, čtyřstranně frézovaný a tloušťkově egalizovaný materiál, který se vyrábí v délkách až 18 m. V ČR, stejně jako ve střední Evropě, se již částečně vžilo označování konstrukčního dřeva německou zkratkou KVH. Někdy bývá užíván také anglický název – Solid Structural Timber.

Výroba:

Konstrukční dřevo je vyráběno ze silného fošnového řeziva. Při pořezových schématech je dbáno na podélné rozříznutí oblasti dřeně, což snižuje možnost pozdějšího vzniku velkých trhlin. Ve střeoevropských podmínkách se k výrobě používá nejčastěji smrk (méně často modřín, jedle nebo douglaska).

- Řezivo vyrobené v požadovaných průřezích s nadmírou je v komorových sušárnách sušeno podle zvlášť vypracovaných sušících režimů pro silné dimenze na uživatelskou vlhkost 14 ± 2 %. Díky počátečnímu vysušení zpracovávaného řeziva je výsledný produkt tvarově stálý. Během procesu sušení je šetrným způsobem provedena také sterilizace proti biologickým činitelům.

- Z vysušeného řeziva jsou na automatické zkracovací manipulační pile, po označení detekční křídou, vyřezány vady (suky, poškozené konce apod.) při současné kontrole kvality.
- Jednotlivé přířezy jsou dále znovu čistě zařezávány a na jejich koncích jsou vyfrézovány zubovité spoje.
- Po nanesení lepidla na spoje jsou jednotlivé díly podélně stlačovány, přičemž vzniká nekonečný délkově nastavený vlys, z něho jsou odřezávány příslušné délky.
- Po několikahodinovém vytvrzení lepidla je délkově slepený surový hranol čtyřstranně frézován ve čtyřstranné frézce. Současně jsou také sraženy všechny čtyři hrany, čímž dochází ke zvýšení požární odolnosti a usnadnění manipulace.
- Hotové hranoly jsou uskladněny v klimatizačních halách a baleny pomocí plastové folie do přepravních svazků.
- Celá výroba probíhá většinou pomocí automatizovaných linek.

Výsledným produktem je kvalitní, vysušený, hladce opracovaný hranol, dodávaný v průřezích dle požadavku odběratele – od 40 x 60 mm až do průřezu 140 x 240 mm. Vyráběné délky bývají nejčastěji do 13 m.

Z hlediska kvality povrchu se vyrábí dva základní druhy KVH (odlišné pouze podle estetických charakteristik povrchu):

- Pohledový konstrukční hranol (KVH Si) je bez velkých vad a je používán na pohledově náročné aplikace, např. pro trámové stropy.
- Standardní nepohledový konstrukční hranol (KVH NSi) stejných mechanických vlastností jako Si. Připouští drobné vady a je určen do skrytých konstrukcí, nebo na pohledově nenáročné způsoby použití – např. pro rámové konstrukce stěnových prvků dřevostaveb.

Obliba použití tohoto materiálu je u tesařských firem v zahraničí vysoká a také v ČR postupně stoupá. Někteří výrobci nebo prodejci tohoto materiálu nabízejí kompletní dodávku přesných prvků pro stavbu konkrétního krovu.

Cena: u přepravního svazku v rozsahu 8 000 – 13 000 Kč/m³ v závislosti na kvalitě, průřezu a délkách.

Dvouvrstvé a třívrstvé konstrukční dřevo (Duo – Trio hranoly)

Tyto hranoly jsou vyráběné plošným slepením jednovrstevného konstrukčního dřeva.

Slepením dvou nebo tří vrstev masivu vznikne materiál o průřezu od 60 x 80 mm do 240 x 240 mm. Přířezy jsou k sobě navzájem lepeny levou stranou (stranou vzdálenější od středu kmene), čímž je zaručena maximální tvarová stabilita. Hlavní způsob použití je opět u různých prvků dřevostaveb včetně průmyslových a obchodních objektů.

Cena: je většinou o 20 – 30 % vyšší než u KVH.



Obrázek 20-1: Dvouvrstvý konstrukční hranol, na horní ploše je patrné délkové nastavení přířezu zubovitým spojem

Charakteristika KVH

Konstrukční dřevo – frézovaný přesný hranol z vysušených masivních prvků bez vad, délkově nastavovaný zubovitým spojem.

Zubovitý spoj – samostředící a samosvorný podélný spoj vytvořený opracováním více stejných, kónických souměrných ozubů v čelech dřevěných prvků, které se potom slepí.

Dvou a třívrstvé hranoly (Duplex, Triplex; Bilam, Trilam; Duo, Trio) – ohoblované přesné hranoly slepené ze dvou nebo tří vrstev vysušených masivních prvků bez vad.

Vlastnosti KVH

- odstraněné vady snižující mechanické vlastnosti dřeva
- technicky vysušené na vlhkost max. 15 %
- stabilní rozměry – snížení sesychání a bobtnání
- přesné dimenze, hladký pohledově dokončený povrch, sražené hrany
- možnost výroby velkých rozměrů, průřezů i délek
- prohlášení o shodě, certifikace, pevnostní třídy

21. Lepené lamelové dřevo

Lepené lamelové dřevo je konstrukční materiál vyráběný z běžného pilařského řeziva, v ČR začala jeho výroba již v roce 1952. Princip výroby lepeného lamelového dřeva spočívá v plošném slepení dřevěných lamel na sebe. Tímto způsobem se vyrábějí přímé nebo tvarové nosníky, které mají široké možnosti použití ve stavebnictví především pro střešní konstrukce. Výroba lepených nosníků, při aplikaci vylepšeného systému lepení a moderních lepicích směsí, i v současnosti představuje perspektivní oblast využití pro značné množství dřeva a umožňuje výrobu kvalitních stavebních prvků velkých průřezů a délek.

Lepené lamelové dřevo (BSH – Brettschichtholz, Glulam – Glued laminated timber) je vyrobeno z délkově nastavených lamel, tloušťkově slepených v několika vrstvách. Povrch je čtyřstranně frézován, případně i broušen. Výrobky bývají zpravidla zhotoveny pro konkrétní požadavky odběratele. Většina výrobců produkuje přímé i zakřivené tvary obvykle v délkách do 35 m, ale u některých firem může délka lepeného dřeva dosahovat až 50 m. Při spojení několika prvků lze vytvořit nosnou konstrukci s rozponem přesahujícím 100 m.

Výroba lamelového dřeva

Lamelové dřevo je vyráběno většinou ze smrkového dřeva, někteří výrobci nabízejí také modřín a dub. Materiál používaný na výrobu lamelového dřeva (fošny nebo silnější prkna) je před vlastní výrobou usušen v sušárnách na vlhkost $15 \pm 3 \%$. Vhodná vlhkost vstupního materiálu je důležitá pro tvarovou a rozměrovou stálost konečného výrobku. Výrobní linky tvoří jednotlivé obráběcí stroje propojené podélnými a příčnými dopravníky. Vzhledem k potřebě manipulovat se slepeným prvkem se zejména v závěrečné fázi výroby užívají jeřábové dráhy a těžké dopravníky.

- První operací na usušeném řezivu je označení vad (suky, trhlíny) a vyřezání těchto vad na automatické zkracovací pile. Vzniklé různě dlouhé přířezy jsou po několika kusech přesunuty k automatické čepovací frézce, kde jsou na obou stranách vytvořeny zubovité spoje a nanесeno lepidlo.
- Lepidla použitá pro lepení musí splňovat normované požadavky na pevnost a odolnost proti působení vlhkosti. Pro délkové lepení lamel se většinou používá modifikované PVAC lepidlo.

- Jednotlivé přířezy s naneseným lepidlem jsou okamžitě dopravníkem přesouvány do průběžného podélného lisu a délkově lisovány. Vzniká nekonečně dlouhá neopracovaná lamela, která je zkracována na požadované rozměry. Jednotlivé lamely jsou poté přesunuty dopravníkem do meziskladu k vytvrzení lepidla.
- Po vytvrzení prochází délkově slepené lamely čtyřstrannou frézku a jsou přesně ofrézovány.
- Dále následuje jednostranné nanášení vrstvy lepidla pomocí polévací nebo postřikovací nanášečky. Používá se fenol-formaldehydové lepidlo, které vytvoří tmavou lepenou spáru, nebo dražší melamin-formaldehydové lepidlo s výslednou bezbarvou spárou. Použité lepidlo vždy musí zajistit požadovanou pevnost spojů v průběhu celé doby předpokládané životnosti konstrukce. Kvalita lepidla je důležitá především u obloukových nosníků, kdy je výsledný tvar fixován slepením jednotlivých lamel.
- Lamely s naneseným lepidlem jsou přesouvány k šroubovým lisům. Po složení lepeného prvku je v jednotlivých lisovacích jednotkách vyvinut tlak. Lepidlo se v lisovaném souboru vytvrzuje několik hodin za dílenské teploty. Většina výrobců má možnost jednotlivé lisovací jednotky přestavovat a lepit přímý nebo různě zakřivený prvek. Lisovací systém také dovoluje lepení kónických prvků.
- Slepený prvek je po vyjmutí z lisu přesunut k robustní dvoustranné tloušťkovací frézce kde je tloušťkově ofrézován. Tento stroj dovoluje opracovat zpravidla max. šířku 200 cm a tomu odpovídá také max. lepená šířka (výška nosníku). Ofrézovaný prvek se dále zkracuje na přesnou délku a zpravidla pomocí ručních nástrojů se také zhotovují konstrukční spoje a osazení kování.

Výrobci nabízejí, podobně jakou u KVH, dvě pohledové jakostní třídy – bez vyspravených drobných pohledových vad a jakost s vyspravenými vadami a přebroušením. Na hotovém výrobku se také často provádí povrchová úprava ochrannými nebo dekoračními nátěrovými systémy. Nátěry se, pro rozměrnost a obtížnou manipulovatelnost, provádí většinou ručně.

Použití lamelového dřeva

Lamelové dřevo je určeno především pro výstavbu skeletových systémů, velkorozponových konstrukcí, víceúčelových hal, stadionů, lávek, mostů ale i pro zastřešení pohledově náročných prostor (divadla, obytná podkroví, sportovní haly). Standardní rozměry lepeného prvku jsou obvykle do 35 x 2 x 0,24 m. Nosníky přesahující tyto rozměry se spojují z více kusů.

Cena: u tvarových lepených prvků se pohybuje kolem 8 000 – 13 000 Kč/m³ v závislosti na kvalitě, průřezu a délkách.



Obrázek 21-1: Lepené obloukové nosníky

Tabulka 21-1: Srovnání mechanických vlastností materiálů (Mudra, 2011)

Vlastnosti	Lepené nosníky - Glulam GL 24h	LVL - Microllam 1.9E	LVL - Kerto-S	LVL - Kerto-Q	PSL - Parallam 2.0E	LSL - TimberStrand 1.5E	Smrkové dřevo
Pevnost v ohybu (MPa)	24	21	17-20	18	16,8	13,1	12
Modul pružnosti v ohybu (MPa)	11 600	14 500	13 000	10 000	12 750	10 300	10-15 000
Hustota (kg/m ³)	380	720	480	480	710	668	350-640

V tabulce jsou uvedeny charakteristické (výpočtové) hodnoty, tj. spodní 5% kvantil. Tím je zaručeno, že 95 % hodnot u jednotlivých vlastností bude vyšší než uvedený údaj.

Charakteristika lepeného lamelového dřeva

Lepené lamelové dřevo je konstrukční prvek vytvořený slepením délkově nastavených dřevěných lamel s převážně rovnoběžnými vlákny.

Pro nastavování lamel se používají velké zubovité spoje s délkou ozubu nejméně 50 mm

Horizontálně lamelované lepené dřevo – lepené spáry jsou kolmé k delší straně průřezu, při ohybovém namáhání působí zatížení kolmo k širší ploše lamel.

Vertikálně lamelované lepené dřevo – lepené spáry jsou kolmé ke kratší straně průřezu (pouze ojedinělá výroba).

Výhody lamelového dřeva:

- přesné tvarové provedení
- rozměrová stabilita, kvalitní povrch
- třídy pevnosti dle harmonizovaných norem
- možnost výroby velkých rozměrů, průřezů i délek
- umožněna výroba tvarových nosníků

22. Speciální dřevěné nosníky

Stejně tak jako u deskových materiálů, jsou i u nosníků na bázi dřeva neustále vyvíjeny nové technologické postupy zpracování, mající za cíl zvyšování pevnosti těchto materiálů, nebo snižování jejich hmotnosti při současném zachování pevnostních vlastností.

V minulosti se pro zvyšování únosnosti dřevěných trámů nejčastěji používalo spojení dvou a více kusů do jednoho celku pomocí železných skob nebo svorníků. V současnosti se efektivnějšího využití pevnostních vlastností dosahuje zvětšením průřezu nosníku (zejména jejich výšky). Vznikají tak speciální typy nosníků, například nosníky se stěnou ze sbíjených prken, nosníky se stěnami z materiálů na bázi dřeva (tzv. krabicové nosníky), duté kruhové nosníky, nosníky ve tvaru T a zřejmě nepoužívanější I-nosníky. Zvyšování nosnosti může být dosaženo také vyztužováním nosníků vláknou s vysokou pevností (nejčastěji skelnými, uhlíkovými nebo aramidovými).

I-nosníky

Tyto nosníky ve tvaru písmene „I“ jsou vyrobeny z horní a spodní pásnice, které jsou uprostřed spojeny stojnou (na rozdíl od krabicových nosníků, kde jsou stojny po obou stranách pásnic). Někdy bývají také označovány jako „H“ nosníky a „dvojitě T“ nosníky. K výrobě pásnic se obvykle používá masivní délkově nastavované dřevo nebo vrstvené dřevo, stojny bývají z překližky, vrstveného dřeva, OSB desek nebo tvrdých vláknitých desek. Někteří výrobci dodávají I-nosníky dodatečně zaizolované měkkou dřevovláknitou deskou, která je vložena mezi pásnice z obou stran stojny.

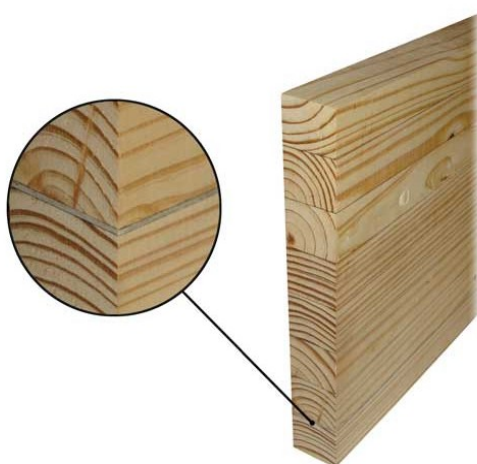
I-nosníky se používají zejména pro překlenutí větších vzdáleností. Oproti nosníkům z masivního dřeva mají tu výhodu, že pro zajištění stejné pevnosti je spotřebováno mnohem méně materiálu. Další výhodou I-nosníků je jejich velmi vysoká pevnost vzhledem k hmotnosti. Jelikož ale mají štíhlý a vysoký tvar je na rozdíl od masivních nosníků nutné jejich zajištění proti klopení.



Obrázek 22-1: I-nosník, stojna je vyrobena z OSB, pásnice z vrstveného dřeva a jako pojivo bylo použito fenol-formaldehydové lepidlo

Vyztužované nosníky

Při namáhání nosníku ohybem působí největší napětí v jeho povrchových vrstvách (ve spodních vrstvách tahové, v horních vrstvách tlakové). Vyztužování se tedy na spodní straně nosníku provádí pomocí materiálů s větší pevností v tahu – předpjatými ocelovými pruty a vlákna s vysokou pevností; na horní straně materiály s vysokou pevností v tlaku – např. spřažené dřevo-betonové konstrukce. Pokud se k zesilování používají vlákna s vysokou pevností, obvykle se neaplikují do nejspodnější vrstvy nosníku, ale pod ochrannou vrstvu (např. protipožární desku).



Obrázek 22-2: Lepený lamelový nosník vyztužený vlákny s vysokou pevností

Další možností zvyšování únosnosti je výroba např. lomených, kombinovaných a příhradových nosníků různých tvarů a typů.

Závěrem ke kapitolám základních materiálů lze konstatovat že:

- **při současném technologickém pokroku je v podstatě možné vyrobit ze dřeva materiál s volitelnými vlastnostmi pro téměř jakýkoliv účel použití (ačkoliv v některých případech by to bylo nejen neúčelné, ale i finančně velmi nákladné).**
- **nejdůležitějším předpokladem bezproblémového užívání materiálů na bázi dřeva je respekt k jejich vlastnostem a dodržování určeného způsobu aplikace.**

23. Stroje pro dělení dřeva a materiálů na bázi dřeva

Nejrozšířenějším typem strojů, které používáme pro dělení dřeva a materiálů na bázi dřeva, jsou pily. Pracovní operace na nich prováděná se nazývá řezání. Při řezání vzniká tříska ve formě pilin, jedná se tudíž o třískové obrábění. Jsou známy také beztřískové způsoby obrábění – dělení materiálu vodním paprskem nebo laserem. Tyto technologie s sebou však přináší řadu technologických komplikací, a proto nejsou pro dělení dřeva a materiálů na bázi dřeva příliš průmyslově rozšířené. Jinak je tomu např. při dělení kovů, kde má dnes obrábění laserem nenahraditelné místo.

V následujících odstavcích se tedy budeme zabývat jednotlivými druhy pil. Největší důraz je zde kladen na horizontální formátovací pilu, která je při procesech dělení zmíněného materiálu v malých a středních podnicích nejvíce zastoupena.

Ruční elektrické pily

Okružní pily

Základní stroj, který nalezne své uplatnění jak v domácnosti, tak při profesionálním zpracování dřeva. Zde má svůj úkol zejména při montážních pracích a při stavebních pracích přímo v terénu. Jedná se o univerzální prostředek, kterým je možné řezat rostlé dřevo v podélném směru i napříč letokruhů, dále formátovat desky na bázi dřeva i některé plasty. Kvalita řezu je střední až dobrá a nejvíce jí ovlivňuje druh a jakost pilového kotouče. Profesionální pily je možné dovybavit profilovou lištou, která se připevní na řezaný materiál a vede pilu přesně do řezu. I tyto strojky mají možnost naklápění a ponořování pilového kotouče.

Přímočaré pily

Strojek vhodný pro provádění tvarových výřezů, dotvarování dílců při montážích, zkracování palubek apod. Nástrojem je speciální pilový plátek, který kmitá přímočarým pohybem a dělí materiál. Pila umožňuje řezat masivní dřevo, materiály na bázi dřeva, plasty, neželezné i železné kovy. Kvalita řezu je střední až nižší a velmi záleží na kvalitě a druhu plátku. Zajímavé je, že pilové plátky jsou v prodeji jen tam, kde se prodává elektrické ruční nářadí a v různých železářstvích a hobby marketech, nikoliv u specializovaných výrobců nástrojů jako v případě pilových kotoučů.

Pokosové pily

V své dnešní podobě se jedná o relativně nový druh stroje. Je určený pro délkové krácení lišt, přířezů, vlysů a řeziva kolmo nebo pod různými úhly. Pro tyto pily se vyrábějí i speciální pilové kotouče, které se vyznačují větším počtem zubů a takovými parametry ostření, aby byly schopny velmi kvalitně zkracovat i jemné profilové lišty jak dřevěné, tak i povrchově upravené z MDF materiálů.

Vedle zmiňovaných druhů se setkáme ještě s dalšími pilami – řetězovými, ocaskami atd., kterými se tato kapitola nezabývá.

Strojní pily

Kotoučové

Truhlářská kotoučová pila

V základním provedení se jedná o stolní pilu, která je osazena pravítkem pro podélné řezání paralelně s kotoučem. Často se setkáme se strojem, který je opatřen bočním zkracovacím vozíkem. Ten jezdí zpravidla na ocelové tyči a je osazen příčným pravítkem. Tento vozík slouží k přesnému krácení dílců, přířezů a vlysů. Řezná délka vozíku se pohybuje okolo 400 mm. S neustálým nárůstem podílu velkoplošných materiálů v truhlářské výrobě byly snahy o prodlužování řezné délky vozíku. Tento typ pak dosahoval řezné délky okolo 1500 mm. Toto konstrukční řešení však nebylo ideální co do přesnosti, snadné obsluhy a neustále malé řezné délky, proto od tohoto řešení téměř všichni současní výrobci odstoupili. Nahradily je vozíky vyrobené z hliníkových profilů s různým konstrukčním řešením pojezdu a délkou od 1000 mm do až 5000 mm. Tyto vozíky jezdí paralelně s pilovým kotoučem, pevný stůl je osazen vpravo od kotouče. U předchozího typu je pevný stůl okolo kotouče a vozík jezdí vedle pevného stolu. Dalším zlepšením, které tyto stroje během vývoje zaznamenaly, bylo osazení předřezového agregátu, umožňující zpracovávat i oboustranně laminované desky. Tak se postupně z truhlářské kotoučové pily vyvinula horizontální formátovací pila. Hranice mezi truhlářskou pilou s vozíkem a formátovací pilou není tedy přesně stanovena. Za formátovací pilu lze považovat stroj osazený hliníkovým vozíkem s řeznou délkou min. 1000 mm (ale standardně spíše 2500 mm a více).

Horizontální formátovací pily

Jak již bylo řečeno výše, konstrukčně tyto stroje vychází z klasické truhlářské kotoučové pily. Základním odlišným prvkem je právě formátovací vozík, který se stal jednou z nejdůležitějších součástí celého stroje. Následující kapitoly jsou zaměřeny na vývoj, funkci a konstrukční řešení jednotlivých částí tohoto stroje.

Stojan stroje

První formátovací pilu na světě postavil v roce 1906 Wilhalm Altendorf v Německu. Jednalo se o celodřevěnou konstrukci stojanu i formátovacího vozíku. Z dřevěného stojanu přešla výroba přes litinové stojany až k dnešním, svařovaným z ocelových plechů tloušťky 3 – 6 mm. Litinové stojany z výroby téměř vymizely, jediná firma vyrábějící stále pilu s litinovým stojanem je česká firma TOS Svitavy. Pila je stavěna na zakázku, a je možná jediná, nebo jedna z mála na světě vyráběných pil s litinovým stojanem. Německá firma Martin ještě používá litinu na výrobu nosného trámce, který vede formátovací vozík (u všech ostatních je vyráběn z hliníku). Také se můžeme setkat s tím, že ocelový svařovaný stojan je vylitý betonem. Na stojanu stroje je osazen pevný stůl, který je vyroben buďto ze šedé litiny, nebo z ocelového plechu. Půdorysný rozměr pevného stolu se pohybuje okolo formátu 500 x 1000 mm. U větších typů pil je pak stolová plocha rozšířena o boční a zadní přídatný stůl, který je přišroubován k pevnému stolu a podepřen konzolami popř. pomocnými nohama. Tyto stoly se vyrábí z ocelového plechu, hliníkových slitin a posledním trendem jsou tzv. hliníkové voštinové desky.

Pilová jednotka

Pilová jednotka se sestává z ocelového svařence nebo litinového odlitku, v němž je uložena pilová hřídel. Ta je přes plochý nebo klínový řemen poháněná elektromotorem. V základním provedení má stroj jednu rychlost, lépe vybavené pily mají 3 stupně otáček a pohybují se okolo následujících hodnot – 3000 – 4500 – 6000 ot./min. Hlavní pilový kotouč zpravidla umožňuje výškové přestavování. Konstrukčně se vychází ze dvou řešení. První je takové, že pilová hřídel s motorem se pohybuje nahoru a dolů pomocí otočného čepu – vykonává tedy kruhový pohyb. Druhý způsob řešení je takový, že se pilová hřídel s motorem pohybuje po lineárním vedení. Vedle hlavního pilového hřídele může být pilová jednotka osazena dalším, menším hřídelem, tzv. předřezovým agregátem. Ten je u starších a menších pil poháněn řemínkem od hlavního pohonu, u moderních a větších pil je zde samostatný elektromotor. Předřezový agregát umožňuje stranové a výškové seřízení předřezového pilového kotouče.

Předřezový kotouček má otáčky 7 – 10 tis./min a směr otáčení je proti směru hlavního pilového kotouče. Smyslem tohoto agregátu je proříznutí spodní vrstvy laminovaných desek a zabránění tak vytrhávání povrchu desky hlavním kotoučem. Celá pilová jednotka má u většiny strojů možnost naklopení v rozsahu 90 – 45°. U některých strojů naklápění není vůbec a např. pila firmy Martin umí naklápět v rozsahu +45°- 45°. Obsluha celé mechaniky pilové jednotky je buď ruční pomocí pohybových šroubů, nebo elektrická pomocí servo pohonů. Nejvyšší řady pil mají tzv. NC ovládání. To znamená, že na ovládacím panelu se na klávesnici napíše rozměr parametru a při potvrzení pila sama přestaví agregát na požadovanou hodnotu. Ovládací panel je buďto na stojanu stroje nebo je na rameni ve výšce očí obsluhy. U starších strojů byla pilová jednotka uložena na dvou čepech, podle nichž se naklápěla. Nevýhodou tohoto systému je fakt, že se při změně úhlu řezu měnila i poloha pilového kotouče z roviny řezu. Tím přestávaly platit hodnoty nastavené na pravítkách a dorazech. Novější systém je konstruován tím způsobem, že pilová jednotka je uložena v segmentech (půlměsících), díky nimž zůstává rovina řezu ve stále stejné poloze.

Formátovací vozík

Formátovací vozík patří mezi nejdůležitější součásti formátovací pily. Kromě vlastních rozměrů se liší konstrukcí pojezdu. Konstrukcí pojezdu je známo několik typů a jednotliví výrobci neustále soupeří o to, kdo má lehčí, přesnější a odolnější typ pojezdu. Dalo by se říci, že je to jedno z hlavních srovnávacích měřítek jednotlivých strojů a výrobců. Formátovací vozík sestává ze dvou základních prvků – nosného trámcu a vlastního vozíku. Trámec i vozík jsou vyráběny z hliníkových slitin (existuje několik výjimek). Povrch vozíku je zpravidla eloxován, což je druh povrchové úpravy zamezující špinění obráběných dílců hliníkovou slitinou. Starší typy strojů nemusí tuto úpravu mít. Trámec je pevně spojen se stojanem stroje a umožňuje seřízení vozíku do přesné roviny. Trámec i vozík mají mnoho variant průřezů, tzn. že mají různé počty komor a liší se tvary a tloušťkou stěn. Mezi trámcem a vozíkem se nachází pojezdové mechanismy. Začneme-li tím základním, pak v trámcu i vozíku jsou proti sobě 4 „V-drážky“, v nichž jsou nalepeny tvrdokovové planžety. Mezi každou dvojicí je uloženo několik kalených kuliček v kleci, které svým odvalováním mezi planžetami umožňují lineární pohyb vozíku. Lepší variantou jsou pak nalisované planžety v rybinové drážce, které oproti lepeným vykazují delší životnost. Ačkoliv se jedná o jeden z prvních systémů vedení hliníkových formátovacích vozíků, který je dnes považován za překonaný, stále jej několik výrobců používá. Za základní slabinu je považován bodový styk kuliček s planžetami. Jeden z renomovaných italských výrobců používá tento systém pozměněný tak, že styčná plocha

planžet na straně přilehlé ke kuličkám je opatřena mírným rádiusem. Tím dojde ke zvětšení styčné plochy mezi planžetou a kuličkou z bodového styku na úsečkový styk. Dalším konstrukčním systémem jsou kuličkové klece uložené mezi dvěma čtveřicemi kalených tyčí. Rakouský výrobce využívá stejného systému, jako u prvně jmenovaného s tím rozdílem, že místo kuliček jsou mezi planžetami klece s válečky. Ty byly dříve uloženy do tvaru V, u inovované řady strojů jsou uloženy kolmo na sebe s překřížením do tvaru X. Poslední systém je považován za nejlepší a jedná se o dvojité kladkové uložení vozíku. Nosný trámec je osazen dvojicí kalených tyčí, po kterých pojíždí vozíček se čtyřmi kladkami. Formátovací vozík je ze spodní strany opatřen stejnými tyčemi, které dosedají na kladky svrchu. Na spodních stranách vozíku jsou svisle přišroubovány excentrické kladky, které zajišťují spodní vedení tak, aby se vozík v krajních polohách nepřeklápěl. U starších strojů je možné se setkat s obdobným systémem, jen místo kalených tyčí jsou vodítka vyrobena z vrstveného zhuštěného dřeva nebo pertinaxu (textilie + fenolická pryskyřice). Vedle těchto výše popsaných systémů existují ještě další způsoby vedení, ale vždy se jedná o modifikace či kombinace těchto základních systémů.

Podpěrný rám

Dalším prvkem stroje je podpěrný rám. Jedná se o ocelový rám, který je na jedné straně zavěšen na formátovacím vozíku a na straně druhé jej podpírá teleskopické rameno. Na konci bývá osazen válečkem pro snazší nakládání desek na vozík pily. Na rámu je uloženo zadní příčné pravítko s dorazy. To může umožňovat pouze kolmé řezy před nebo za pravítkem, podle aktuální polohy pravítka na rámu. Dále může umožňovat řezání pod úhlem až $\pm 60^\circ$. Pro úhlové řezy je někdy stroj doplněn menším úhlovacím pravítkem nebo oboustranným pokosníkem.

Vpravo od kotouče se pohybuje paralelní pravítko. Jeho rovnoběžnost s kotoučem zajišťuje ocelová tyč připevněná k pevnému a bočnímu rozšiřujícímu stolu. Posuv pravítka po tyči je buď ruční, nebo elektricky ovládaným pohybovým šroubem. Odměřování se provádí podle měřítka osazeného na přední straně stolu nebo digitálním ukazatelem. Stejně lze odměřovat i dorazy na příčném pravítku. U nejlépe vybavených strojů je NC řízení výšky řezu, úhlu pilového kotouče a paralelního pravítka, a u těch úplně špičkových i polohy dorazů na příčném pravítku a dále dnes existují stroje, které sami dopočítávají rozměry dílců, úhly apod.

Běžné formátovací pily pracují s kotouči o průměru 300 – 550 mm. Menší stroje mají max. průměr kotouče 300 (315) mm a horní kryt připevněný na rozvracím klínu, který je umístěn

za pilovým kotoučem. Větší pily už nemohou mít z bezpečnostních důvodů ochranný kryt na klínu, ale mají jej umístěný na horním samostatném rameni. I u těchto strojů je za pilovým kotoučem umístěn rozvírací klín.

Speciální typy horizontálních formátovacích pil

Mezi tyto stroje patří pily, které se používají přímo v linkách na výrobu velkoplošných materiálů, kde na konci výrobní linky formátují hrubý rozměr vyrobené desky na přesný rozměr. Od těchto pil se nevyžaduje vysoká kvalita řezu, neboť se desky při dalším zpracování znovu formátují na čistý rozměr.

Dalším typem stroje, který se používá hlavně ve velkosériové či hromadné výrobě je dvoustranná formátovací pila. Stroj je tvořen dvěma samostatnými řezacími agregáty, které se dají v určitém rozsahu přestavovat k sobě či od sebe. Mezi agregáty se pohybuje zkracovací vozík, na který se uloží materiál (deskový či masivní dřevo ve formě deskového řeziva nebo přířezu) a pohybem vozíku přes agregáty je naformátován (zkrácen) oboustranně na přesný rozměr.

Vertikální formátovací pily

Tyto pily slouží k formátování deskových materiálů a s výhodou jsou používány v prodejnách k nařezávání desek. Konstrukce pily je koncipována tak, že základní stojan stroje je svislý (mírně šikmý). Do stojanu se opírá deskový materiál, před kterým přejíždí výložník s pilovou jednotkou. Většina těchto strojů pracuje bez předřezu, nejlepší pily mají také předřezový agregát. Největší výhodou těchto strojů je menší zabíraná plocha – stroj může stát i poblíž zdi.

CNC nářezová centra – dělicí velkoplošné pily

Jsou určeny do sériové a hromadné výroby, mají vyšší řeznou kapacitu a výkon – umožňují řezat i několik desek uložených na sobě. Desky jsou zakládány na pracovní stůl pily, pilový agregát pojíždí po vlastním vedení a dělí desky, pila je řízena programem. Při automatickém zakládání desek a odebírání naformátovaných dílců pracují tyto stroje také bezobslužně. S těmito pilami se setkáme v sériové a hromadné výrobě.

Dalším typem pily, se kterou se v druhostupňovém zpracování dřeva můžeme setkat, je **rozmítací pila**. Stroj je určen k podélnému dělení deskového řeziva na hrubé neopracované přířezy, např. laťky pro výrobu laťovkových středů. Mohou pracovat s jedním nebo více

pilovými kotouči upnutými na jedné hřídeli. Velké rozmítací pily mají 2 pilové hřídele nad sebou, na něž se nasazují sestavy pilových kotoučů tak, aby vždy dvojice kotoučů řezala proti sobě. Docílí se tak vyšší řezná výška při současném použití kotoučů menších průměrů. To je výhodné, neboť kotouče větších průměrů jsou méně stabilní – při zahřívání vykazují větší boční chvění a zároveň se zvětšujícím se průměrem pilového kotouče narůstá šířka řezné spáry. S těmito velkými pilami se však setkáme spíše v prvostupňovém zpracování dřeva, kde v pilnicích dělí prizmy. Největší pily se osazují do agregátních linek, kde v kombinaci se štěpkovacími stroji slouží k dělení výřezů na řezivo.

24. Nástroje pro dělení dřeva a materiálů na bázi dřeva

Pilové kotouče

Nejčastěji používaným typem nástroje pro dělení dřeva a materiálů na bázi dřeva je bezesporu pilový kotouč. Tento typ nástroje je určen pro ruční kotoučové pily, truhlářské stolové pily, formátovací pily, nářezová centra, omítací a rozmítací pily, jiné typy i pro stroje na dělení kulatiny a v neposlední řadě i pro kotoučové pily na řezání palivového dřeva. Největší výhodou technologie řezání pilovými kotouči je dosažení nejvyšší řezné rychlosti (až 100 m/s) oproti ostatním technologiím řezání. Navíc lze výrobu pilových kotoučů a jejich údržbu považovat ve srovnání s jinými nástroji za relativně jednoduchou. Jednoduchá je i výměna a seřizování pilových kotoučů ve strojích, která spočívá v nasazení kotouče na hřídel stroje a zajištění maticí. U většiny strojů se pilový kotouč upíná mezi dvě příruby, které by měly mít průměr roven 1/3 průměru pilového kotouče. Příruby částečně eliminují boční chvění kotoučů. Seřizování vlastního nástroje ve stroji se neprovádí.

V základním provedení se jedná o plechový kotouč, který má na obvodu laserem vypálené ozubení a v ose upínací otvor. Základním parametrem při výběru pilového kotouče je jeho průměr. Maximální průměr je limitován výrobcem stroje. Dalším parametrem je počet zubů. Ten se stanoví tak, že se nejprve podle rovnice 24-1 stanoví rozteč zubů t , přičemž vycházíme z předpokladu, že počet zubů v záběru se rovná 2-3. Na základě průměru kotouče a velikosti zubové rozteče určíme počet zubů pilového kotouče dle rovnice 24-2.

Rovnice 24-1: Stanovení zubové rozteče

$$t = \frac{h \times 1,45}{k} \quad (1)$$

t – rozteč zubů mm

h – výška řezaného materiálu mm

k – počet zubů v záběru (2 – 3)

Rovnice 24-2 Stanovení počtu zubů

$$z = \frac{D \times \pi}{t} \quad (2)$$

z – počet zubů

D – průměr pilového kotouče mm

Doporučené otáčky a posuv na zub

Velikost otáček v závislosti na průměru kotouče a řezné rychlosti ukazuje tabulka 24-1

Tabulka 24-1 Doporučené otáčky pilových kotoučů (Pilana, 2011)

ØD [mm]	Doporučené otáčky [1/min]									
	Řezná rychlost v_c [m/sec]									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
100	1910	3820	5730	7640	9550	11460	13370	15280	17190	19100
150	1270	2550	3820	5100	6370	7640	8920	10190	11500	12730
200	960	1910	2870	3820	4780	5730	6690	7640	8600	9550
250	760	1530	2290	3060	3820	4590	5350	6110	6880	7640
300	640	1270	1910	2550	3180	3820	4460	5100	5740	6370
350	550	1090	1640	2180	2730	3280	3820	4370	4900	5460
400	480	960	1430	1910	2390	2870	3340	3820	4300	4780
450	430	850	1270	1700	2120	2550	2970	3400	3820	4250
500	380	760	1150	1530	1910	2290	2680	3060	3440	3820
550	350	690	1040	1390	1740	2080	2430	2780	3120	3470
600	320	640	960	1270	1590	1910	2230	2550	2880	3180
650	290	590	880	1180	1470	1760	2060	2350	2640	2940
700	270	550	820	1090	1360	1640	1910	2180	2450	2730
750	250	510	760	1020	1270	1530	1780	2040	2290	2550
800	240	480	720	950	1190	1430	1670	1910	2150	2390

Maximální povolené otáčky výrobcem jsou vždy na kotouči uvedeny a jsou rovny řezné rychlosti 100 m/s (u ocelových kotoučů 60 – 80 m/s). V žádném případě se nesmí překračovat, nejen proto, že kotouč začne pozbývat svých vlastností, ale hlavně z bezpečnostních důvodů. Výpočet řezné rychlosti v a posuvné rychlosti u se stanoví podle rovnic 24-3 a 24-4.

Rovnice 24-3 Stanovení řezné rychlosti

$$v = \frac{\pi \times D \times n}{60 \times 1000} \quad (3)$$

v – řezná rychlost m/s

D – průměr pilového kotouče mm

n – počet otáček 1/min

Rovnice 24-4 Stanovení rychlosti posuvu

$$u = \frac{u_n \times n \times z}{1000} \quad (4)$$

u – rychlost posuvu m/min

z – počet zubů

u_z – posuv na zub mm/zub (viz tab 24-2)

Tabulka 24-2 Doporučené hodnoty posuvu na zub (Pilana, 2011)

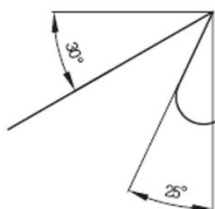
Doporučené hodnoty posuvu na zub		
Materiál		Posuv na zub u_z [mm/zub]
Měkké dřevo	podélné řezání	0,2 – 0,3
	příčné řezání	0,1 – 0,2
Tvrdé dřevo		0,06 – 0,15
Dřevotříska		0,1 – 0,25
Překlíčka		0,05 – 0,12
Laminované desky		0,05 – 0,1

Tvar a geometrie ozubení

Dalším důležitým parametrem pilových kotoučů je tvar a geometrie ozubení. Základní pilové kotouče jsou vyrobeny z uhlíkové nástrojové oceli a liší se tvarem zubů. Vypalují se dnes na laseru a tvary zubů mohou být:

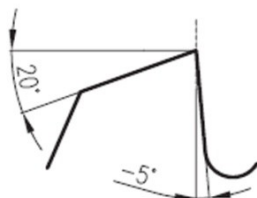
Trojúhelníkové souměrné (negativní úhel čela) – určené pro příčné řezání masivního dřeva

Trojúhelníkové nesouměrné (pozitivní úhel čela) – určené pro podélné a příčné řezání masivního dřeva tenčích rozměrů (obr. 24-1)



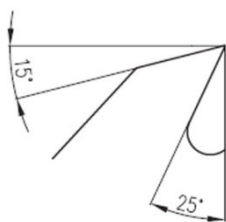
Obrázek 24-1 Trojúhelníkové nesouměrné ozubení (Pilana, 2011)

Vlčí s negativním úhlem čela – určené pro příčné řezání masivního dřeva (obr. 24-2)



Obrázek 24-2 Vlčí ozubení s negativním úhlem čela (Pilana, 2011)

Vlčí s pozitivním úhlem čela – určené pro podélné a příčné řezání masivního dřeva (obr. 24-3)



Obrázek 24-3 Vlíčí ozubení s pozitivním úhlem čela (Pilana, 2011)

Zuby se následně ostří a provádí se rozvod, který slouží k rozšíření řezné spáry tak, aby se tělo kotouče netřelo o materiál. Tento typ pilových kotoučů se používá omezeně a jen na řezání masivního dřeva. S příchodem materiálů vyráběných na bázi dřeva a pojených různými pojivy bylo potřeba vyvinout nové nástroje s vyšší životností a poskytující vyšší kvalitu řezné spáry. Vznikly nástroje, na jejichž zuby jsou napájeny destičky ze slinutých karbidů (SK). Zub ze slinutého karbidu zajišťuje geometrii a kvalitu řezu, zuby se u těchto nástrojů nerozvádí, funkci rozvodu přebírají právě tyto destičky. Různou geometrii zubů pilových kotoučů SK znázorňuje tabulka 24-3.

Tabulka 24-3 Nejpoužívanější geometrie zubů pilových kotoučů (Pilana, 2011)

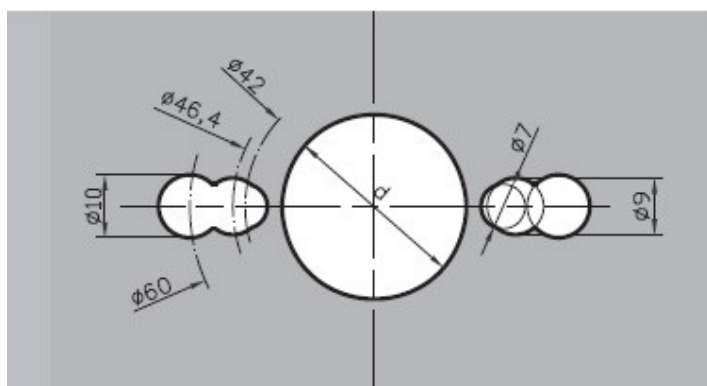
	FZ	rovný zub		TFZ	trapezový zub střídavě s rovným zubem
	FZ N	rovný zub s negativním úhlem čela		TFZ N	trapezový zub střídavě s rovným zubem s negativními úhly čela
	LFZ	rovný zub s omezovačem úběru třísky			
	WZ	střídavý zub		DHZ	rovný dutý zub střídavě se střechovitým dutým zubem
	WZ N	střídavý zub s negativním úhlem čela		DZH N	rovný dutý zub střídavě se střechovitým dutým zubem s negativními úhly čela
	LWZ	střídavý zub s omezovačem úběru třísky			
	TZ	trapezový zub		KON	kónický zub

SK pilové kotouče výrazně omezily používání celocelových kotoučů i pro řezání masivního dřeva. Kotouče s SK plátky mají vyšší životnost a zároveň poskytují kvalitnější řeznou plochu. Pilové kotouče určené pro rozmítací pily jsou kromě standardních zubů po obvodu opatřeny ještě tzv. vyklizovacími zuby. Ty jsou umístěny v ploše těla kotouče a mají několik funkcí – čištění řezné spáry od pilin, brání sevření kotouče při řezání materiálu s pnutím a dočišťují řeznou plochu.

Upínací otvor

Třetím parametrem, který nás u pilového kotouče zajímá, je upínací otvor. Samostatnou kapitolou jsou rozmítací pilové kotouče. Ty mají upínací otvory o průměrech 70, 75 a 80 mm, které jsou navíc opatřeny dvojicí nebo čtveřicí drážek pro pera nebo dalších menších upínacích otvorů pro unášecí čepy, vždy dle konkrétního výrobce strojů. To je dáno vysokými řeznými výkony a řeznými silami, kdy by na normálních hladkých hřídelích menšího průměru mohlo dojít k protáčení kotoučů.

Nejběžnější upínací průměr pro truhlářské a formátovací pily je 30 mm. Někteří výrobci mají vedle hlavního hřídele ještě dvojici unášecích čepů, podle nichž musí být v kotouči vyrobeny příslušné otvory. Unášecí otvory mají průměry 8, 9 a 10 mm a jsou vyvrtány na kružnicích o průměrech 42, 46,4 a 60 mm. Aby se výroba více unifikovala, začaly se na kotoučích místo příslušných unášecích otvorů vypalovat univerzální otvory ve tvaru „hrušky“, aby se kotouč dal upnout zároveň do všech tří upínacích systémů (obr 24-4). Předřezové kotouče mají upínací otvory 20, 22 a 30 mm. Pilové kotouče pro ruční elektrické pily mají hlavní upínací otvor o průměru 18, 20 a 30 mm a zpravidla jsou opatřeny i unášecími otvory o průměru 7 mm na kružnici průměru 42 mm.



Obrázek 24-4 Úprava unášecích otvorů pro univerzální upnutí v různých strojích (Pilana, 2011)

Základní určení správného typu kotouče na konkrétní operaci zobrazuje tabulka v příloze.

Typy pilových kotoučů s SK plátky

Pilové kotouče pro řezání masivního dřeva

U masivního dřeva rozlišujeme, zda řezeme materiál ve směru vláken (podélné řezání) nebo kolmo na ně (příčné řezání). Pro podélné řezání se používají pilové kotouče s pozitivním úhlem čela (až 20°). Obrázek 24-5 ukazuje rozmítací pilový kotouč s vyklizovacími zuby a úpravu břitových destiček s rovným břitem. Tento typ nástroje je určen pro rozmítací pily se strojním posuvem a velkým řezným výkonem.



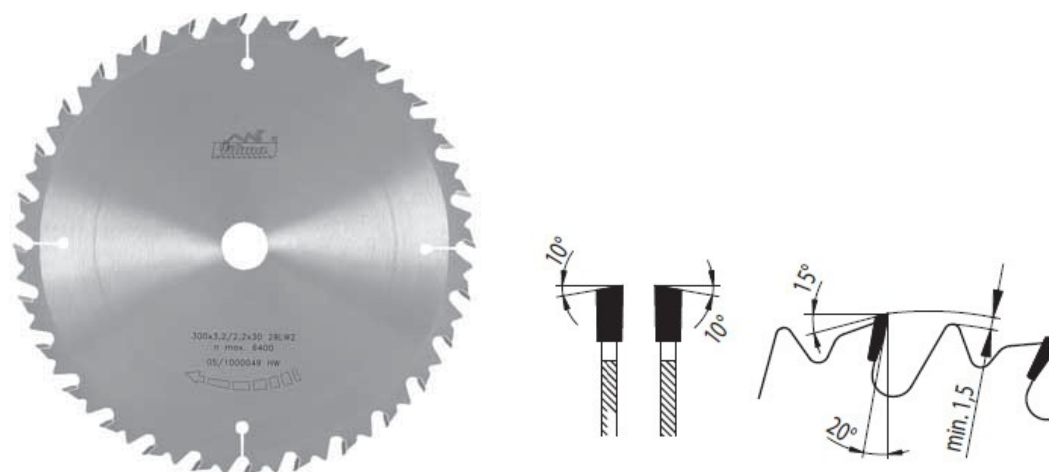
Obrázek 24-5 Rozmítací pilový kotouč (Pilana, 2011)

Pilové kotouče, určené pro truhlářské a formátovací pily s ručním posuvem materiálu a podélné řezání, mají geometrii ostří s rovným nebo střídavě šikmým ozubením. Nemají však zuby vyklizovací, jako předchozí typ a mají obecně menší tloušťku těla a tím i řeznou spáru. Pilové kotouče se střídavě šikmým ozubením (viz. Obr. 24-6 a 24-7) umožňují i příčné řezání dřeva, kvalita povrchu je však nižší.



Obrázek 24-6 Pilový kotouč pro podélné a příčné řezání masivního dřeva (Pilana, 2011)

Pro stejné účely slouží i pilové kotouče s omezovačem třísky, které jsou zvláště vhodné pro ruční posuv materiálu (obr. 24-7).



Obrázek 24-7 Pilový kotouč s omezovačem třísky (Pilana, 2011)

Pro příčné řezání dřeva s vyššími nároky na kvalitu povrchu se používají kotouče s větším počtem zubů, menším úhlem čela (okolo 5°) a střídavě šikmým ozubením. Tyto nástroje jsou pak dále vhodné i na dělení překližovaných materiálů, jednostranně podýhovaných materiálů a desek vyrobených na bázi přírodního dřeva.

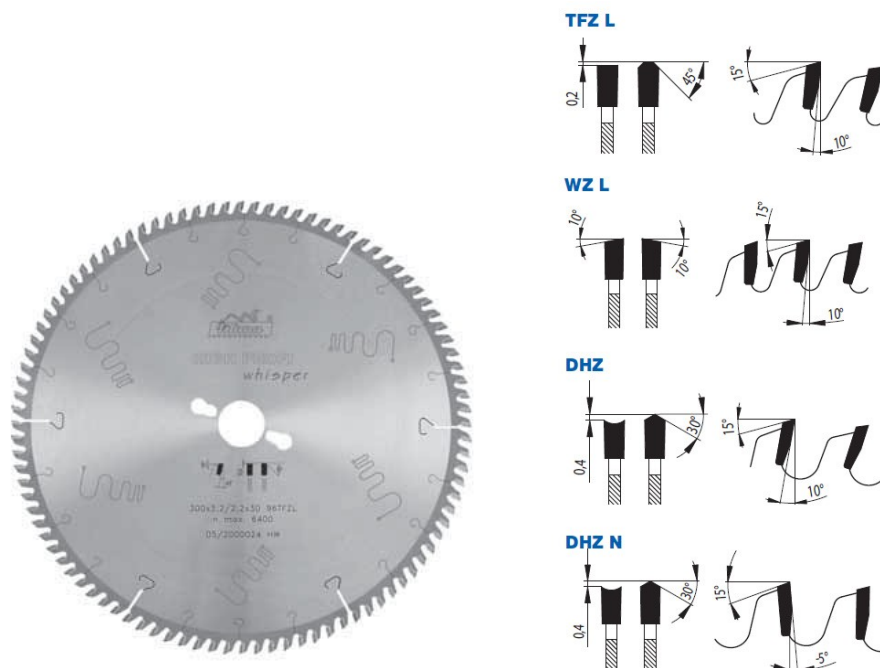
Formátovací pilové kotouče

Tyto nástroje byly vyvinuty především pro dělení polaninovaných a jiných povrchově upravených deskových materiálů. Princip dělení pomocí hlavního (formátovacího) a předřezového kotouče ukazuje obrázek (24-8). Předřezový kotouč má opačný směr otáčení a nařezává povrchovou vrstvu materiálu do hloubky max. 2 mm. Řezná šířka předřezového kotouče je větší, než řezná spára hlavního pilového kotouče, aby nedocházelo k vyštipování povrchové vrstvy materiálu hlavním pilovým kotoučem. Tato velikost se pohybuje v závislosti na řezaném materiálu a provozních podmínkách několik desetin mm (0,1-0,3mm).



Obrázek 24-8 Princip řezání povrchově upravených desek (Pilana, 2011)

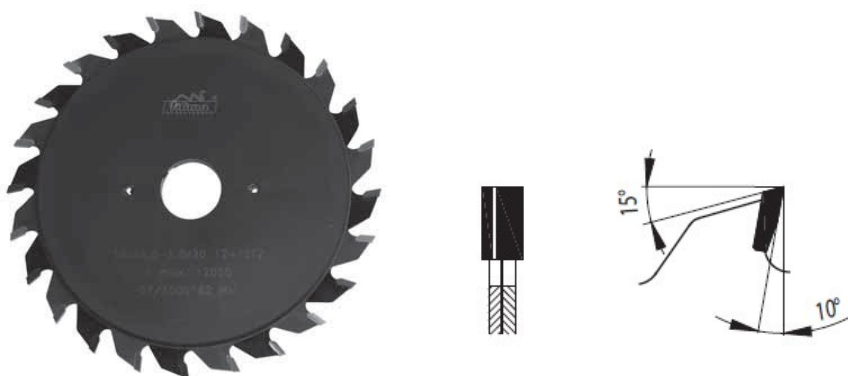
Obrázek 24-9 ukazuje formátovací pilový kotouč s nejběžnějším tvarováním břitových destiček. Úhel čela se u těchto nástrojů pohybuje od $+10^\circ$ do -5° .



Obrázek 24-9 Formátovací pilové kotouče (Pilana, 2011)

Předřezové pilové kotouče

V zásadě rozlišujeme dva typy předřezových kotoučů – nedělené a dělené (skládané). První obrázek ukazuje skládaný předřezový kotouč. Ten je složen ze dvou kotoučů, mezi nimiž je vložena podložka tak silná, aby řezná spára byla právě o 0,1 -0,3 mm větší, než u hlavního kotouče. Tloušťka podložky se mění v závislosti na parametrech hlavního kotouče a na postupně se měnících rozměrech obou kotoučů vlivem ostření. Břitové destičky jsou upraveny do rovného ostří viz. Obr. 24-10.



Obrázek 24-10 Skládaný předřezový kotouč (Pilana, 2011)

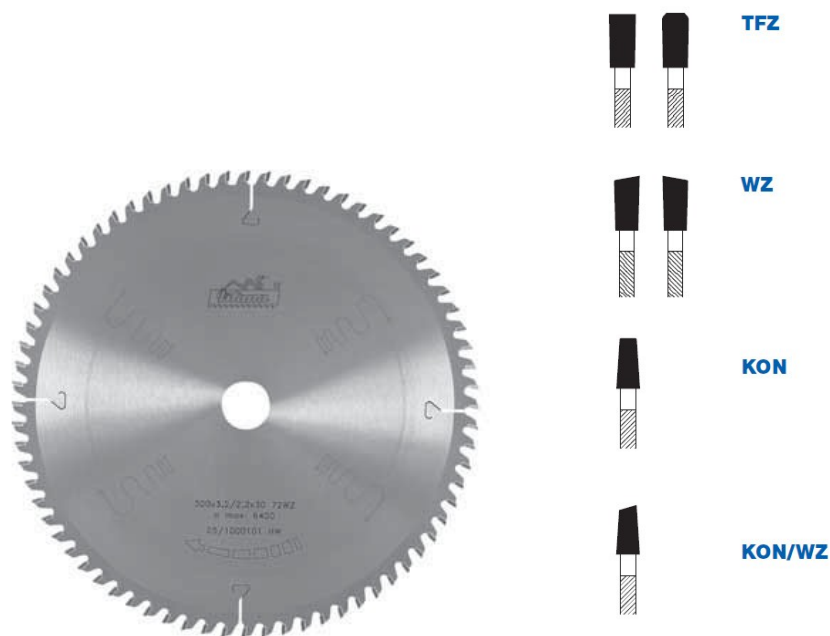
Pevné předřezové kotouče mají břity tvarovány do kónusu (viz. Obr. 24-11). Musí se ostřit vždy spolu s hlavním kotoučem v sadě a přesné parametry řezu se nastavují přesahem předřezového kotouče nad stolem pily.



Obrázek 24-11 Pevný předřezový kotouč (Pilana, 2011)

Pilové kotouče pro velkoplošné formátovací pily

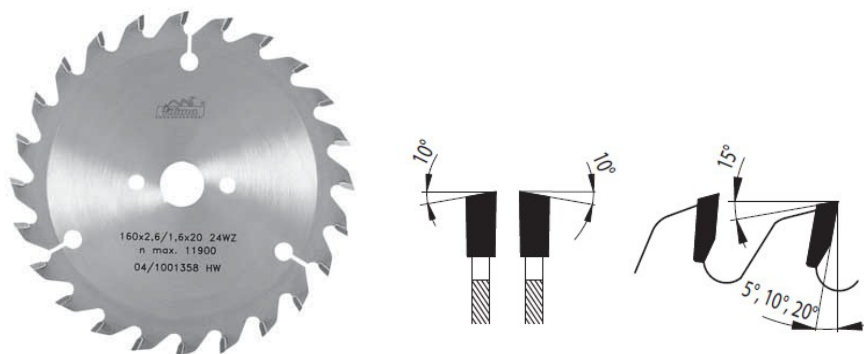
Speciálně konstruované kotouče pro řezání materiálů, jako jsou surové i povrchově upravené DTD a dřevovláknité desky. Umožňují použití s předřezem či nikoliv a vykazují dlouhou životnost. Pilový kotouč a úpravu břitových destiček ukazuje obr. 24-12.



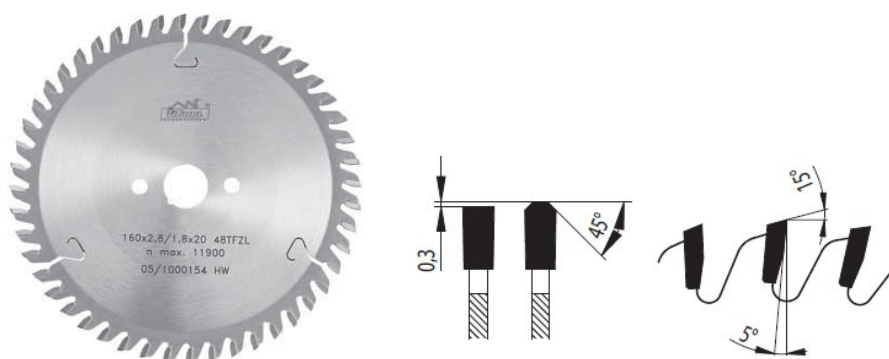
Obrázek 24-12 Pilový kotouč pro velkoplošné formátovací pily (Pilana, 2011)

Pilové kotouče pro ruční okružní pily

V zásadě se dělí do dvou skupin. První typ umožňuje řezání masivního dřeva, překližovaných materiálů, surových DTD a MDF. Kotouče mají střídavě šikmé ozubení a pozitivní úhel čela, který se pohybuje od 5 do 20° viz. obr. 24-13. Druhý typ nástroje je speciálně konstruovaný pro řezání laminovaných materiálů. Kotouč a geometrii břitových destiček ukazuje obrázek 24-14.



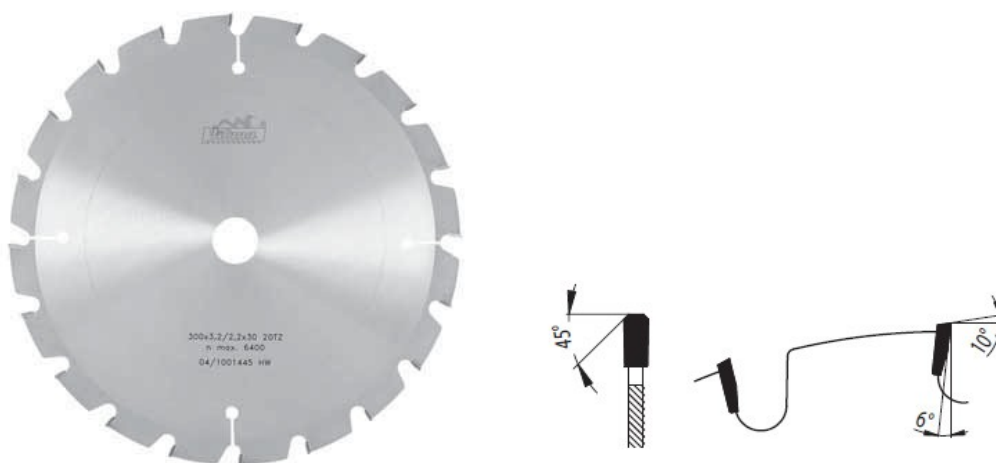
Obrázek 24-13 Pilový kotouč pro ruční pily (Pilana, 2011)



Obrázek 24-14 Pilový kotouč pro ruční pily a řezání podminovaných materiálů (Pilana, 2011)

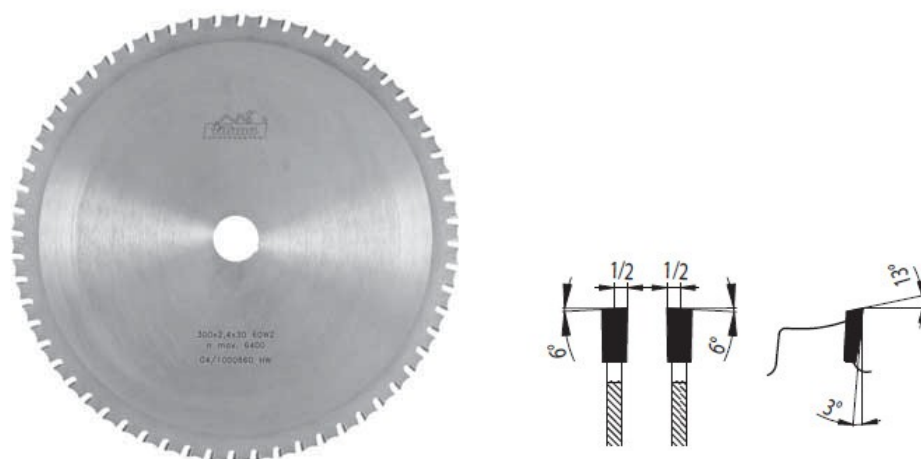
Pilové kotouče pro řezání stavebních materiálů

Tyto kotouče mají speciální geometrii ostří, která zvyšuje odolnost proti mechanickému a abrazivnímu účinku. Jsou určeny pro řezání stavebního dřeva, DTD, heraklitu a pórobetonu bez kovové výztuže. Tvar a geometrii ozubení ukazuje obrázek 24-15.



Obrázek 24-15 Pilový kotouč na řezání stavebních materiálů (Pilana, 2011)

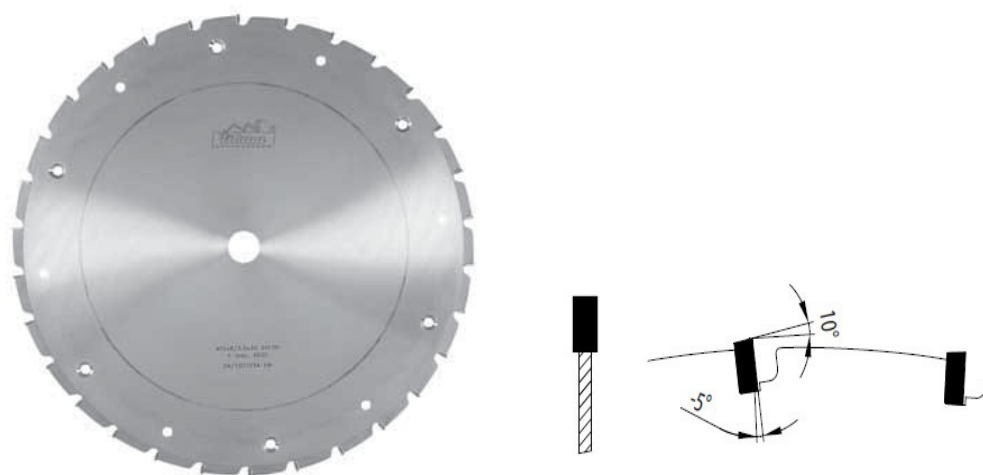
Kotouč na obrázku 20-16 je primárně určen pro pokosové pily a jeho geometrie ostří je velmi odolná předchozímu typu. Je určen pro řezání stavebních materiálů, tenkých železných materiálů, neželezných kovů. PVC, plexiskla, sendvičových panelů a akrylátů.



Obrázek 24-16 Pilový kotouč pro krácení stavebních materiálů (Pilana, 2011)

Pilové kotouče pro řezání materiálů pojených minerálními pojivy

Jedná se o speciální nástroje, které se ve většině případů vyrábí na zakázku. Mají speciální geometrii ostří (obr. 24-17) a jsou schopny podélně i příčně dělit materiály pojené minerálními pojivy.



Obrázek 24-17 Pilový kotouč pro dělení materiálů s minerálním pojivem (Pilana, 2011)

PKD pilové kotouče

Tyto nástroje jsou podobné SK pilovým kotoučům, jejich břity jsou však osazeny břity z polykrystalických diamantů. Tento materiál se vyznačuje vysokou tvrdostí a životností. Velký význam mají tyto kotouče v nábytkářském průmyslu právě při dělení surových i podminovaných DTD a MDF desek a různých druhů plastů. Vedle formátovacích kotoučů se vyrábí rovněž i předřezové kotouče. Tvary a označení PKD břitů ukazuje obr. 24-18.



Obrázek 24-18 Kotouč s břity z polykrystalických diamantů (Pilana, 2011)

Povrchové úpravy pilových kotoučů

Úpravy se týkají bočních ploch těl kotoučů a mohou se provádět následující:

Černění

Jedná se o tenký chemický povlak černé barvy na povrchu pilového kotouče, který prodlužuje životnost kotouče až o 20 % oproti běžnému SK kotouči.

PVD povlakování (TiN, TiCN, AlTiN, TiAlN)

Jedná se o povrchové potažení pilového kotouče jednou z výše uvedených slitin kovů a lze takto upravit všechny typy kotoučů. Povlak je několikanásobně tvrdší než kalená ocel a výrazně prodlužuje životnost pilových kotoučů. Kotouče s povlakem mají nízký koeficient tření a tím brání nalepování pryskyřice a pilin na povrch kotouče, což znamená nižší zahřívání kotouče a následně jeho deformování. Pro zachování tvrdého povlaku i na ostří zubu se kotouče ostří pouze z čela.

Niklování

Jedná se o tenký povlak mléčné barvy, který snižuje nalepování pryskyřice a dalších nečistot. Tím se snižuje tření a zahřívání a zároveň prodlužuje životnost. V neposlední řadě brání tato úprava korozi nástroje při řezání dřeva s vyšší vlhkostí.

Dalšími možnými úpravami je **teflonování**, **chromování** apod. Tyto všechny úpravy nejsou standardně na nástrojích prováděné.



Obrázek 24-19 ukázky speciálních povrchových úprav kotoučů (Pilana, 2011)

Z této kapitoly lze vyvozovat závěry, že volba správného nástroje (pilového kotouče) pro konkrétní použití není zcela jednoduchá. Stejně tak, jako vlastnosti jednotlivých materiálů ovlivňují budoucí použití, ovlivňují i volbu nástroje pro jeho dělení. Zatímco rostlé dřevo je možné dělit kotouči z nástrojové oceli, jejich použití na aglomerované materiály již není vhodné. Je to způsobeno především obsahem pojiva, jeho typem a negativním působením na kvalitu řezu a životnost nástroje. Dnes jsou nejběžněji používané nástroje s SK plátky, které poskytují dobré parametry obrábění při současně přijatelných cenových nákladech. Nástroje, jejichž zuby jsou opatřeny polykrystalickými diamanty, sice vykazují delší životnost, ale jejich pořizovací i provozní náklady jsou mnohonásobně vyšší. Obecně platí, že pro podélné řezání masivního dřeva používáme kotouče s vyšším pozitivním úhlem čela (až 20°), pro příčné řezání s nižším pozitivním až negativním úhlem čela (od $+10^\circ$ do asi -5°). Pro formátování laminovaných aglomerovaných materiálů se používají pilové kotouče se speciální geometrií ostří a úhlem čela od $+10^\circ$ do -5° , a to ještě v kombinaci s předřezovým kotoučem. Pro řezávání materiálů pojených minerálními pojivy a dalších speciálních stavebních materiálů se používají kotouče se zcela odlišnými tvary zubů a parametry břitových destiček.

25. Slovník

Česko-německý

<u>Český název</u>	<u>Německý název</u>
Materiály na bázi dřeva	die Holzwerkstoffe
Deska z masivního dřeva	die Massivholzplatte, Mehrschichtmassivholzplatte
Deskové řezivo	das Brettschichtholz
Spárovka (jednovrstvá deska z rostlého dřeva)	die Massivholzplatte
Biodeska (třívrstvá deska z rostlého dřeva)	die 3 - Schichtplatte
Překližovaná deska	das Sperrholz
Překližka	das Furniersperrholz
Jádrová deska	das Mittellagen - Sperrholz
Laťovka	das Stabsperrholz, die Tischlerplatte
Lamela	das Lamellenholz
Složená deska	die Verbund - Sperrholzplatte
Deska z plochých třísek	Platten aus flachen ausgerichteten Spänen
Waferboard, Deska z velkoplošných třísek	Waferboard, die Platte aus grossen flächigen Spänen
Deska z plochých orientovaných třísek (OSB)	die Platte aus ausgerichteten Spänen, die Grobspanplatte
Multifunkční deska (MFP, QSB, GSB)	die MFP Platte, die QSB Platte, die GSB Platte
Dřevotřísková deska (DTD)	die Spanplatte, die Flachpressplatte
Plošně lisovaná DTD	die Flachgepresste Spanplatte
Výtlačně lisovaná DTD	die Strangpressplatte
Vylehčená výtlačně lisovaná DTD	die Röhrenplatte
Modifikované třískové desky	die Modifizierte Spanplatten
Protipožární deska	die Feuerschutzplatte
Ohýbatelná dřevotříska (Recoflex)	Recoflex, die elastische Spanplatte
Dřevovláknitá deska (DVD)	die Faserplatte, die Holzfaserplatte
DVD vyrobená suchým procesem	Faserplatte hergestellt nach dem Trockenverfahren
DVD vyrobená mokrým procesem	Faserplatte hergestellt nach dem Nassverfahren
Měkká dřevovláknitá deska	die poröse Faserplatte, die Weichfaserplatte
Dřevovláknitá deska se střední hustotou (MDF)	die Mitteldichte Faserplatte, die MDF-Platte
Tvrdá dřevovláknitá deska	die Harte Faserplatte, die Hochdichteplatte, die HDF-Platte
Desky pojené minerálními pojivy	die Mineralisch gebundene Platten
Deska pojená cementem	die Zementgebundene Platte
Deska z dřevité vlny a cementu (Heraklit)	die Holzwolleplatte
Deska z velkých třísek a cementu (cementoštěpkové desky)	die Zementgebundene Grobspanplatte

Deska z jemných třísek a cementu (cementotřískové desky)	die Zementgebundene Spanplatte
Deska z vláken a cementu (cementovláknité desky)	die Zementfaserplatte
Sádrovláknitá deska	die Gipsfaserplatte
Vylehčené deskové materiály	die Erleichtete Plattenmaterialen
Voštinová deska	die Wabenplatte
Materiály se sendvičovou konstrukcí	die Materialien mit Sandwich-Konstruktion
Kompozitní materiály na bázi dřeva pro nosné účely	die Verbundmaterialen auf Holzbasis für tragende Zwecke
Vrstvené dřevo z dýh (LVL)	das Furnierschichtholz, das LVL Holz
Vrstvené dřevo z dýhových pásů, Parallam (PSL)	das Furnierstreifenholz, Parallam
Dřevo z dlouhých třísek, Intrallam (LSL)	das Langspanholz, das LSL Holz
DeltaStrand (Triangular Strand Lumber – TSL)	das TSL Holz
Konstrukční dřevo (KVH)	das Konstruktionvollholz (KVH)
Dvouvrstvé a třívrstvé konstrukční dřevo (Duo – Trio)	der Duo-Balken
hranoly)	der Trio-Balken
Lepené lamelové dřevo (nosníky)	das Brettschichthol (BSH)
Nosníky vyztužované vlákny s vysokou pevností	der Träger mit hochfesten Fasern
I-nosník	der Doppel-T-Balken
Krabicový nosník	der Kastenträger
Dutý nosník	der Hohlträger
Štěpky	das Hackschnitzel
Ploché třísky	die Flächige Späne, die Flachspäne
Třísky	die Späne
Dýha	das Furnier
Sesazenka	das Furnierbild
Vlákná	die Fässer
Lepidlo	der Klebstoff
Močovino-formaldehydové lepidlo	das MF-Harz
Fenol-formaldehydové lepidlo	das Phenol - Formaldehydharz, das PF-Harz
Melamin-formaldehydové lepidlo	das Melamin - Formaldehydharz, das MF-Harz
Isokyanátové (polyuretanové) lepidlo	das Polyurethanharz
Vrstva	die Schicht
Povrchová vrstva	die Oberflächenschicht
Středová vrstva	die Mittelschicht

Česko-anglický

Český název	Anglický název
Materiály na bázi dřeva	Composite wood products (CWP), wood-based products (WBP)
Deska z masivního dřeva	Solid wood panel (SWP), single- multi- layer panel
Deskové řezivo	Timber, sawn timber, lumber
Spárovka (jednovrstvá deska z rostlého dřeva)	Battenboard, piedroit
Biodeska (třívrstvá deska z rostlého dřeva)	3-layer panel, 3-layer SWP, massive wooden panel
Překližovaná deska	Plywood board
Překližka	Plywood
Jádrová deska	Core plywood
Laťovka	Block plywood, blockboard
Lamela	Lamella
Složená deska	Composite plywood
Deska z plochých třísek	Strandboard
Waferboard, Deska z velkoplošných třísek	Waferboard
Deska z plochých orientovaných třísek (OSB)	Oriented strand board
Multifunkční deska (MFP, QSB, GSB)	Multi-function panel
Dřevotřísková deska (DTD)	Particleboard, chipboard, flakeboard
Plošně lisovaná DTD	Flat pressed particleboard
Výtlačně lisovaná DTD	Extruded particleboard
Vylehčená výtlačně lisovaná DTD	Extruded particleboard with tubular holes
Modifikované třískové desky	Special types of particleboards
Protipožární deska	Fire-resistant particleboard
Ohýbatelná dřevotříska (Recoflex)	Elastic particleboard
Dřevovláknitá deska (DVD)	Fiberboard
DVD vyrobená suchým procesem	Dry process Fb.
DVD vyrobená mokřím procesem	Wet process Fb.
Měkká dřevovláknitá deska	Softboard
Dřevovláknitá deska se střední hustotou (MDF)	Medium density fiberboard
Tvrdá dřevovláknitá deska	Hardboard
Desky spojené minerálními pojivy	Mineral-bonded strandboards
Deska spojená cementem	Cement-bonded particleboard
Deska z dřevité vlny a cementu (Heraklit)	Wood-cement board (Heraklith)
Deska z velkých třísek a cementu (cementoštěpkové desky)	Wood-cement chipboard
Deska z jemných třísek a cementu (cementotřískové desky)	Wood strand cement board

Deska z vláken a cementu (cementovláknité desky)	Wood fiber cement board
Sádrovláknitá deska	Gypsumfibreboard
Vylehčené deskové materiály	Lightweight boards
Voštinová deska	Honey-comb panel
Materiály se sendvičovou konstrukcí	Sandwich panels, composite sandwich panels
Kompozitní materiály na bázi dřeva pro nosné účely	Structural composite lumber, engineered wood products
Vrstvené dřevo z dýh (LVL)	Laminated veneer lumber
Vrstvené dřevo z dýhových pásů, Parallam (PSL)	Parallel strand lumber
Dřevo z dlouhých třísek, Intrallam (LSL)	Laminated strand lumber
DeltaStrand (Triangular Strand Lumber – TSL)	Triangular Strand Lumber (DeltaStrand)
Konstrukční dřevo (KVH)	Structural timber
Dvouvrstvé a třívrstvé konstrukční dřevo (Duo – Trio hranoly)	Bi-lam, tri-lam
Lepené lamelové dřevo (nosníky)	Glued laminated timber (glulam)
Nosníky vyztužované vlákny s vysokou pevností	Fiber-reinforced beams
I-nosník	I-beam, H-beam, double T-beam
Krabicový nosník	Box beam
Dutý nosník	Hollow beam, light weight beam
Štěpky	Chips
Ploché třísky	Strands
Třísky	Particles
Dýha	Veneer
Sesazenka	Ply
Vlákna	Fibers
Lepidla	Adhesives, resins
Močovino-formaldehydové lepidlo	Urea-formaldehyde resins (UF)
Fenol-formaldehydové lepidlo	Phenol-formaldehyde resins (PF)
Melamin-formaldehydové lepidlo	Melamine-formaldehyde resin (MF)
Isokyanátové (polyuretanové) lepidlo	Methylene diphenyl diisocyanate (MDI) (polyurethane - PU)
Vrstva	Layer
Povrchová vrstva	Surface layer
Středová vrstva	Core

Některé materiály nemají české jméno a obvykle se používá jejich obchodní název, případně jsou do českého jazyka převzaty označení z původního jazyka (OSB, KVH), které se běžně používají i v češtině.

26. Seznam použité literatury

Literární zdroje

1. Baker, W. A. (2002) *Wood Structural Panels* in Wood Handbook, APA – The Engineered Wood Association. McGraw-Hill Companies, Inc. ISBN: 0-07-136029-8.
2. Barnes, D. (2001) *A model of the effect of strand length and strand thickness on the strength properties of oriented wood composites*. Forest Products Journal, 51 (2): 36-46.
3. Beech, J. (1975) *The thickness swelling of particleboard*. Holzforschung, 29 (1): 11-18.
4. Bolek, F. (2011) *Vliv vlhkosti a teploty prostředí na mechanické a fyzikální vlastnosti dřevoplastových materiálů (WPC)*, Diplomová práce, Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská.
5. Breyer, D. E. (1993) *Design of wood structures* (3. ed.). McGraw-Hill Companies, Inc.
6. Brumbaugh, J. (1960) *Effect of flake dimensions on properties of particle boards*. Forest Products Journal, May: 243-246.
7. Dai, Ch. (2005) *Strand Quality and geometry Pertaining to OSB Manufacturing and Product Properties*. In Proceedings of 38th International Wood Composites Symposium, 5-8 dubna, 2005, Pullman, Washington, USA.
8. Dunky M. (2005) *Resins for ultra low formaldehyde emission according to the Japanese F**** quality*. Dostupné z: <http://www.forestprod.org/adhesives05dunky3.pdf>, cit.: 5. 12. 2011.
9. Geimer, R. L., Kown, J. H., Bolton, J. (1998) *Flakeboard thickness swelling. Part 1: Stress relaxation in a flakeboard mat*. Wood and Fibre Science, 30 (4): 326-338.
10. Geimer, R. L., Mahoney, R. J., Loehnertz, S. P., Meyer, R. W. (1985) *Influence of processing-induced damage on strength of flakes and flakeboards*. USDA Forest Service Research Paper (FPL 463).
11. Halligan, A. F. (1970) *A review of thickness swelling in particleboard*. Wood Science and Technology, 4: 301-312.
12. Han, G., Wu, Q., Lu, J. Z. (2006) *Selected properties of wood strand and oriented strandboard from small-diameter southern pine*. Wood and Fiber Science, 38 (4): 621-632.
13. Han, G., Wu, Q., Lu, J. Z. (2007) *The influence of fines content and panel density on properties of mixed hardwood oriented strandboard*. Wood and Fiber Science, 39 (1): 2-15.
14. Hrázský, J., Král, P. (2000) *Technologie výroby aglomerovaných materiálů*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno.
15. Hrázský, J., Král, P. (2004) *Analysis of properties of boards for concrete formwork*. Journal of Forest Science, 50 (8): 382-398.

16. Hsu, W. E., Schoold, W., Schooled, J., Sheilds, A. (1989) *Chemical and physical changes required for producing dimensionally stable wood-based composites. Part 1: Steam pre-treatment*. Wood Science and Technology, (22): 281 -289.
17. Kamke, F. A. (2004) *Physics of hot pressing*. General Technical Report, Forest Products Laboratory, USDA Forest Service FPL-GTR-149: 3-18.
18. Kamke, F. A., Casey, L. J. (1988) *Fundamentals of flakeboard manufacture: Internal-mat conditions*. Forest Products Journal, 38 (6): 38-44.
19. Kelly, M. W. (1977) *Critical literature review of relationship between processing parameters and physical properties of particleboard*. Gen. Tech. Rep. FPL-20, USDA Forest Service, Forest Products Laboratory, Madison.
20. Kollmann, F., Kuenzi, E. W., Stamm, A. J. (1975) *Principles of wood science and technology. Wood based materials*. Springer, Berlin.
21. Kuklík, P. (2005) *Dřevěné konstrukce*. Informační centrum ČKAIT (Česká komora autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě), Praha.
22. Lam, F. (2001) *Modern structural wood products*. Progress in Structural Engineering and Materials, 4 (3): 238-245.
23. Marra, A. A. (1992) *Technology of wood bonding: Principles in practice*. Van Nostrand Reinhold, New York.
24. Marutzky R. (2008) *Global formaldehyde regulations and requirements: Current situation and developments*. 6th European Wood-based Panel Symposium, Hanover, 10. října, 2008.
25. Matovič, A. (1993) *Fyzikální a mechanické vlastnosti dřeva a materiálů na bázi dřeva*. Vysoká škola zemědělská, Brno.
26. Mudra, F. (2011) *Materiály na bázi dřeva pro nosné účely*, Bakalářská práce, Česká zemědělská univerzita, Fakulta lesnická a dřevařská, Praha.
27. Nishimura, T., Ansell, M. P., Amin, J. (2004) *Image analysis and bending properties of model OSB panels as a function of strand distribution, shape and size*. Wood Science and Technology, 38: 297-309.
28. Nutsch, W. (1999) *Příručka pro truhláře*. Sobotáles, Praha. ISBN 80-85920-60-3.
29. Oudjehane, A., Lam, F. (1998) *On the density profile within random and oriented wood-based composite panels: horizontal distribution*. Composites Part B (29B): 687–694.
30. Oudjehane, A., Lam, F., Avramidis, S. (1998) *Forming and pressing processes of random and oriented wood composite mats*. Composites Part B (29B): 211-215.
31. Painter, G., Husman, H., Pritzker, M. (2006a) *Prediction of oriented strand board properties from mat formation and compression operating conditions. Part 1. Horizontal density distribution and vertical density profile*. Wood Science and Technology, 40: 139-158.

32. Painter, G., Husman, H., Pritzker, M. (2006b) *Prediction of oriented strand board properties from mat formation and compression operating conditions. Part 2: MOE prediction and process optimization*. Wood Science and Technology, 40: 291-307.
33. Papadopoulos, A. N., Ntalos, G. A., Kakaras, I. (2005) *Mechanical and physical properties of cement-bonded OSB*. Holz als Roh- und Werkstoff, 63 (2s).
34. Paul, W., Ohlmeyer, M., Leithoff, H., Boonstra, M. J., Pizzi, A. (2006) *Optimising the properties of OSB by a one-step heat pre-treatment process*. Holz als Roh- und Werkstoff, 64 (3).
35. Peña, S. V., Rojas, I. M. (2006) *Tecnología de la madera (3ª edición)*. Artes Gráficas Cuesta, S.L., Madrid.
36. Sedliačik, M., Sedliačik, J. (1998) *Chemické látky v drevárskom priemysle*. Technická univerzita, Zvolen.
37. Sharma, V., Sharon, A. (1993) *Optimal orientation of Flakes in oriented strand board (OSB)*. Experimental Mechanics, June 1993: 91-98.
38. Strickler, M. D. (1959). *Effect of press cycle and MC on properties of Douglas-fir flakeboard*. Forest Products Journal, 9 (7): 203-215.
39. Suchsland, O. (1962) *The density distribution in flakeboard*. Michigan Quarterly Bulletin, Agricultural Experiment Station, Michigan State University, East Lansing Michigan. 45 (1): 104-121.
40. Suchsland, O. (1968) *Particle-board from Southern Pine*. Southern Lumberman. December (15): 139-144.
41. Suchsland, O. (1973) *Hygroscopic thickness swelling and related properties of selected commercial particleboards*. Forest Products Journal. 23 (7): 26-30.
42. Suchsland, O. Xu, H., (1991) *Model analysis of flakeboard variables*. Forest Products Journal, 41 (1/12).
43. Sun, B. C. H., Hawke, R. N. and Gale, M. R. (1994) *Effect of polyisocyanate level on physical properties of wood fiber composite materials*. Forest Products Journal, 44 (4): 53-58.
44. Štefka, V. (2002) *Kompozitné drevné materiály II, Technológia aglomerovaných materiálov*. Technická univerzita, Zvolen.
45. Thelandersson, S., Larsen, H. J. (2003) *Timber Engineering*. Wiley. Chichester.
46. Wang, S., Winistorfer, P. M. (2003) *Determination of layer thickness swell of MDF and OSB by optical technique*. Forest Products Journal, 53 (9): 64-71.
47. Wang, S., Winistorfer, P. M., Moschler, W. W., Helton, C. (2000) *Hot-pressing of oriented strandboard by step-closure*. Forest Products Journal, 50 (3): 28-34.
48. Wu, Q., Piao, Ch. (1999) *Thickness swelling and its relationship to internal bond strength loss of commercial oriented strandboard*. Forest Products Journal, 49 (7/8).

49. Xu, W. (2002) *How to analyze strand alignment of oriented strandboard*. Forest Products Journal, 52 (4): 48-52.
50. Xu, W., Winistorfer, P. M. (1995) *A procedure to determine thickness swell distribution in wood composite panels*. Wood and Fibre Science, 27 (2): 119-125.
51. Zanetti, M., Pizzi, A., Kamoun, C. (2003) *Upgrading of MUF particleboard adhesives and decrease of melamine content by buffer and additives*. Holz als Roh- und Werkstoff (61): 55–65.
52. Zylkowski, S. (2002) *Introduction to wood as an engineering material* in *Wood Handbook, APA – The Engineered Wood Association*. McGraw-Hill Companies, Inc., USA.

Normy

ASTM. Standard test method for determining formaldehyde concentration in air from wood products using a small-scale chamber. Method D 6007–02. American Society for Testing and Materials, West Conshohocken.

ASTM. Standard test method for determining formaldehyde concentrations in air and emission rates from wood products using a large chamber. Method ASTM E 1333–96. American Society for Testing and Materials, West Conshohocken.

CARB (1992) Identification of Formaldehyde as a Toxic Air Contaminant. Part A. Exposure Assessment. Technical Support Document, Stationary Source Division, Sacramento, USA.

ČSN EN 120 (1994) Dřevní materiály – Zjišťování obsahu formaldehydu: Extrakční postup zvaný „perforátorová metoda“. Praha: Český normalizační institut.

ČSN EN 300 (2006) Desky z orientovaných plochých třísek (OSB) – Definice, klasifikace a požadavky. Český normalizační institut.

ČSN EN 310 (1995) Desky ze dřeva. Stanovení modulu pružnosti v ohybu a pevnosti v ohybu. Český normalizační institut.

ČSN EN 318 (2003) Desky ze dřeva – Stanovení rozměrových změn v závislosti na změnách relativní vlhkosti vzduchu. Praha: Český normalizační institut.

ČSN EN 319 (1994) Třískové a vláknité desky – Stanovení pevnosti v tahu kolmo na rovinu desky. Praha: Český normalizační institut.

ČSN EN 322 (1994) Desky ze dřeva – Zjišťování vlhkosti Praha: Český normalizační institut.

ČSN EN 323 (1994) Desky ze dřeva – Zjišťování hustoty. Praha: Český normalizační institut.

ČSN EN 326–1 (1997) Desky ze dřeva – Odběr vzorků, nařezávání a kontrola – Část 1: Odběr vzorků, nařezávání zkušebních těles a vyjádření výsledků zkoušky. Český normalizační institut.

ČSN EN 326–1 (2001) Desky ze dřeva – Odběr vzorků, nařezávání a kontrola – Část 2: Kontrola kvality ve výrobě. Český normalizační institut.

ČSN EN 717 – 1 Stanovení úniku formaldehydu – Část 1 - 3: Emise formaldehydu komorovou metodou, metodou plynové analýzy a lahvovou metodou. Praha, Český normalizační institut.

ČSN EN 789 (2005) Dřevěné konstrukce – Zkušební metody – Stanovení mechanických vlastností desek na bázi dřeva.

ČSN EN 1087 - 1 (1996) Třískové desky – Stanovení odolnosti proti vlhkosti - část 1: Varná zkouška. Praha: Český normalizační institut.

ČSN EN 12369 (2001) Desky na bázi dřeva – Charakteristické hodnoty pro navrhování dřevěných konstrukcí – Část 1: OSB, třískové a vláknité desky. Český normalizační institut.

EN 13986 (2005) Desky na bázi dřeva pro použití ve stavebnictví – Charakteristiky, hodnocení shody a označení. Praha: Český normalizační institut.

ČSN ENV 1995-1-1 (2006) Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí. Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby. Český normalizační institut.

IARC (2004). Overall Evaluations on Carcinogenicity to Humans. As Evaluated in IARC Monographs, Vol. 1. International Agency for Research on Cancer, Lyon, France.

JIS A 1901 (2003) Determination of the emission of volatile organic compounds and aldehydes for building products–small chamber method. Japanese Standard.

JIS A 1460 (2001) Building boards. Determination of formaldehyde emission–desiccator method. Japanese Industrial Standard.

Internetové zdroje

www.irz.cz: dostupné z: <http://www.irz.cz/repository/latky/formaldehyd.pdf>.

www.mendelu.cz: dostupné z: <http://wood.mendelu.cz/cz/sections/Props/?q=node/55>.

Wikipedie – Pružnost: dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Pru%C5%BEnost>.

Firemní literatura

Firemní literatura, webové stránky a informace od výrobců a prodejců jednotlivých materiálů uvedených v textu.

Katalog a obrazové materiály poskytnuté firmou Pilana pro kapitolu č. 24.

Ostatní doporučená studijní literatura

Hrázský, J., Král, P. (2000) *Technologie výroby aglomerovaných materiálů*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno.

Kollmann, Franz, F. P.; Kuenzi, Edward, W.; Stamm, Alfred, J. (1975) *Principles of wood science and technology II Wood based materials*. Berlin, Heidelberg, New York, Springer-Verlag, 2. vydání, ISBN 3540042970.

Kuklík, P. (2005) *Dřevěné konstrukce*. Informační centrum ČKAIT (Česká komora autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě), Praha.

Poznámky

Zkratky materiálů

V tomto studijním textu jsou zkratky jednotlivých materiálů využívány jenom v omezené míře a převážně u těch materiálů, kde se již vžilo přejaté označení z cizího jazyka i v češtině. V českých technických normách má sice každý materiál i jeho různé typy přesně určenou zkratku (např. L.MDF.H – lehké dřevovláknité desky se střední hustotou pro použití ve vlhkém prostředí dle ČSN EN 622-5). Jelikož se ale používají i různé další podnikové či starší zkratky, mohlo by docházet k mylnému určení materiálu, a proto zkratky nejsou v textu využívány. Ze stejného důvodu nejsou příliš používány ani konkrétní obchodní názvy materiálů, ale spíše označení druhu nebo typu výrobku.

27. Přílohy – obrázky jednotlivých skupin materiálů



Obrázek 27-1: Masivní materiály na bázi dřeva (shora dolů): dubový masiv, dubová spárovka, dubová biodeska



Obrázek 27-2: Základní druhy překližek (shora dolů): tenká 3-vrstvá truhlářská překližka, obalová překližka, stavební překližka, foliovaná stavební překližka, stavební překližka s protiskluzovou úpravou



Obrázek 27-3: Základní druhy lat'ovek (shora dolů): lat'ovka s březovou dýhou, lat'ovka s bukovou dýhou, podlahový dílec s lat'ovkovým středem



Obrázek 27-4: Shora dolů: 3 druhy OSB desek od různých výrobců lišící se nejen velikostí částic, ale i stupněm slisování a deska Waferboard



Obrázek 27-5: Multifunkční panely od různých výrobců



Obrázek 27-6: Výtlačně lisované dřevotřískové desky, spodní deska v kombinaci s tvrdou dřevovláknitou deskou



Obrázek 27-7: Měkké dřevovláknité desky



Obrázek 27-8: Tvrdé dřevovláknité desky s různými povrchovými úpravami



Obrázek 27-9: Voštinové desky (shora dolů) desky se středem z papírové voštiny, středem z recyklovaného novinového papíru a plastové voštiny



Obrázek 27-10: Vylehčené materiály (shora dolů): deska pro výplň dveří se střední vrstvou z PUR pěny, deska s polystyrenovým středem a plastová deska napodobující texturu dřeva



Obrázek 27-11: Desky se zvýšenou protipožární odolností (shora dolů): sádrovláknitá deska, sádrotrísková deska, dřevovláknitá deska s přídavkem vermikulitu



Obrázek 27-12: Kompozitní materiály na bázi dřeva pro nosné účely (zleva): Microllam (LVL), Parallam (PSL), Intrallam (LSL)



Obrázek 27-13: Různé typy dřevoplastových materiálů (WPC)



Obrázek 27-14: Speciální druhy nosníků: dutý kruhový nosník vyztužený uhlíkovými vlákny a I-nosníky různých provedení se stojnami z OSB desek, vláknité desky a z vlnité překližky

Druhy pilových kotoučů a vhodnost jejich použití pro řezání materiálů na bázi dřeva (Pilana, 2011)

Druh pilového kotouče			Rozměry		Na podélný a příčný řez										Formátovací				Předřezávací		Na hliník a plasty		Na sendvičové panely															
Geometrie zubu			FZ	FZ	WZ						LFZ	LWZ	WZ N	WZ SSW	TFZ L	WZ L	DHZ	DHZ N	FZ	KON	FZ	WZ	TFZ L	WZ OPTI	TFZ N	TFZ P	WZ	TZ										
Podřízková norma			94	94.1	94.2	33.1	80-50	80-40	81-35	81-26	81-20	81-16	81-13	81-11	83-55	83-35	81	81	97-11	97-13	98-11	98-13	90	90	93.1	93	92	91	91	81	87-13	87-11	87-13	87-11	88	88		
● Doporučené	○ Použitelné																																					
Obráběný materiál			Rezná rychlost V _c [m/sec]																																			
Měkklé dřevo	Podélné řezání		60-100	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○																						
	Příčné řezání		60-100						●	●	●	●	●	●	●	●	●	●									○											
Tvrdé dřevo	Podélné řezání		50-85	●	●	○	●	●	●	●							○																					
	Příčné řezání		50-85						●	●	●	●	●	●	●	●	●	●																				
Dříví	Podélné řezání		60-100								●	●	●	●	●	●	●	●																				
	Příčné řezání		60-100								●	●	●	●	●	●	●	●																				
Latovky, plešinky	Podélné řezání		50-85								●	●	●	●	●	○																						
	Příčné řezání		50-85								○	●	●	●	●		●	●																				
Lisovaná dřeva	Podélné řezání		40-65								●	●																										
	Příčné řezání		40-65																																			
Měkklé dřevotřískotné desky			60-100								●	●	●																									
MDF desky			50-80																																			
Tvrdé dřevotřískotné desky			50-80																																			
Dřevotřískotné desky			50-80										●																									
Pokýhované dřevotřískotné desky			50-90										○	○																								
Dřevotřískotné desky povrchově upravené PVC folií			60-80																																			
Dřevotřískotné desky povrchově upravené melaminovou folií			60-80																																			
Agglomerované materiály polepené cementem			30-70									○	○	○																								
Sádkoakrylové desky			40-65									●	●	●																								
Pěnosilikátové stavební materiály			40-80																																			
Sandvičové materiály, plexiskla			20-70																																			
Vatované desky z papíru a textilu			45-70									●	●	●	●																							
Plasty			20-60											○																								
Tvrdá pryž			5-15																																			
Hliníkové profily a neželezné kovy			30-70																																			

Název: Materiály na bázi dřeva

Autoři: Ing. Martin Böhm, Ph.D.

Ing. Jan Reisner, Ph.D.

Ing. Jan Bomba, Ph.D.

Vydavatel: Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská, Katedra zpracování dřeva

Určeno: pro posluchače studijního oboru Dřevařství Fakulty lesnické a dřevařské, ČZU v Praze a dále pro architekty, designéry, návrháře nábytku a zájemce z řad široké odborné veřejnosti

Povoleno: Děkanátem Fakulty lesnické a dřevařské

Elektronická skripta – dostupné z: <http://drevene-materialy.fld.czu.cz>

Počet stran: 183

Vydání: první

Rok vydání: 2012

ISBN 978-80-213-2251-6