

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra zpracování dřeva



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**Mechanické a fyzikální vlastnosti
dřevotřískových desek**

Mechanical and physical properties of particleboards

Autor práce: Jakub Linek

Vedoucí práce: Ing. Martin Böhm, Ph.D.

Praha 2011



Fakulta lesnická
a dřevařská

Zadání bakalářské práce

Česká zemědělská univerzita v Praze
Katedra zpracování dřeva

Fakulta lesnická a dřevařská
Akademický rok: 2010/2011

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

student: Jakub Linek

obor: Dřevařství

Název tématu: Mechanické a fyzikální vlastnosti dřevotřískových desek

Název tématu v anglickém jazyce: Mechanical and physical properties of particleboards

Zásady pro vypracování:

1. Vytvoření časového harmonogramu zpracování BP.
2. Seznámení s uvedenou problematikou.
3. Formulace rozboru problematiky, určení vybraných vlastností a posuzovaných typů dřevotřískových desek (včetně modifikovaných).
4. Provedení literární rešerše a rozbor harmonizovaných norem.
5. Odevzdání práce v tištěné i elektronické podobě (součástí bakalářské práce je i abstrakt a klíčová slova v českém a světovém jazyce – angličtině).



Rozsah grafických prací: 10 – 20 str.

Rozsah průvodní zprávy: 30 – 50 str.

Seznam odborné literatury:

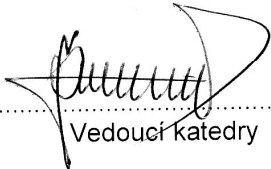
1. Babiak, M., Dubovský, J. (2001) Problémy z mechanických vlastností dřeva. Technická univerzita vo Zvolene.
2. Hrázský, J., Král, P. (2007) Kompozitní materiály na bázi dřeva – Část I a Část II. MZLU Brno.
3. Matovič, A. (1993) Fyzikální a mechanické vlastnosti dřeva a materiálů na bázi dřeva. Vysoká škola zemědělská, Brno.
4. Kollmann, F. P., Kuenzi, E. W., Stamm, A. J. (1975) Principles of Wood Science and Technology II – Wood Based Materials. Springer-Verlag, Berlin.
5. Příslušné normy ČSN a EN.
6. Webové stránky a technické listy výrobců.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Martin Böhm, Ph.D.

Konzultant bakalářské práce:

Datum zadání bakalářské práce: 11. 5. 2010

Termín odevzdání bakalářské práce: 30. 4. 2011


Vedoucí katedry





Děkan

V Praze dne

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Mechanické a fyzikální vlastnosti dřevotřískových desek“ vypracoval samostatně a použil jsem jen literárních zdrojů, které cituji a uvádím v přiložené bibliografii.

V Praze dne 20. 4. 2011

.....

Jakub Linek

Poděkování

Touto cestou bych velice rád poděkoval Ing. Martinu Böhmovi, Ph.D. za jeho ochotnou pomoc a rady při zpracovávání této bakalářské práce.

Abstrakt

Bakalářská práce „Mechanické a fyzikální vlastnosti dřevotřískových desek“ ve své první části pojednává o historii výroby dřevotřískových desek, jejich struktuře a základních typech modifikovaných dřevotřískových desek, dále o výrobním postupu dřevotřískových desek a důležitých chemických látkách používaných při výrobě. Druhá část seznamuje s fyzikálními a mechanickými vlastnostmi sledovanými u dřevotřískových desek, způsoby jejich zjišťování podle platných technických norem a uvádí pro každou sledovanou vlastnost souhrn faktorů, které ji ovlivňují. Součástí práce je tabulková příloha shrnující normované požadavky na základní typy dřevotřískových desek.

Klíčová slova: dřevotřískové desky, navlhavost, bobtnání, pevnost v ohybu, modul pružnosti v ohybu, pevnost v tahu kolmo k rovině desky

Abstract

The first part of the bachelor thesis "Mechanical and physical properties of particleboards" deals with the history of producing particleboards, their structure, basic types of modified particleboards and important chemical substances used by their manufacturing. The second part introduces physical and mechanical properties monitored by particleboards, ways of their determination according to valid technical standards and presents list of factors that influence every monitored feature. The thesis encloses charts summarizing standardized requirements for basic types of particleboards.

Keywords: particle boards, absorption, swelling, modulus of rupture, modulus of elasticity, tensile strength perpendicular to board plane

1.	ÚVOD	1
2.	AGLOMEROVANÉ MATERIÁLY	2
2.1	PŘEDNOSTI VELKOPLOŠNÝCH AGLOMEROVANÝCH MATERIÁLŮ	2
2.2	NEDOSTATKY VELKOPLOŠNÝCH AGLOMEROVANÝCH MATERIÁLŮ	2
3.	DEFINICE DŘEVOTŘÍSKOVÝCH DESEK	2
3.1	ROZDĚLENÍ TŘÍSKOVÝCH DESEK PODLE ČSN EN 309 – 2005	3
4.	STRUKTURA DŘEVOTŘÍSKOVÝCH DESEK	4
4.1	POUŽITÍ DŘEVOTŘÍSKOVÝCH DESEK	5
5.	MODIFIKOVANÉ DŘEVOTŘÍSKOVÉ DESKY	5
5.1	OHÝBATELNÉ DESKY RECOFLEX	5
5.2	PROTIPOŽÁRNÍ DESKY GRENAMAT	6
5.3	CEMENTOTŘÍSKOVÉ DESKY	6
6.	VÝVOJ VÝROBY TŘÍSKOVÝCH DESEK	7
7.	OBECNÝ ZPŮSOB VÝROBY TŘÍSKOVÝCH DESEK	9
7.1	VSTUPNÍ SUROVINA	9
7.2	ODKORNĚNÍ DŘEVNÍ HMOTY	10
7.3	VÝROBA TŘÍSEK	11
7.4	SUŠENÍ TŘÍSEK	13
7.5	TŘÍDĚNÍ TŘÍSEK	14
7.6	DOMÍLÁNÍ TŘÍSEK	14
7.7	NANÁŠENÍ LEPÍCÍ SMĚSI	15
7.8	VRSTVENÍ TŘÍSKOVÉHO KOBERCE	16
7.9	LISOVÁNÍ	16
7.10	CHLAZENÍ A KONDICIONOVÁNÍ	17
7.11	DOKONČOVÁNÍ	18
8.	CHEMICKÉ LÁTKY POUŽÍVANÉ PŘI VÝROBĚ DŘEVOTŘÍSKOVÝCH DESEK	18
8.1	LÉPIDLA	18
8.2	HYDROFOBIZAČNÍ PROSTŘEDKY	19
8.3	BIOCIDNÍ PROSTŘEDKY	19
8.4	RETARDÉRY HOŘENÍ	19
9.	ZJIŠŤOVÁNÍ MECHANICKÝCH A FYZIKÁLNÍCH VLASTNOSTÍ	20
9.1	ODBĚR VZORKŮ, NAŘEZÁVÁNÍ ZKUŠEBNÍCH TĚLES, VYJÁDRĚNÍ VÝSLEDKŮ	20
9.1.1	<i>Požadavky na zkušební tělesa</i>	<i>21</i>

9.1.2	Vyjádření výsledků	21
10.	FYZIKÁLNÍ VLASTNOSTI SLEDOVANÉ U DŘEVOTŘÍSKOVÝCH DESEK	21
10.1	VLHKOST	21
10.1.1	Zjišťování vlhkosti	22
10.2	NAVLHAVOST	22
10.2.1	Stav vlhkostní rovnováhy	22
10.2.2	Stanovení rozměrových změn v závislosti na změnách relativní vlhkosti vzduchu	24
10.3	NASÁKAVOST	24
10.4	BOBTNÁNÍ	24
10.4.1	Stanovení bobtnání po uložení ve vodě	25
10.4.2	Stanovení odolnosti proti vlhkosti	25
10.4.3	Vliv některých činitelů na sorpční vlastnosti dřeva	25
10.4.4	Vliv některých činitelů na sorpční vlastnosti dřevotřískových desek	26
10.5	HUSTOTA	30
10.5.1	Průměrná hustota	30
10.5.2	Zjišťování hustoty	30
10.5.3	Plošná hustota	31
10.5.4	Příčný hustotní profil	31
10.5.4.1	Vliv některých činitelů na tvorbu příčného hustotního profilu	32
10.6	OBSAH A ÚNIK FORMALDEHYDU	34
10.6.1	Zjišťování obsahu formaldehydu	35
10.6.2	Stanovení úniku formaldehydu	36
10.6.3	Faktory ovlivňující uvolňování formaldehydu	36
11.	MECHANICKÉ VLASTNOSTI SLEDOVANÉ U DŘEVOTŘÍSKOVÝCH DESEK	37
11.1	PEVNOST V OHYBU, MODUL PRUŽNOSTI V OHYBU	37
11.1.1	Zjišťování modulu pružnosti v ohybu a pevnosti v ohybu	39
11.1.2	Faktory ovlivňující pevnost v ohybu a modul pružnosti v ohybu	40
11.2	PEVNOST V TAHU KOLMO NA ROVINU DESKY	45
11.2.1	Stanovení pevnosti v tahu kolmo na rovinu desky	45
11.2.2	Faktory ovlivňující pevnost v tahu kolmo na rovinu desky	45
11.3	ODPOR PROTI VYTAŽENÍ SPOJOVACÍCH PROSTŘEDKŮ	48
11.3.1	Stanovení odporu proti vytažení spojovacích prostředků	49
11.3.2	Faktory ovlivňující odpor proti vytažení spojovacích prostředků	49
12.	NORMY POŽADAVKŮ NA TŘÍSKOVÉ DESKY	50
12.1	TŘÍSKOVÉ DESKY – POŽADAVKY EN 312	50
12.2	VÝTLAČNĚ LISOVANÉ TŘÍSKOVÉ DESKY – POŽADAVKY ČSN EN 14755	50

12.3	CEMENTOTŘÍSKOVÉ DESKY – SPECIFIKACE – ČÁST 1: VŠEOBECNÉ POŽADAVKY ČSN EN 632 – 1	50
12.4	CEMENTOTŘÍSKOVÉ DESKY – SPECIFIKACE – ČÁST 2: POŽADAVKY NA DESKY POJENÉ PORTLANDSKÝM CEMENTEM PRO POUŽITÍ V SUCHÉM, VLHKÉM A VENKOVNÍM PROSTŘEDÍ ČSN EN 632 – 1	50
13.	ZNAČENÍ DESEK	51
14.	ZÁVĚR.....	52
	SEZNAM LITERATURY	54
	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	58
	SEZNAM GRAFŮ	58
	SEZNAM TABULEK	59
	SEZNAM PŘÍLOH	60
	PŘÍLOHY.....	I

1. Úvod

Dřevo patří k nejstarším materiálům, které se lidstvo naučilo používat už v počátcích své existence. Vyznačuje se velmi širokým spektrem použití, dobrými tepelně izolačními vlastnostmi, odolností proti chemikáliím, lehkou opracovatelností a manipulovatelností. Avšak dřevo v přírodním stavu má i několik nevýhod, rozdílnou pevnost v podélném a příčném směru, růstové vady, rozměrovou nestálost vlivem působení vlhkosti.

Některé z těchto nežádoucích vlastností překonávají velkoplošné materiály na bázi dřeva, přičemž většinu kladných vlastností přírodního dřeva si uchovávají. Velmi prudký rozvoj v průběhu posledních čtyřiceti let je zapříčiněn především potřebou homogenních materiálů pro průmyslovou výrobu a výstavbu. Dřevotřískové desky jsou díky příznivému poměru ceny a užitných vlastností jedním z nejdůležitějších a nejvíce používaných aglomerovaných materiálů. [Hrázský, Král, 2007]

Z počátku se vyráběl jen jeden druh desek. V dnešní době je již k dispozici široká paleta výrobků určených svojí konstrukcí a vlastnostmi pro různá použití a prostředí. Vedle běžných dřevotřískových desek spojených syntetickými pryskyřicemi vznikly desky spojené minerálními pojivy, nebo desky, v nichž je část podílu dřevních třísek nahrazena jinými materiály, což výrazně modifikuje jejich vlastnosti a možnosti použití.

Aby bylo možno odpovídajícím způsobem tuto materiálovou základnu využít, je nutné dokázat určit základní mechanické a fyzikální vlastnosti dřevotřískových desek ovlivňující daný účel použití. Při řízení procesu výroby desek je rozhodující správně nastavit a kombinovat jednotlivé materiálové a technologické faktory ovlivňující výsledné vlastnosti vyrobených desek.

Význam dřevotřískových desek a ostatních aglomerovaných materiálů spočívá kromě rozšíření materiálové základny pro stavebnictví, nábytkářství a další výrobní odvětví, v úplném zhodnocení dřevní suroviny. Ve výrobě dřevotřískových desek je možno zpracovat i méně hodnotnou dřevní hmotu, která by jinak byla využitelná pouze energeticky. Taktéž je možno do podoby kvalitního produktu přeměnit dřevní hmotu pocházející z výrobků po konci jejich životnosti. [Hrázský, Král, 2007]

2. Aglomerované materiály

Dřevotřískové desky patří mezi aglomerované materiály. „Takto označujeme výrobky z dřevních nebo jiných lignocelulózových částic získaných dezagregací rostlinného materiálu a jeho opětovnou rekonstitucí pomocí lepících, hydrofobizačních, případně dalších přísad za působení tlaku a teploty na výrobky požadovaných konečných vlastností.“ [Hrázský, Král, 2007]

2.1 Přednosti velkoplošných aglomerovaných materiálů

- velkoplošnost
- izotropnost a homogenní struktura bez přírodních vad
- široký sortiment (hustota, tloušťka, pevnost, speciální povrchové úpravy)
- příznivé mechanické vlastnosti vzhledem ke své hustotě
- nízká tepelná vodivost
- dobré akustické vlastnosti
- možnost lepení a spojování klasickými spojovacími prostředky
- vhodnost pro různé povrchové úpravy
- nízké nároky na kvalitu vstupní suroviny [Hrázský, Král, 2007]

2.2 Nedostatky velkoplošných aglomerovaných materiálů

- nižší „atraktivita“ v porovnání s masivním dřevem
- diskutované emise škodlivých látek
- u některých typů menší odolnost proti povětrnostním vlivům [Hrázský, Král, 2007]

3. Definice dřevotřískových desek

Podle ČSN EN 309 jsou třískové desky materiál formovaný lisováním za tepla z malých dřevních částic (třísek, hoblin, pilin apod.) s přídavkem lepidla.

3.1 Rozdělení třískových desek podle ČSN EN 309 – 2005

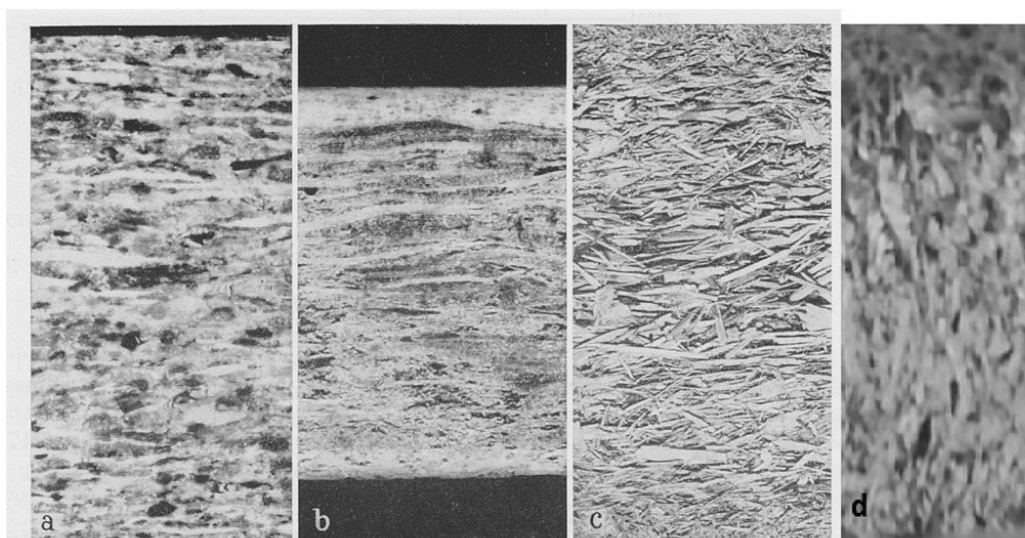
- **Podle způsobu výroby**
 - plošně lisované
 - lisované válci
 - výtlačně lisované: a) plné
b) vylehčené (s otvory)
- **Podle úpravy povrchu**
 - surové (nebroušené)
 - broušené nebo egalizované
 - povrchově upravené (nátěry laky)
 - povrchově upravené nalisováním pevného materiálu (dýha, fólie, dekorační papír apod.)
- **Podle tvaru**
 - rovné
 - s profilovaným povrchem
 - s profilovanými boky
- **Podle tvaru a velikosti částic**
 - třískové desky
 - deska z velkoplošných třísek (WAFERBOARD)
 - desky z orientovaných plochých třísek (OSB)
 - desky z jiných částic (např. pazdeří)
 - multifunkční panely (MFP)
- **Podle struktury desky**
 - jednovrstvé
 - vícevrstvé
 - s plynulou změnou struktury (gradientově vrstvené desky)
 - výtlačně lisované vylehčené desky
- **Podle účelu použití dle ČSN EN 312 – 2004**
 - P1 desky pro všeobecné účely pro použití v suchém prostředí
 - P2 desky pro vnitřní zařízení (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
- **Podle množství obsahu volného formaldehydu dle ČSN EN 312 – 2004**
 - E 1 s obsahem formaldehydu do 8 mg/100 g a.s. třískových desek (0,08 ppm)
 - E 2 s obsahem formaldehydu do 8–30 mg/100 g a.s. třískových desek (0,08–0,3 ppm)
 - E 3 s obsahem formaldehydu do 30–60 mg/100 g a.s. třískových desek (0,3–0,6 ppm)

4. Struktura dřevotřískových desek

„Vlastnosti jakéhokoliv materiálu jsou určovány především jeho strukturou. U třískových desek můžeme analogicky jako u masivního dřeva nalézt rozdíly v makro i mikrostruktuře.“ Rozhodující význam pro vlastnosti třískových desek má jejich makrostruktura. Pod makrostrukturou rozumíme morfologické vlastnosti strukturálních elementů (dřevních částic), a jejich prostorové uspořádání, včetně orientace částic a struktury vrstev kolmo na rovinu koberce. „Třískové desky mohou být označeny jako trojrozměrná, porézní síť z křížících se a překrývajících se dřevních částic. Fixování částic se děje pomocí bodových lepidlových můstků.“ [Hrázský, Král, 2007]

Obr. 1 Struktura dřevotřískových desek kolmo k rovině desky



a) jednovrstvá plošně lisovaná TD; b) třívrstvá plošně lisovaná TD; c) gradientově vrstvená plošně lisovaná TD; d) výtlačně lisovaná TD

[Kollmann, a kol., 1975]

4.1 Použití dřevotřískových desek

Díky nízké ceně (surové desky 60–90 Kč/m², laminované 130–300 Kč/m²) se dřevotřískové desky staly oblíbeným a celosvětově rozšířeným materiálem. Nejčastější je využití dřevotřískových desek pro nábytkářskou výrobu (především laminovaných), ale lze je využít na řadu dalších výrobků. Ze surových desek se vyrábí neviditelné dílce čalouněného nábytku, na levný bytový nábytek se používají desky s fóliemi z plastů a lakovaného papíru, dýhované se používají na výrobu kvalitního bytového nábytku. Laminované desky s velmi odolným povrchem, se používají na koupelňový, kuchyňský a kancelářský nábytek. Taktéž je možné použití na různé druhy obalů, podlahy, atd. [Reisner, Böhm, 2010]

5. Modifikované dřevotřískové desky

5.1 Ohýbatelné desky Recoflex

Desky Recoflex vyvinula německá firma BSW GmbH. Recoflex je vyráběn plošným lisováním, je možno jej následně ohýbat ve všech směrech a to jak zalisováním, tak ručně. Fixace v ohnutém stavu se provádí opláštěním dýhou, tenkou překližkou, MDF, atd. Představuje materiál pro nábytkářský průmysl a pro tvorbu interiérů. Je vyráběn v tloušťkách 3 až 30 mm. Skládá se zhruba ze stejného podílu dřevního, korkového a latexového granulátu a polyuretanového pojiva. Je vyráběn z 95 % obnovitelných, stále rostoucích surovin. Předností Recoflexu je jeho bezproblémová recyklovatelnost a minimální obsah volného formaldehydu. [www.berleburger.com]

Vlastnosti desek udávané výrobcem uvádí tabulka 10. v části přílohy.

Obr. 2 Příklad použití desek Recoflex



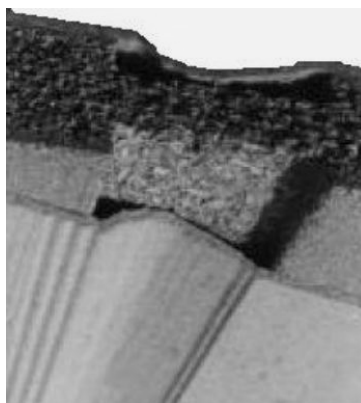
[www.berleburger.com]

5.2 Protipožární desky GRENAMAT

Stavební desky GRENAMAT jsou určeny k ochraně stavebních konstrukcí před požárem jako zavěšené podhledy, dělicí stěny, výplně ocelových požárních uzávěr, atd. Dodávají se ve třech provedeních: GRENAMAT AL je vyroben lisováním za tepla z expandovaného vermikulitu, reakce na oheň třída A1 (nehořlavé). GRENAMAT B ze směsi expandovaného vermikulitu, dřevních třísek a organických pojiv, reakce na oheň třída B (těžce hořlavé). GRENAMAT C je také vyroben ze směsi expandovaného vermikulitu a dřevních třísek a organických pojiv, ale s vyšším podílem dřevních částic, reakce na oheň třída C (středně hořlavé). Vzhledově jsou srovnatelné s běžnými dřevotřískovými deskami. Jsou zdravotně nezávadné, neobsahují azbest, minerální nebo skleněná vlákna. Jsou tvarově stálé i při působení vysokých teplot. Desky lze opracovávat běžnými dřevoobráběcími nástroji, brousit, řezat, frézovat, vrtat, sponkovat, přibíjet bez předvrtání. [www.grena.cz]

Vlastnosti desek udávané výrobcem uvádí tabulka 11 v části přílohy.

Obr. 3 Dveře s protipožární výplní z desky GRENAMAT



[www.grena.cz]

5.3 Cementotřískové desky

„Cementotřískové desky jsou vyrobeny plošným lisováním z dřevních částic pojených hydraulickým cementem a možných přísad“. Nejčastěji se jako pojivo používá hydraulický cement (portlandský, hutní, hlinitanový, železoportlandský). Ten vytvrzuje vázáním vody a tvoří vodovzdorné pojivo. Z domácích dřevin jsou nejvhodnější smrk, jedle, topol. Borovici je možno použít až po zvětrání pryskyřic, ostatní dřeviny obsahující extraktivní látky nad 0,15 % se nehodí, inhibují tvrdnutí cementu. [Hrázský, Král, 2007]

Desky pojené hydraulickým cementem jsou odolné proti vodě, dřevokaznému hmyzu a houbám. Při vyšším podílu cementu dosahují třídy reakce na oheň A2. Používají se jako

plášťovací materiály rámových staveb, suché fasády, v konstrukci podlah, jako ochrana konstrukcí před požárem atd. [www.cetris.cz]

V České republice vyrábí cementotřískové desky firma CIDEM v Hranicích na Moravě pod obchodním názvem CETRIS. Základní vlastnosti desek uvádí tabulka 12 v části přílohy.

6. Vývoj výroby třískových desek

Z dostupných literárních pramenů není možné jednoznačně určit začátek historie dřevotřískových desek. Taktéž není jednoduché zjistit původce prvotních myšlenek a pokusů. První významnější pokusy se uskutečnily v 30. až 40. letech minulého století. Začátek skutečné průmyslové výroby DTD spadá do 50. až 60. let minulého století. Stoupající trend výroby tohoto materiálu, který svou dynamikou, zejména v Evropě, překonal výrobu všech ostatních velkoplošných dřevěných materiálů, se zachoval až do roku 1975, kdy došlo k zmírnění růstu objemu světové výroby. [Štefka, 2006]

1877 - Spis Hubbard „Zužitkování dřevěného odpadu“ jako první zaznamenaná zmínka o vzniku myšlenky dřevotřískových desek.

1905 - US patent, Watson (USA) „Flakeboard“ - výroba

1918 - Beckmann (D) a v roce 1926 Freudenberg (D) Přišli se stejnou myšlenkou, když navrhovali lisovat piliny nanesené lepidlem na deskové materiály.

1933 - Nevin (USA), Antoni (FR) a roku 1935 Satov (JP), navrhovali využití dřevěného odpadu podobným způsobem.

1935 - Bylo vynalezeno první zařízení na výrobu tenkých dřevotřískových desek o hustotě 1200 až 1300 kg/m³ firmou Farley and Loetscher Manufacturing Co., Dubuque (Iowa) z třísek domletých na kladivových mlýnech a smíchaných s fenolformaldehydovým (PF) lepidlem.

1936 - US patent Carson (USA) pojednává o zpracování pilin na dřevotřískové desky.

1936 - Čsl. Patent F. Pfohl (ČSR) pojednává o dřevotřískových deskách jednovrstvých a vícevrstvých střední hustoty. Tento návrh se považuje za základ pozdějšího rozmachu průmyslové výroby.

1938 - Firma Dyas (ČSR) začala na základě patentu F. Pfohla s pokusnou výrobou, která však po roce a půl provozu byla v důsledku válečných událostí přerušena. Výroba se přeorientovala na letecké překližky.

- 1939 - Firma Torfit – Werke, G. A. Haseke, Bremy (D) na základě vlastních vývojových prací zahájila výstavbu nového závodu.
- 1940 - Fahrni (CH) německý patent na výrobu TD (Fahrni – Novopan)
- 1941 - Závod Torfit – Werke začal vyrábět 10 tun fenolických desek denně.
- 1943 - Německý patent Fahrni (CH), od kterého se odvodila výroba DTD Novopan.
- 1944 - Závod na TD ve Švýcarsku podle Fahrniho patentu. Fahrni jako první poukázal na souvislosti mezi lepením třísek, kvalitou třísek, hustotou desek a jejich vlastnostmi a navrhl moderní pevné lehké dřevotřískové desky o nízké hustotě 600 kg/m^3 , kterých střední vrstvu tvořily drobné drobné třísky a povrchovou vrstvu tenké plošné speciálně vyrobené třísky. Tak vznikly desky Novopan.
- 1944 - První americké závody na výrobu DTD ve Willmingtonu, a v North Sacramente.
- 1948 - Poválečné znovu vybudované závody na DTD, byly hlavně v Německu. Firma Üdostholz GmbH Co., později Deutsche Novopan GmbH Co KG v Göttingene a Nord-deutschen Holzverwertung GmbH v Triangelu a následně Triangel-Holzspanplattenwerke (D). [Štefka, 2006]

V druhé polovině čtyřicátých let, hlavně však v padesátých letech, se začal i systematický výzkum DTD. Jeho zakladatelem byl Wilhelm Klauditz. Společně se svými spolupracovníky v jím založeném ústavu v Braunschweigu, dnes Wilhelm Klauditz Institut (WKI), se začal zabývat podrobnějším a systematictější výzkumem faktorů a souvislostí určujících kvalitu desek. Tím přispěl k nasměrování dalšího rozvoje a výroby nové progresivní technologie DTD. [Štefka, 2006]

V historii DTD je možno období od vzniku myšlenky až po čtyřicátá léta označit za období zrodu a dozrávání nápadu. Další období, kterým výroba DTD nabyla průmyslového charakteru, tj. od přelomu 40. až 50. let dělí [Glunz, 1990] na následující fáze :

1. fáze - fáze pionýrská, roky 1950 až 1960
2. fáze - fáze expanzní, roky 1960 až 1970 (s tendencí až do r.1975)
3. fáze - fáze konsolidační, která si charakteristické rysy zachovává v podstatě do současnosti. [Štefka, 2006]

Je potěšitelné, že už v první fázi, kdy se začaly dřevotřískové desky průmyslně vyrábět, patřilo tehdejší Československo k průkopnickým státům v realizaci této technologie.

V roce 1949 byla zahájena výroba dřevotřískových desek pod názvem Bukas v Bučíně Zvolen. Bučina byla současně prvním závodem na světě, ve kterém se dřevotřískové desky vyráběly

z tvrdého listnatého dřeva. Závod vyráběl převážně trojvrstvé TD s UF lepidlem „Burcol“ pro nábytkářské účely, ale i vodovzdorné desky s xylenol-formaldehydovým lepidlem „Buxycol“ pro použití ve stavebnictví. [Štefka, 2006]

I ve vývoji nových technologií vykazovaly práce a výsledky našich pracovníků progresivní trendy. Dokladem toho jsou např. výzkumné práce ŠVÚD Bratislava z druhé poloviny 60. let, které byly zaměřené na výzkum orientovaných TD. Na základě těchto výsledků se v první polovině 70. let ověřovala v Oravském Podzámku výroba třívrstvých TD kombinovaných s orientovanými povrchovými třískami a neorientovanými třískami – pilinami v střední vrstvě. Tento nadějný výsledek výzkumu se však pro nedostatečnou podporu a malou operativnost strojírenského průmyslu nepodařilo realizovat do průmyslové výroby a po čase se od dalšího úsilí upustilo. [Štefka, 2006]

Nadějný start, ale i další rozvoj tohoto průmyslu u nás byl přerušen v roce 1953 požárem a výroba v Bučině byla na delší období přerušena. Je zapotřebí též uvést, že prvním průmyslovým závodem v bývalé Československé republice v té době patřil i závod na výrobu pilinových desek „Jespil“ v Rejholticích na severní Moravě. [Štefka, 2006]

Zmírnění nárůstu světové výroby DTD od roku 1975 nastalo vyrovnáním poptávky a nabídky klasických DTD, hlavně v oblasti nábytkářského průmyslu a ve stavebnictví. Už na konci 2. fáze expanze, ale hlavně ve fázi konsolidace se začala výrazně prosazovat diferenciací DTD, především se zřetelem na použití desek. Zvýšení kvality bylo možné v mnoha případech dosáhnout jen na základě nových vstupních surovin, především pomocných látek, ale také zdokonalením techniky a technologie výroby DTD, zaváděním nových výkonnějších strojních zařízení, měřicí a regulační techniky. V rozvoji průmyslu aglomerovaných materiálů stále více výrobce zavazují ekologické aspekty a nevyhnutelnost respektovat zpřísnující se hygienické normy a závazné předpisy. [Štefka, 2006]

7. Obecný způsob výroby třískových desek

7.1 Vstupní Surovina

Pro výrobu třískových desek lze použít dřevo všech dřevin vyskytujících se ve střední Evropě, méně hodnotné lesní sortimenty, průmyslový odpad, recyklované dřevo. „Pro výrobu dřevotřískových desek je možno použít mnoho dřevin, ale přednostně by měly být používány

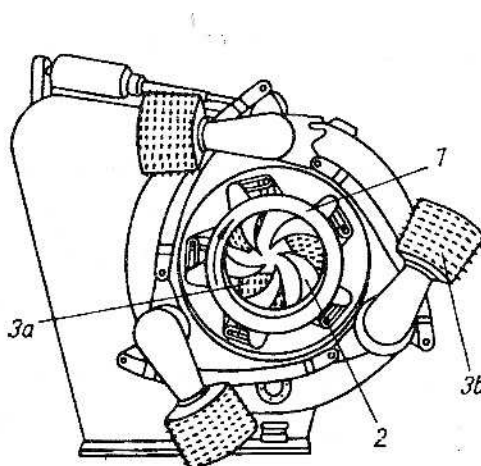
dřeviny, jejichž hustota leží v rozmezí 350–700 kg/m³. Menší hustoty výchozí dřevní hmoty vyvolávají pokles pevnostních vlastností dřevotřískových desek. Při použití dřevin o velmi vysoké hustotě se musí hustota desek enormně zvyšovat pro dosažení požadovaných vlastností a uzavřených hran desek.” [Hrázský, Král, 2003 I]

7.2 Odkornění dřevní hmoty

Povrchové vrstvy trojvrstvých a vícevrstvých dřevotřískových desek by v zásadě měly být vyrobeny z odkorněné dřevní hmoty. „Kůra obsahuje značné množství minerálních příměsí, které otupují nástroje sekacích a roztřískovacích strojů. Dále přítomnost kůry v třískových deskách snižuje fyzikální a mechanické vlastnosti hotových desek a je-li kůra přítomna v povrchových vrstvách, dochází k problémům při jejich povrchových úpravách.” Pro středové vrstvy se připouští maximálně 20 hmotnostních procent kůry. [Hrázský, Král, 2007]

Pro odkornění suroviny malých a rozdílných průměrů, nebo při větších množstvích zakřivené suroviny jsou vhodné bubnové odkorněvače. Pro surovinu s konstantními průměry je možno využít rotorových odkorněvačů – dosahují vyššího stupně odkornění než bubnové odkorněvače. [Kollmann, a kol., 1975]

Obr. 4 Rotorový odkorněvač Cambio



1 – rotor s nožovými nástroji, 2 – řezné nástroje, 3a – posuvné válce na vstupní straně, 3b – posuvné válce na výstupní straně

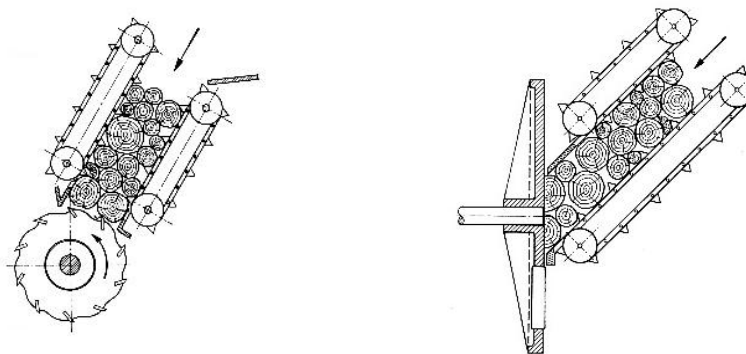
[Štefka, 2006]

7.3 Výroba třísek

Výroba třísek probíhá jednostupňovým či dvoustupňovým způsobem. Jednostupňové roztřískování se používá pro zpracování rovnaného průmyslového dříví, dvoustupňové především pro druhotné zdroje (odpadní průmyslové dřevo, sekundární lesní zdroje). [Hrázský, Král, 2007]

- **Válcový roztřískovač** – Materiál je do sekačky přisunován pomocí pásového nebo válečkového dopravníku konstantní rychlostí. Horní válce se pomocí vahadlového systému automaticky přizpůsobují tloušťce přisouvané suroviny. Délka třísek se vymezuje nářezávacími nožíky. Tloušťka třísky je nerovnoměrná, je ovlivněna počtem nožů na frézovací hlavě, otáčkami nožové hlavy a rychlostí posuvu materiálu. V bubnu sekačky se nachází robustní protinuž, který slouží k dokonalé dezintegraci dřevní hmoty při procesu sekání. [Hrázský, Král, 2003 II]
- **Diskový roztřískovač** – Nože jsou upevněny v disku tak, že vyčnívají z boční plochy kotouče a jejich ostří je orientováno přibližně po poloměru. Tloušťka třísky je rovnoměrná a je dána velikostí vyčnívání nože z roviny disku. Délka třísky je dána vzdáleností nářezávacích nožů od sebe ve směru ostří nože. Přísun suroviny je zabezpečen buď samospádem nebo podávacími válci. Délka štěpek závisí na přečnávání nože, tloušťka štěpky na úhlu ostří nože a na vlhkosti dřeva. [Hrázský, Král, 2003 II]

Obr. 5 Vlevo válcový roztřískovač, vpravo diskový roztřískovač

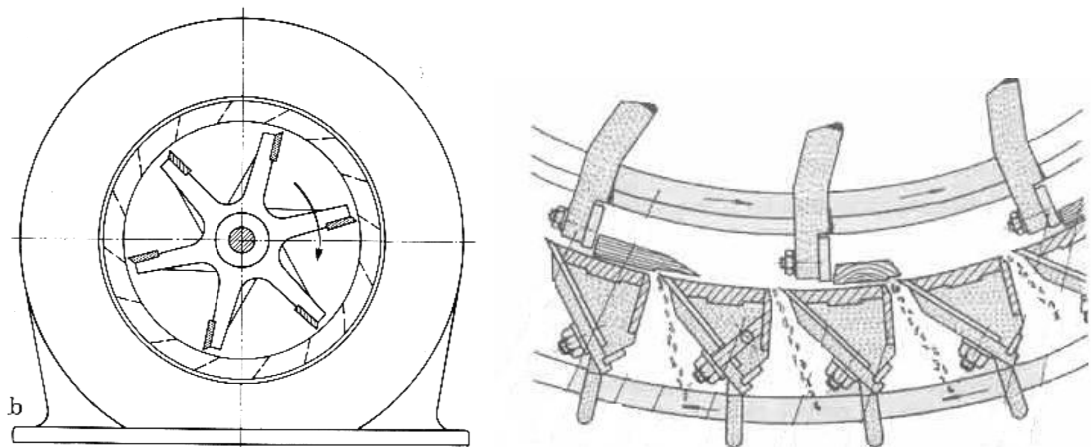


[Kollmann, a kol., 1975]

- **Prstencový roztřískovač** – Nedostatek dřevní suroviny, zejména rovnaného průmyslového dříví, a tím nutnost zpracování různých méně hodnotných lesních sortimentů a odpadů, vedl k vývoji dvoustupňových technologií výroby třísek. V prvním stupni se vyrábějí z různých druhů odpadních dřevních sortimentů štěpky, ve druhém stupni se tyto štěpky roztřískují na prstencových (věncových) roztřískovačích na třísky.

„V těchto strojích jsou štěrky vrhány odstředivou silou lopatkovým kolem na ostří nožů umístěných na prstenci, který se otáčí protisměrně. Štěpky se dostávají k nožům v různé poloze, nelze tedy jednoznačně charakterizovat model řezání. Vzniká zde možnost tangenciálního a podélného modelu řezání. Tloušťka třísky je dána mírou vysunutí nožů za vnitřní obvod nožového prstence (které musí být menší, než je vzdálenost mezi vnitřním obvodem prstence a lopatkami lopatkového rotoru) a šířkou štěrbin mezi ostřím a hřbetovou hranou držáků nožů.” Kvalita vyrobených jehlicovitých třísek je horší než při jednostupňovém roztřískování. Vzniká i větší množství drobné frakce. V současnosti se již prstencové roztřískovače používají i při jednostupňové výrobě. V tomto případě se jedná o tangenciální řez a vznikají tak kvalitní třísky. [Hrázský, Král, 2003 II]

Obr. 6 Prstencový roztřískovač

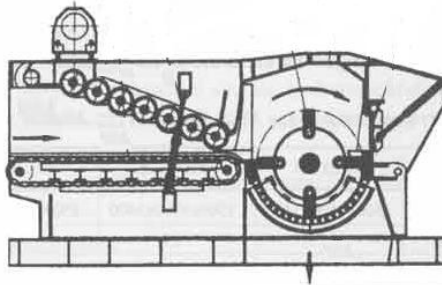


[Kollmann, a kol., 1975], [Hrázský, Král, 2007]

- **Bežnožový roztřískovač (drtič)** – Vzhledem ke krátké životnosti roztřískovacích nožů hřídelových i prstencových roztřískovačů (minerální a kovové příměsi) se v poslední době objevily na trhu tzv. bežnožové roztřískovače. „Bežnožový roztřískovač pracuje spoluúčinkem vtahovacího zařízení, úderných nástrojů, nárazových lišt a třídících sít posuvně upevněných za vzniku nepatrného tření. Systém pracuje s jednoduchými, ale robustními nástroji. Bežnožový systém roztřískování dezagreguje materiál převážně rovnoběžně s vlákny bez jejich poškození. Má rozsáhlé použití jak při roztřískování mokrých, tak suchých materiálů. Vzhledem k vysoké kvalitě třísek (zejména paralelita vláken) se dosahuje výborných vlastností třískových desek.” Bežnožový roztřískovač je vhodný pro dezintegraci mokrých štěpek, mokrého odpadu z frézování, drobného kusového odpadu suchého a mokrého, suchých pilin a hoblin, štěpek z recyklovaného dřeva, zelených štěpek mokrých, tyčoviny, dřeva z probírek, krajín, starého polámaného

dříví a zbytků desek, kůry apod. Specifická spotřeba elektrické energie na tunu vyrobených třísek je velmi nízká. [Hrázský, Král, 2003 II]

Obr. 7 Beznožový roztřískovač (drtič)

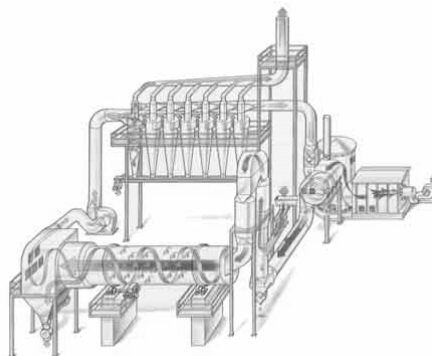


[Hrázský, Král, 2007]

7.4 Sušení třísek

Vlhkost třísek je rozhodujícím faktorem výroby TD, rozhodujícím o kvalitě i o kapacitě výrobního zařízení. Vyšší vlhkost vyžaduje vyšší spotřebu tepelné energie na odpaření vody a prodlužuje lisovací cyklus. Lepicí směs proniká intenzivněji do vlhčích třísek, čímž dochází ke snižování pevnosti v tahu kolmo na rovinu desky. Zvýšená vlhkost třísek zapříčiňuje vznik trhlin a prasklin na třískových deskách při procesu lisování. Třísky jsou vysušovány v různých typech sušáren z počáteční vlhkosti 40–150 % na vlhkost 2–3 % u středových a 5 % u povrchových třísek. [Hrázský, Král, 2007]

Obr. 8 Jednocestná bubnová sušárna



[Hrázský, Král, 2007]

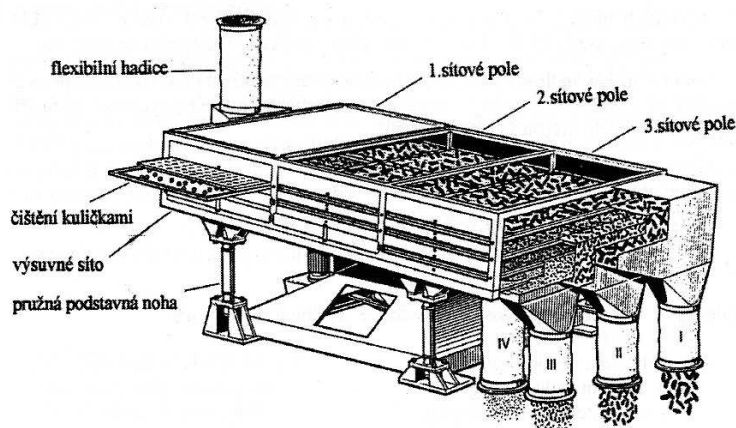
V současnosti se pro sušení třísek používají nejčastěji sušárny bubnové a tryskové, výjimečně proudové. Tyto sušárny mohou být vytápěny spalinami zemního plynu, topného oleje nebo mohou být vyhřívány spalinami z pálení dřevního prachu. Rovněž jsou možné kombinaci uvedených variant.

„Regulace sušících podmínek je automatická a je odvozována od výstupní teploty vzdušín vystupujících ze sušárny (140–170 °C). Sušení a pohyb třísek probíhá v uzavřeném vzduchotechnickém okruhu (bez přítomnosti vzduchu), který je na obou koncích ukončen rotačními uzávěry, odlučovačem a filtračním zařízením vzdušín vystupujících ze sušárny. Vlastní teplota sušení závisí na druhu sušené suroviny. Zejména na její vlhkosti, a pohybuje se v rozmezí 280–300 °C.” [Hrázský, Král, 2007]

7.5 Třídění třísek

Třídění třísek se provádí po operaci sušení. Třídí se společně vysušované jehlicovité třísky určené pro povrchové vrstvy (mikrotřísky) a lístkové třísky pro středové vrstvy, vícevrstvých třískových desek, hrubá frakce třísek na domílání a jemný podíl na spálení v sušárnách. [Hrázský, Král, 2007]

Obr. 9 Vibrační třídič

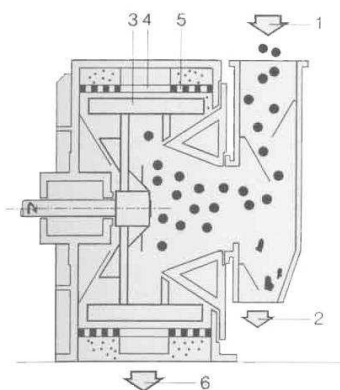


[Hrázský, Král, 2007]

7.6 Domílání třísek

Třískové desky určené pro nábytkářský průmysl se vyrábí s tzv. uzavřeným povrchem, který je tvořen mikrotřískami. Po vytřídění hrubých třísek se tyto domílají v domílacích mlýnech. Domílání se i za cenu vyšší tvorby prachu provádí z kapacitních i energetických důvodů až po vysušení třísek. [Hrázský, Král, 2007]

Obr. 10 Domílací mlýn s pneumatickým třídícím efektem



- 1 – pneumatický přívod materiálu
- 2 – odlučování těžkých částic
- 3 – lopatky rotoru
- 4 – otvor regulující proud vzduchu
- 5 – síto
- 6 – výstup třísek požadované frakce

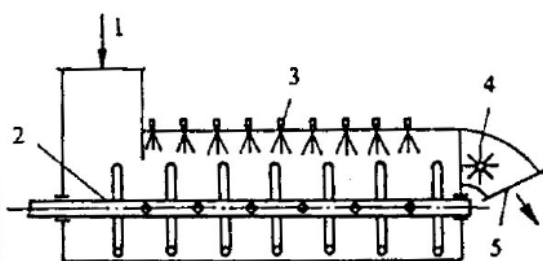
[Kollmann, a kol., 1975]

7.7 Nanášení lepicí směsi

„Nanášení lepicí směsi je jeden z rozhodujících úkonů při výrobě třískových desek, který rozhoduje nejen o vlastnostech výrobku, ale i hospodárnosti výroby a výrobních nákladech.”
[Hrázský, Král, 2007]

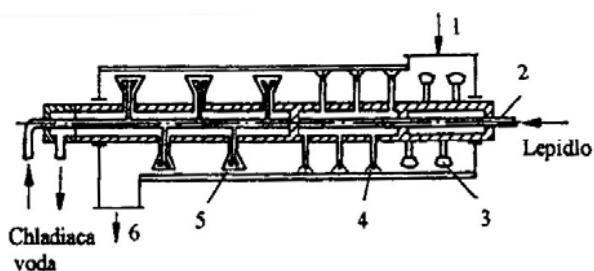
Nanášení se uskutečňuje stříkáním a otíráním. Nejmodernější zařízení využívají kombinaci obou principů. Výhoda stříkání spočívá rovnoměrném rozprášení po povrchu třísek, avšak při tomto způsobu jemné frakce pohlcují větší množství lepidlové směsi než větší frakce a nános je nerovnoměrný. Aby se dosáhlo rovnoměrnosti nánosu, vznikly v 70. letech prstencové nanášečky, využívající princip otírání. [Štefka, 2006]

Obr. 12 Schéma bubnové nanášečky typu Dreis



- 1 – vstup
- 2 – míchadlo
- 3 – trysky na lepidlo
- 4 – vyprazdňovací válec
- 5 – výstup

Obr. 11 Schéma rychloběžné prstencové nanášečky



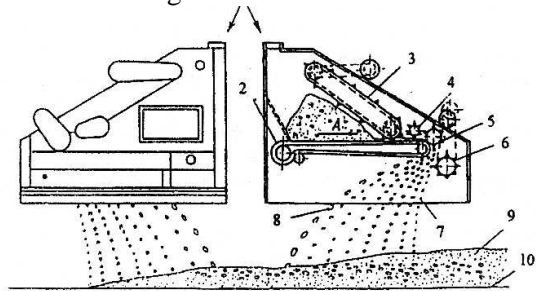
- 1 – vstup
- 2 – dutá hřídel
- 3, 5 – míchací lopatky
- 4 – nanášecí trny
- 6 – výstup

[Štefka, 2006]

7.8 Vrstvení třískového koberce

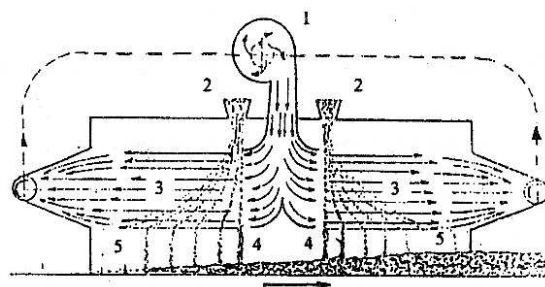
Vrstvení třískového koberce je finální operace přípravy směsi třísek, lepidla a dalších přísad před jejich slisováním do finálního výrobku. „Tato operace ovlivňuje rozhodujícím způsobem kvalitu TD, ekonomii výroby, konečnou skladbu, symetrii, tvarovou stálost, rovnoměrnost vlastností a tloušťku TD. Proto se tomuto technologickému úseku věnuje velká pozornost. U vrstvicích systémů je prvořadou otázkou zabezpečení přesnosti a rovnoměrnosti vrstvení.” [Hrázský, Král, 2007]

Obr. 14 Vrstvicí zařízení s mechanickou graduací třísek



- 1 – rozdělovač třísek
- 2 – spodní pás
- 3 – stírací pás
- 4 – egalizační válec
- 5 – stírací válec
- 6 – vrhací válec
- 7 – jemné třísky
- 8 – větší třísky
- 9 – třískový koberec
- 10 – plechový nebo sítový pás

Obr. 13 Pneumatické vrstvicí zařízení



- 1 – dmychadlo
- 2 – vrstvené třísky
- 3 – proud vzduchu
- 4 – větší třísky
- 5 – jemné třísky

[Štefka, 2006]

7.9 Lisování

Proces lisování završuje rekonstituci dřevních částí do podoby tuhého plošného výrobku, u kterého podstatnou měrou ovlivňuje jeho vlastnosti. Při lisování dochází ke zhuštění a vzájemné fixaci dřevních částic ve zhuštěném stavu. Vzhledem k tomu že se k pojení dřevních částic používají především termoreaktivní lepidla, musí se lisovaný koberec při lisování prohřát na teplotu vytvrzování lepidla. [Štefka, 2006]

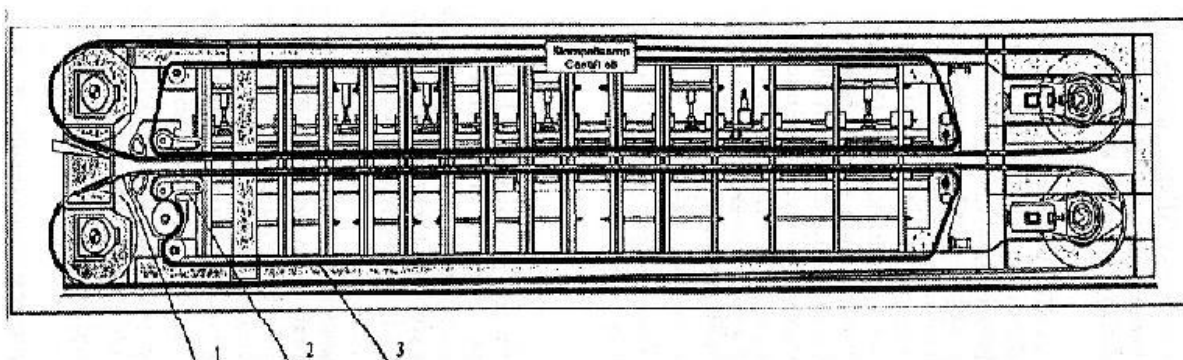
Lisovací zařízení tedy musí splnit následující požadavky:

- Zhuštění lisovaného koberce na stanovenou hustotu a dosažení tlaku potřebného pro dostatečné adhezní spojení lisovaných dřevních částic.
- Prohřátí lisovaného koberce na požadovanou teplotu s ohledem na vytvrnutí lepidla.
- Vytvrnutí lepidla a slepení dřevních částic do pevného kompaktního výrobku a odpaření přebytečné vody. [Štefka, 2006]

Specifický lisovací čas (lisovací faktor), tj. doba potřebná na vylisování 1 mm tloušťky desky, záleží na použitém lepidlu. Fenol-formaldehydová lepidla vyžadují tento čas v rozmezí 16–20 s/mm tloušťky desky. Při použití izokyanátového lepidla se pohybuje tento lisovací faktor do 10 s/mm [Hrázský, Král, 2007] .

Jako lisovací zařízení pro výrobu plošně lisovaných desek se používají lisy jednoetážové, víceetážové, a kontinuální. V dnešní době se prosazují především kontinuální lisy, které mnohem lépe vyhovují nárokům kladeným na rychlost a kvalitu produkce třískových desek.

Obr. 15 Kontinuální lis KontiRoll



1 – ocelový pás, 2 – vtahovací řetězy, 3 – válečkový řetěz přenášející teplo a tlak
[Hrázský, Král, 2007]

Pro výrobu pěchovaných desek pak slouží pístové zařízení, kterým se piliny nanesené lepidlem vtačují taktově do svíslé na 170–180 °C vyhřívané formy. Tam lepidlo kondenzuje a dolním vyústěním vychází nekonečný pás desky, který se zakracuje na požadovanou délku. Desky o tloušťce 8–22 mm se vyrábí jako plné, 23–50 mm jako vylehčené otvory. [Hrázský, Král, 2007]

7.10 Chlazení a kondicionování

Desky mají po opuštění lisu teplotu nad 100 °C s velkým tepelným spádem mezi středovými a povrchovými vrstvami. Při chlazení v hraních dochází k poklesu hodnot

fyzikálních i mechanických vlastností v důsledku částečné hydrolyzy UF lepidla, proto se desky pojené UF lepidly ochlazují v turniketech na teplotu cca 70 °C. Desky pojené PF pryskyřicí se naopak pomalejším chlazením v hraních dotvrzují. Před broušením je třeba desky kondicionovat za účelem vyrovnání vlhkostního spádu mezi povrchovými a středovými vrstvami desek. [Hrázský, Král, 2007]

7.11 Dokončování

Dokončování vylisovaných desek je závěrečnou fází výroby. Skládá se zpravidla z těchto operací:

- **Ořezávání** – Provádí se na automatických kotoučových pilách po ochlazení.
- **Tloušťková egalizace** – Nejčastěji se provádí na kontaktních širokopásových bruskách.
- **Třídění** – Na závěr jsou desky tříděny podle dovolených vad povrchu, hran a podle tloušťek. [Hrázský, Král, 2007]

8. Chemické látky používané při výrobě dřevotřískových desek

8.1 Lepidla

„Druhou nejdůležitější surovinou ve výrobě aglomerovaných materiálů jsou syntetická lepidla (pryskyřice) termoreaktivního typu a to lepidla močovino-formaldehydová (UF), melamin-močovino-formaldehydová (MUF), fenol-formaldehydová (PF), melamin-formaldehydová (MEF), isokianátová (MDI), taninová, cement, sádra.“ [Hrázský, Král, 2007]

V dnešní době se nejčastěji používá melamin-močovino-formaldehydové (MUF) lepidlo. Jeho předností je dobrá odolnost proti působení vlhkosti. Vlastnosti lepidla je možno měnit změnou poměru melaminu vůči močovinně podle prostředí ve kterém mají být desky používány. Melamin zvyšuje cenu lepidla, proto se přidává pouze v takovém množství, které stačí k zajištění požadovaných vlastností desek. [Awang, 2003]

Druh použitého lepidla závisí na účelu použití daného druhu aglomerovaného materiálu. Desky pro vnitřní použití (suché prostředí) budou pojeny UF lepidly, desky vystavené delším expozicím vlhkosti budou vyráběny s použitím PF či MUF lepidel. V zahraničí se dnes používají diizokianátová lepidla, která již při menší spotřebě zabezpečují dostatečnou pevnost

a odolnost desek vůči vlhkosti. Dobrá pevnost těchto lepidel je způsobena chemickou vazbou na hydroxylovou skupinu dřevních složek. [Hrázský, Král, 2007]

8.2 Hydrofobizační prostředky

Hydrofobizační prostředky se používají z důvodu omezení negativních následků působení vlhkosti – bobtnání a s ním spojeným poklesem mechanických vlastností a zhoršení kvality povrchu desky. [Hrázský, Král, 2007]

Nejpoužívanějším prostředkem jsou látky na bázi parafínu. V minulosti byly ověřovány i jiné prostředky jako silikony atd., ale tyto vykazovaly menší účinnost. Parafín se aplikuje na dřevní částice v množství 0,5–1,5 % na sušinu dřevních částic jako rozehrátý nebo ve formě parafínové emulze. [Štefka, 2006]

8.3 Biocidní prostředky

Lepidla běžně používaná při výrobě dřevotřískových desek nemají biocidní účinek, proto je třeba při výrobě aglomerovaných materiálů určených do podmínek zvýšené relativní vlhkosti přidávat speciální látky proti biologickým činitelům (plísně, dřevokazné houby, dřevokazný hmyz). [Hrázský, Král, 2007]

Používají se například heterocykly (TCMTB, floridy, bis-tributylcínový oxid). V minulosti se používal pentachlórphenol (PCB) v množství 0,4–2 % ve směsi s lepidlem. Takto chráněné desky jsou značeny V 100 G. [Štefka, 2006]

8.4 Retardéry hoření

Použití dřevotřískových desek ve stavebnictví, dopravě a strojírenství, vyžaduje zvýšení odolnosti proti ohni. Toho je možno dosáhnout následujícími způsoby:

- Zmenšení obsahu dřevěných částic v deskách oproti obsahu jiného nehořlavého materiálu. Jedná se například o desky spojené minerálními pojivky.
- Výroba desek s obsahem pevných nehořlavých částic, například skelného vlákna, apod. Pevné látky jsou situovány těsně pod povrchem desek, kde tvoří ochrannou vrstvu proti prostupu ohně.
- Impregnace třísek nebo hotových desek. Impregnace třísek je nejvíce používaný způsob ochrany proti ohni při výrobě dřevotřískových desek. Používá se například

hydrofosforečnan dvojamonný v kombinaci s jinými amonnými solemi, fosfát močoviny, soli bromitých prvků, roztok dikyandiamidu s příměsí borátů, fosfátů a síranu amonného.

- Ohnivzdorné nátěry. Používají se stejné látky jako pro impregnaci třísek, avšak přizpůsobené nátěrové technice. Přidávají se smáčedla, pigmenty, plastifikátory, minerální plniva. Nátěry se provádějí až na hotových výrobcích. [Hrázský, Král, 2007]

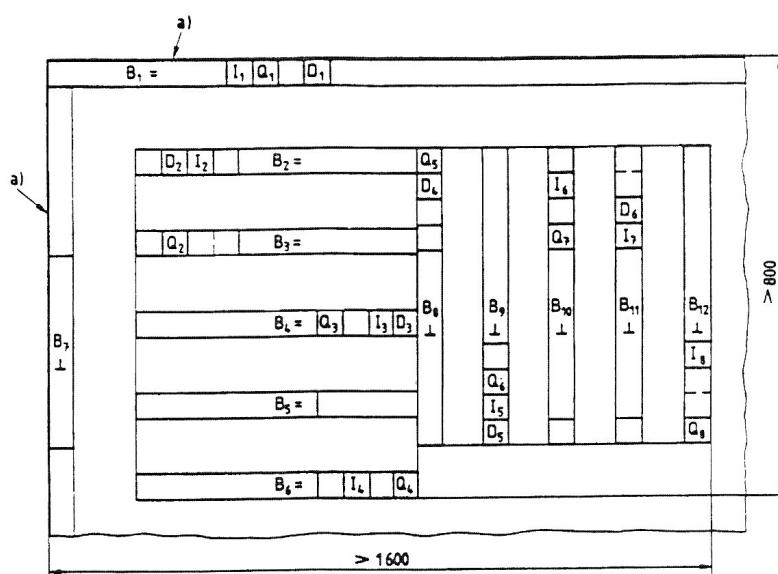
9. Zjišťování mechanických a fyzikálních vlastností

Postup zjišťování se řídí podle technických norem platných pro zjišťovanou vlastnost a druh výrobku. Zjištěné výsledky se porovnávají s normami požadavků. Porovnáním se určuje, zda výrobek pro daný účel a prostředí použití vyhovuje, či nikoli.

9.1 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 *Dřevní materiály – Odběr vzorků, řezání a dozor. Odběr vzorků, nařezávání zkušebních těles a vyjádření výsledků*.

Obr. 16 Příklad nářezového plánu pro odběr těles z desky



Zkouška	Číslo zkušebního vzorku
Hustota	D1 až D4
Ohyb	B1 až b12
Bobtnání	Q1 až Q4
Rozlupčivost	I1 až I8

[ČSN EN 326 - 1]

9.1.1 Požadavky na zkušební tělesa

- Tělesa se odeberou náhodně v rozměrech a v minimálním počtu stanovených příslušnou zkušební normou.
- Všechna zkušební tělesa odebraná z jedné desky se na sejné ploše označí značkou zkoušené desky, pořadovým číslem tělesa, směrem výrobního toku a značkou pro horní nebo spodní povrch.
- U desek nesymetrických ve směru tloušťky a u nichž závisí výsledky zkoušky na tom, která plocha je nahoře, musí být polovina zkušebních těles zkoušena s horní plochou nahoře. V ostatních případech má být poloha horní nebo dolní plochy volena náhodně.
- Tělesa musí být vyhotovena tak, aby jejich boky byli čisté, bez opálení a kolmé k rovině desky, a aby měli rovnoběžné okraje a pravé úhly.
- Všechna tělesa kromě těles pro zjišťování vlhkosti musí být naklimatizována pro dosažení konstantní hmotnosti v prostředí o teplotě 20 °C a relativní vlhkosti vzduchu $65 \pm 5 \%$

9.1.2 Vyjádření výsledků

Ze zjištěných výsledků se sestaví protokol o zkoušce, jež musí obsahovat předepsané informace o zkušební laboratoři, zkoušených deskách a musí vyjadřovat výsledky v souladu s ČSN EN 326 – 1.

10. Fyzikální vlastnosti sledované u dřevotřískových desek

10.1 Vlhkost

U dřeva a materiálů na bázi dřeva rozumíme vlhkostí přítomnost vody obsažené v jejich struktuře. Vyjadřuje se podílem hmotnosti vody vůči hmotnosti materiálu v absolutně suchém stavu – absolutní vlhkost. Používá se pro charakteristiku fyzikálních a mechanických vlastností dřeva a materiálů na bázi dřeva. [Gandelová a kol., 2002]

Většina mechanicko-fyzikálních vlastností dřeva se udává při 12% vlhkosti, což u dřeva odpovídá stavu po klimatizování do dosažení rovnovážné vlhkosti při teplotě $t = 20 \pm 2 \text{ °C}$ a při relativní vlhkosti vzduchu $65 \pm 5 \%$. U dřevotřískových desek je rovnovážná vlhkost nižší než u dřeviny, z které byly desky vyrobeny. Toto je ovlivněno stlačením třísek při

lisování, druhem a množstvím lepidla, množstvím hydrofobních látek, respektive dalšími chemickými látkami použitými ve výrobě. [Matovič, 1993]

10.1.1 Zjišťování vlhkosti

Provádí se podle normy ČSN EN 322 *Desky ze dřeva – Zjišťování vlhkosti*.

Zkušební tělesa se ve stavu v jakém se odeberou, pokud možno bezprostředně po vyřezání z desky, odváží s přesností na 0,01 g. Zkušební tělesa se následně uloží do sušárny při teplotě 103 ± 2 °C až do stavu dosažení konstantní hmotnosti. Po ochlazení v exikátoru se tělesa odváží tak rychle, aby se zabránilo zvýšení vlhkosti o více než 0,1 %.

Výpočet vlhkosti se provede podle vzorce:

$$H_a = \frac{m_h - m_0}{m_0} \cdot 100 \quad [\%]$$

m_h – hmotnost tělesa po odběru
 m_0 – hmotnost tělesa po vysušení

10.2 Navlhavost

Navlhavost materiálů na bázi dřeva je schopnost těchto materiálů pohlcovat (sorbovat) vodu z okolního vzduchu ve formě vodní páry a to v závislosti na vlhkosti materiálu, teplotě a relativní vlhkosti okolního vzduchu. [Matovič, 1993]

10.2.1 Stav vlhkostní rovnováhy

Stav, kdy vlhkost dřeva odpovídá teplotě a vlhkosti okolního vzduchu. Experimentálně zjištěný stav mezi vlhkostí dřeva a vlhkostí a teplotou vzduchu je uveden na grafu 1. Uvedeného vztahu lze využít při klimatizaci a sušení dřeva. Chceme-li klimatizovat dřevo na určitou vlhkost, je možné si dle grafu 1 určit vnější podmínky (teplotu, relativní vlhkost vzduchu) pro vlhkost při stavu vlhkostní rovnováhy (W_{SVR}) ze vztahu:

$$W_{SVR} = f(t, \varphi) [\%]$$

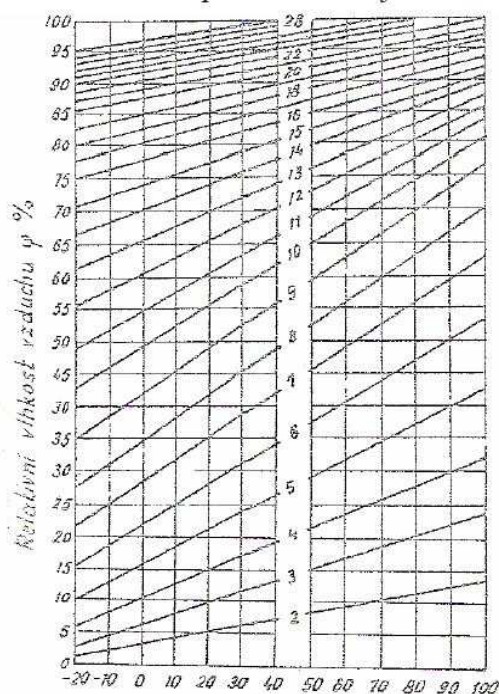
kde: (t) – teplota

(φ) – relativní vlhkost vzduchu

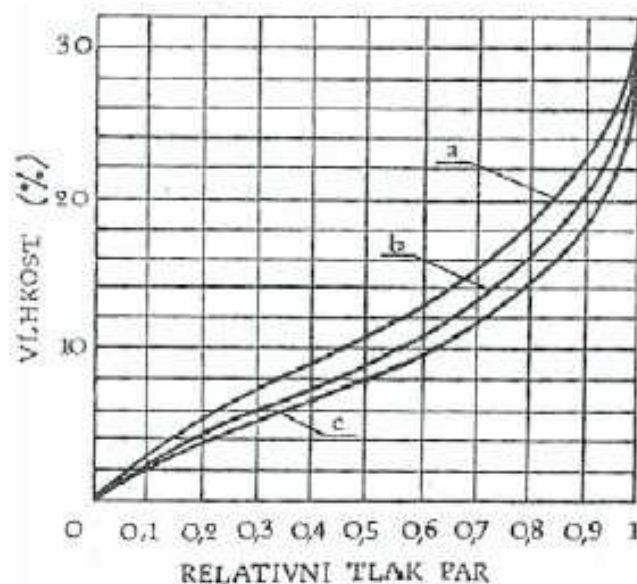
Zjištěné podmínky je třeba zajistit v klimatizační místnosti. Přesnější je však použít speciálních klimatizačních skříní, boxů a komor. Dřevo bude sorbovat vodní páru pouze tehdy, když je vlhkost dřeva nižší než vlhkost při stavu vlhkostní rovnováhy ($w < w_{SVR}$). V opačném případě ($w > w_{SVR}$) dřevo ztrácí vodu a ta se odpařuje do okolního ovzduší. Tento proces je nazýván desorpčí. Proces změn vlhkosti dřeva v závislosti na vlhkosti okolního

ovzduší je vratný, ale ne po stejné křivce. Pro stejnou relativní vlhkost vzduchu je vlhkost dřeva vyšší při desorpci než při sorpci a to v rozpětí relativní vlhkosti vzduchu (φ) 30–90 % o 2,5–3,5 %. Rozdíl mezi sorpcí a desorpcí se zmenšuje s přibližováním se 0 % a 100 %, kdy klesá na nulové hodnoty viz. graf 2. Rozdíl mezi relativní vlhkostí ovzduší a vlhkostí dřeva při sorpci a desorpci se nazývá hystereze sorpce vody. Tento jev je vysvětlován různými příčinami. Jednou z nich je, že sorpce vodních par ze vzduchu do submikroskopických prostorů buněčných stěn je pomalejší než desorpce v důsledku současného pohlcování molekul plynů. [Matovič, 1993]

Graf 2 Závislost vlhkosti dřeva na teplotě a vlhkosti vzduchu



Graf 1 Hystereze sorpce a desorpce vody pro dřevo smrku při teplotě 25 °C



a – desorpce

b – oscilující sorpce

c – sorpce

[Matovič, 1993]

Všechna zkušební tělesa používaná pro zjišťování mechanických a fyzikálních vlastností (kromě těles pro zjišťování vlhkosti) musí být klimatizována do dosažení rovnovážné vlhkosti při teplotě $t = 20 \pm 2$ °C a při relativní vlhkosti vzduchu 65 ± 5 %. Hmotnost zkušebních těles se považuje za konstantní, když při dvou za sebou následujících váženích provedených v intervalu 24 hodin nepřevyšuje odchylka 0,1 % hmotnosti. [Hrázský, Král, 2007]

10.2.2 Stanovení rozměrových změn v závislosti na změnách relativní vlhkosti vzduchu

Stanovuje se podle ČSN EN 318 *Desky ze dřeva – Stanovení rozměrových změn v závislosti na změnách relativní vlhkosti vzduchu*.

Rozměrová změna se stanoví při adsorpci $l_{\delta_{65,85}}$ mezi 65 % a 85 % relativní vlhkosti vzduchu, při desorpci $l_{\delta_{65,30}}$ mezi 65 % a 30 % relativní vlhkosti vzduchu.

Pro každé zkušební těleso se relativní změna délky vypočítá podle vzorce:

$$\delta_{65,85} = \frac{l_{85} - l_{65}}{l_{65}} \cdot 100 \quad [\%]$$

$$\delta_{65,30} = \frac{l_{30} - l_{65}}{l_{65}} \cdot 100 \quad [\%]$$

l_{85} – délka mezi měřicími body pro těleso klimatizované v prostředí o vlhkosti vzduchu 85 % a teplotě 20 °C

l_{65} – délka mezi měřicími body pro těleso klimatizované v prostředí o vlhkosti vzduchu 65 % a teplotě 20 °C

l_{30} – délka mezi měřicími body pro těleso klimatizované v prostředí o vlhkosti vzduchu 30 % a teplotě 20 °C

10.3 Nasákavost

„Nasákavost dřeva a materiálů na bázi dřeva je jejich schopnost v důsledku pórovité stavby nasávat vodu ve formě kapaliny.” [Gandelová a kol., 2002]

10.4 Bobtnání

Vlivem příjmu vlhkosti z okolního prostředí zvětšují své rozměry materiály na bázi dřeva podobně jako dřevo. U dřevotřískových desek dochází na rozdíl od dřeva k trvalé změně rozměrů a po vysušení se nevrací do původního stavu. „Bobtnání třískových desek je způsobeno jednak bobtnáním přírodního dřeva, jednak odpružením slisovaných třísek a vláken, které mají snahu vrátit se do původního stavu před slisováním. U těchto materiálů se nezjišťují obvykle maxima bobtnání, ale změny po určitém časovém intervalu.”

[Matovič, 1993]

10.4.1 Stanovení bobtnání po uložení ve vodě

Stanovuje se podle ČSN EN 317 *Třískové a vláknité desky – Stanovení bobtnání po uložení ve vodě*.

Tloušťka těles se změří mikrometrem a tělesa se ponoří do vodní lázně (teplota 20 ± 1 °C, pH 7 ± 1), doba ponoření musí odpovídat normám pro jednotlivé typy desek. Po vyjmutí z lázně se tělesa opět změří a bobtnání se vypočítá podle vzorce:

$$G_t = \frac{t_2 - t_1}{t_2} \cdot 100 \quad [\%]$$

t_1 – tloušťka tělesa před ponořením
 t_2 – tloušťka tělesa po vyjmutí

10.4.2 Stanovení odolnosti proti vlhkosti

- **Volba 1**

Podle ČSN EN 321 *Desky ze dřeva – Stanovení odolnosti proti vlhkosti zkouškou cyklováním*.

Tato evropská norma určuje metodu stanovení odolnosti proti vlhkosti desek ze dřeva zkouškou cyklováním. Cykly spočívají z uložení zkušebních těles ve vodě, mrazničce a sušárně. Po třech cyklech se zkušební tělesa reklimatizují v normálním klimatu a podrobí zkoušce bobtnání a rozlupčivosti.

- **Volba 2**

Stanovuje se podle ČSN EN 1087 – 1 *Třískové desky – Stanovení odolnosti proti vlhkosti – část 1: Varná zkouška*.

Podstata zkoušky spočívá v ponoření těles pro zkoušku rozlupčivosti, přilepených k zkušebním hranolům do vodní lázně (teplota 20 ± 1 °C, pH 7 ± 1). Voda se ohřívá na 100 °C po dobu 90 ± 10 min. Ve varu se pokračuje 120 ± 10 min, následně se tělesa vyjmou a ochladí ve vodní lázni při teplotě 20 ± 5 °C. Zkouška rozlupčivosti po varu se provede ještě s mokřím tělesem.

10.4.3 Vliv některých činitelů na sorpční vlastnosti dřeva

Vliv na hygroscopicitu dřeva má teplota, vlhkost a doba jejich působení. Se stoupající teplotou, vlhkostí vzduchu a dobou expozice klesá rovnovážná vlhkost dřeva. Tepelná úprava dřeva snižuje navlhavost dřeva především v oblasti nižších relativních vlhkostí vzduchu. Lisováním dřeva se rovněž mění sorpční vlastnosti dřeva, ale velikost této změny závisí na

relativní vlhkosti ovzduší: do 30 % relativní vlhkosti vzduchu je sorpční izoterma přírodního a lisovaného dřeva podobná, od 30 do 90 % je sorpční schopnost lisovaného dřeva nižší než přírodního a při 90 % se sorpční vlastnosti lisovaného dřeva opět zvyšují. [Matovič, 1993]

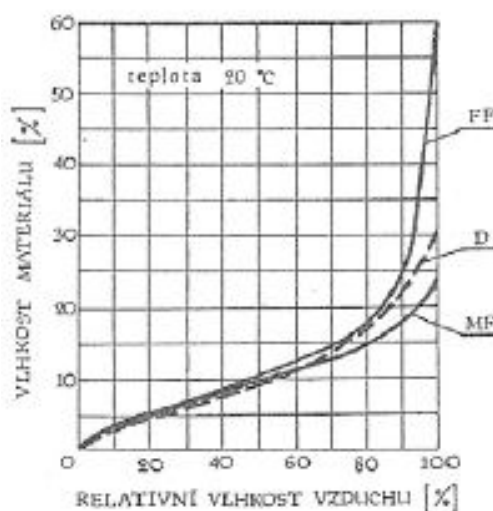
„Nehygroskopické impregnační a ochranné látky snižují sorpční schopnost úměrně jejich množství ve dřevě, což je způsobeno jejich objemem v buněčných stěnách, čímž se v nich zmenšuje objem volných submikroskopických prostorů.” [Matovič, 1993]

10.4.4 Vliv některých činitelů na sorpční vlastnosti dřevotřískových desek

Rozdíly sorpčních schopností přírodního dřeva různých dřevin jsou relativně malé oproti rozdílům v sorpčních vlastnostech materiálů na bázi dřeva, které jsou vyšší. Sorpční vlastnosti těchto materiálů se liší podle použití pojiva a hydrofobních látek, respektive jiných chemikálií a technologie výroby. „Z těchto důvodů má potom každý jmenovitý materiál na bázi dřeva charakteristickou sorpční izotermu.” [Matovič, 1993]

- **Lepidlo** – Zásadní vliv na sorpční vlastnosti dřevotřískových desek má druh a množství lepidla. Dřevotřískové desky vyrobené na bázi močovino-formaldehydových pryskyřic mají jen o málo nižší rovnovážnou vlhkost než druh dřeva, ze kterého byla deska vyrobena viz. graf 3. [Matovič, 1993]

Graf 3 Sorpční izoterma třívrstvé DTD



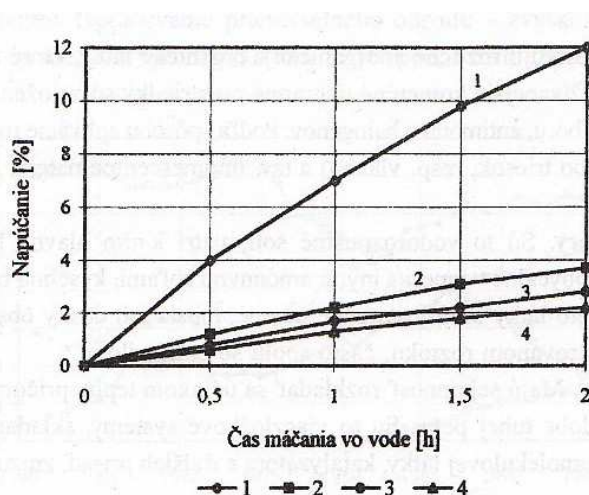
[Matovič, 1993]

„To je dáno odbouráváním povrchových OH-skupin polyózy, které jsou nosiči přitažlivých sil a snížením schopnosti desky bobtnat v důsledku slepení třísek. Dřevotřískové desky

lepené fenolickými lepidly mají odlišný průběh izotermy než při použití výše zmíněných močovino-formaldehydových lepidel. Vyznačují se zejména vysokou sorpční schopností (vysoká rovnovážná vlhkost) při vysokých hodnotách relativní vlhkosti vzduchu, která je vyšší než má přírodní dřevo. „Příčina spočívá zejména ve velmi vysoké rovnovážné vlhkosti vytvořené fenolickou pryskyřicí, v rozdílném rovnovážném stavu přírodního dřeva a pryskyřice a tím vytvoření quazistacionárního stavu mezi dřevem, vzduchem a pryskyřicí.” [Matovič, 1993]

- **Hydrofobizační prostředky** – Nejčastěji se používá parafín v množství 0,5 až 1,5 % ve formě parafínové emulze často jako součást lepidlové směsi. „Bobtnání snižuje velmi výrazně viz. graf 4, ale jen při krátkém působení vody a ještě méně při působení vodní páry.” [Štefka, 2006]

Graf 4 Účinek hydrofobizace TD parafínem



- 1 – bez prídania parafínovej emulzie
- 2 – 0,25 % pevného parafínu
- 3 – 0,5 % pevného parafínu
- 4 – 0,75 % pevného parafínu

[Hrázský, Král, 2007]

- **Vliv dřeviny a průměrné hustoty desek na bobtnání**

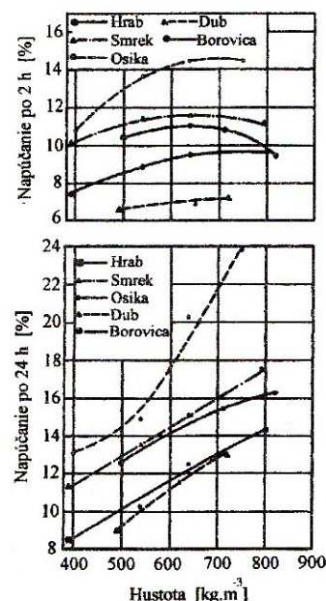
Se zvyšující se průměrnou hustotou desek roste hodnota tloušťkového bobtnání po 24 hodinách přibližně přímo úměrně. Bobtnání po 2 hodinách se s rostoucí hustotou nemění nijak výrazně viz tabulka 1 a graf 5.

Dřevina, z níž byli třísky vyrobeny, ovlivňuje tloušťkové bobtnání následujícím způsobem viz. tabulka 1 a graf 5.

Tabulka 1 Průměrné hustoty a velikost tloušťkového bobtnání TD pojených UF lepidlem

Dřevina	ρ dřeva [kg.m ⁻³]	pH dřeva	ρ TD [kg.m ⁻³]	N 2 [%]	N 24 [%]
Borovice	440	5,1	390	7,5	8,5
			540	8,9	10,3
			640	9,5	12,5
			800	9,6	14,3
Smrk	530	5,3	390	10,1	11,3
			540	11,4	13,5
			650	11,5	15,0
			790	11,1	17,5
Osika	440	5,5	400	10,8	13,1
			540	13,6	14,9
			640	14,4	20,3
			750	14,4	23,8
Dub	640	4,4	490	6,6	9,0
			620	6,9	11,5
			720	7,2	13,0
			840	4,3	10,4
Habr	680	5,3	500	10,4	12,6
			640	11,0	14,8
			710	10,8	15,4
			820	9,4	16,3

Graf 5 Závislost bobtnání TD z různých dřevin na jejich průměrné hustotě

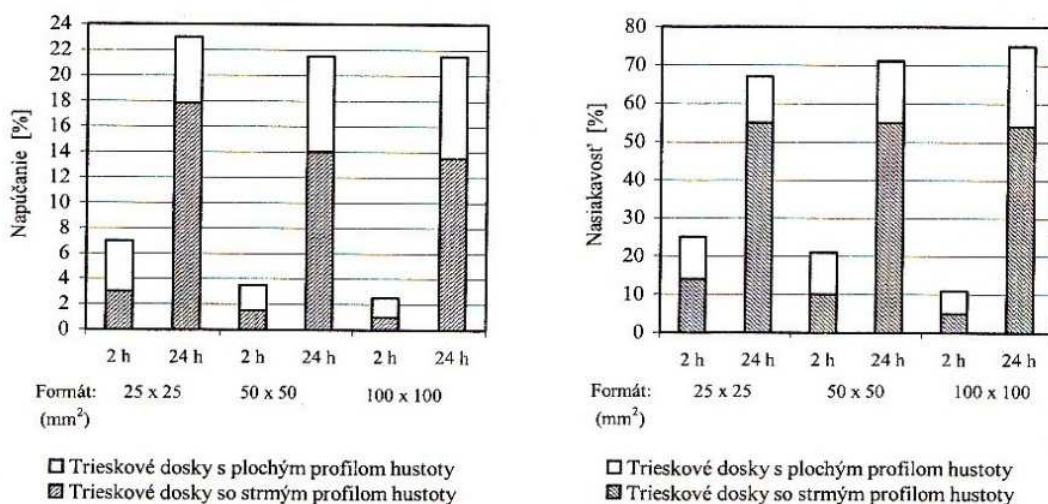


[Štefka, 2006]

• **Vliv hustotního profilu**

„Strmým profilem hustoty je možno snížit bobtnání po 2 hodinách o až o 41 % a po 24 hodinách o 18 % oproti deskám s plochým profilem hustoty.“ Toto zlepšení hodnot je dáno zpomalením průchodu vlhkosti přes hutné povrchové vrstvy TD. [Štefka, 2006]

Graf 6 Bobtnání a nasákavost TD s různým příčným profilem hustoty a při použití různé velikosti těles



[Štefka, 2006]

- **Vliv orientace třísek**

Výrazný vliv na tloušťkové bobtnání má orientace třísek. U výtlačně lisovaných třískových desek je tloušťkové bobtnání minimální, naopak délkové značné, viz tabulka 2 porovnání bobtnání plošně a výtlačně lisovaných třískových desek.

Tabulka 2 Rozdíly v bobtnání v závislosti na orientaci třísek

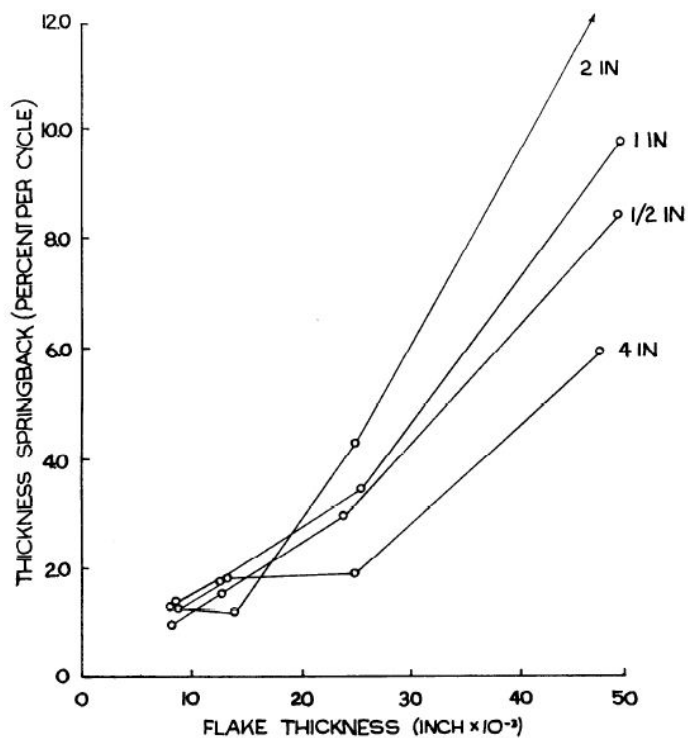
Způsob lisování TD	Bobtnání [%]	
	tloušťkové	délkové
Plošně lisované	1,5	0,3
Výtlačně lisované	0,3	25

[Hrázský, Král, 2007]

- **Vliv tloušťky třísek na odpružení**

„Odpružení je charakteristickou vlastností všech plošně lisovaných desek.“ Způsobuje to, že po nabobtnání nedojde ke zpětnému seschnutí na původní tloušťku. Velikost odpružení po působení prostředí se zvýšenou vlhkostí roste s rostoucí tloušťkou lístkových třísek. [Lehmann, 1965]

Graf 7 Vliv tloušťky třísek na tloušťkové vypružení



[Kelly, 1987]

10.5 Hustota

10.5.1 Průměrná hustota

„Třískové desky mohou být označeny jako trojrozměrná porézní síť z křížících se a překrývajících se dřevních částic. Ve struktuře desky rozlišujeme dutiny, částice dřeva normálních vlastností, částice dřeva zhuštěného lisováním a slepením jednotlivých třísek. Poměr jednotlivých složek se mění podle velikosti lisovacího tlaku. Proto můžeme prohlásit, že při stejném druhu třísek, stejné dřevině, stejném typu lepidla, a při dodržení technologických podmínek jsou fyzikální a mechanické vlastnosti třískových desek charakterizovány hustotou.“ [Hrázský, Král, 2007]

Průměrná hustota desek je považována za ústřední vlastnost, která ovlivňuje prakticky všechny ostatní vlastnosti třískových desek. Což nám umožňuje vyrábět desky právě takových vlastností, které jsou vhodné pro daný účel použití. [Štefka, 2006]

Průměrná hustota desky dané tloušťky je dána množstvím a hustotou třísek ze kterých je deska lisována. Dále hrají roli podmínky předcházející vlastnímu lisování a to příprava třísek a jejich vlhkost, obsah lepidla a dalších aditiv. Zhuštění koberce na průměrnou hustotu vyšší než hustota dřeviny z které jsou třísky vyrobeny dovoluje lepší kontakt mezi třískami a tudíž lepší využití lepicí směsi která je v kontaktu s dřevními částicemi a ne s volným prostorem. [Kelly, 1987]

Hustota materiálů na bázi dřeva se nejčastěji udává při jejich výrobní vlhkosti nebo po klimatizaci. Vlhkost pro jednotlivé materiály se může pohybovat v rozpětí od 3 % do 8 (12) %. [Matovič, 1993]

10.5.2 Zjišťování hustoty

Hustota desek se stanovuje podle normy ČSN EN 323 *Desky ze dřeva – Zjišťování hustoty*.

Zkouška se provádí měřením a vážením zkušebních těles čtvercového tvaru o délce hrany 50 mm, klimatizovaných v prostředí s relativní vlhkostí vzduchu 65 ± 5 % a teplotou 20 ± 2 °C. Hustota se následně vypočítá podle vzorce:

$$\rho = \frac{m}{b_1 \cdot b_2 \cdot t} \cdot 10^6 \quad \left[\text{kg} / \text{m}^3 \right]$$

m – hmotnost zkušebního tělesa v gramech

b₁, b₂ – délka hrany tělesa v milimetrech

t – tloušťka tělesa v milimetrech

10.5.3 Plošná hustota

„Vyjadřuje rozptyl plošných hmotností uvnitř jednotlivých desek vyjádřený variačním koeficientem $V = 3 \%$ a rozptyl plošných hmotností mezi jednotlivými deskami (respektive třískovým koberci) vyjádřený variačním koeficientem $V = 3 \%$.” Zabezpečit tuto přesnost je vzhledem k současně zpracovávanému sortimentu dřevní hmoty a dřevním druhům obtížné. [Hrázský, Král, 2007]

Takto dosažená stabilita vlastností má i ekonomický aspekt, protože dovoluje snížení průměrné hustoty a tím úsporu suroviny a energie. [Štefka, 2006]

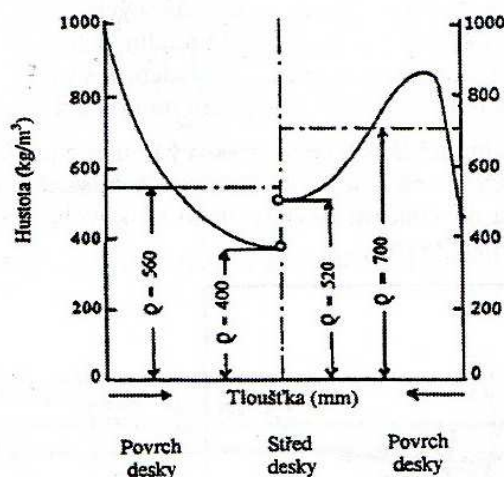
Rovnoměrnost plošné hustoty desek a tím i rovnoměrnost jejich vlastností závisí především na rovnoměrnosti vrstvení třískového koberce. Dále závisí na tvaru a rozměru třísek. Rozměrově velké třísky zapříčiňují nerovnoměrné rozložení hmoty a značné výkyvy v plošné hustotě, oproti tomu podrozměrné třísky mají tendenci se shlukovat a též znerovnoměrnovat vrstvení koberce. „Při nesprávném seřízení hydraulického systému lisu, vykazují třískové desky v ploše rozdílné tloušťky. Následným nutným obroušením dochází k rozdílnému úběru dřevní hmoty z povrchových vrstev desky. Plochy třískového koberce slisované na minimální tloušťku vykazují po obroušení vyšší plošnou hustotu v porovnání s plochami, které mají větší tloušťku.” [Hrázský, Král, 2005]

10.5.4 Příčný hustotní profil

Hustotní profil v příčném průřezu třískových desek je charakterizován relativně strmým vzestupem až po hustotní maximum, poté více či méně strmým (U) průběhem až ke středu desky po hustotní minimum. Na grafu 8 je znázorněn typický průběh hustotního profilu třískové desky, se rozlišují tato rozmezí:

- strmý vzestup profilu, strmý pád v okrajové části
- hustotní maximum
- více či méně strmý průběh hustoty s kontinuálním přechodem od povrchové vrstvy ke středové vrstvě [Hrázský, Král, 2007]

Graf 8 Ideální profil hustoty třískové desky (levá polovina broušená, pravá nebroušená)



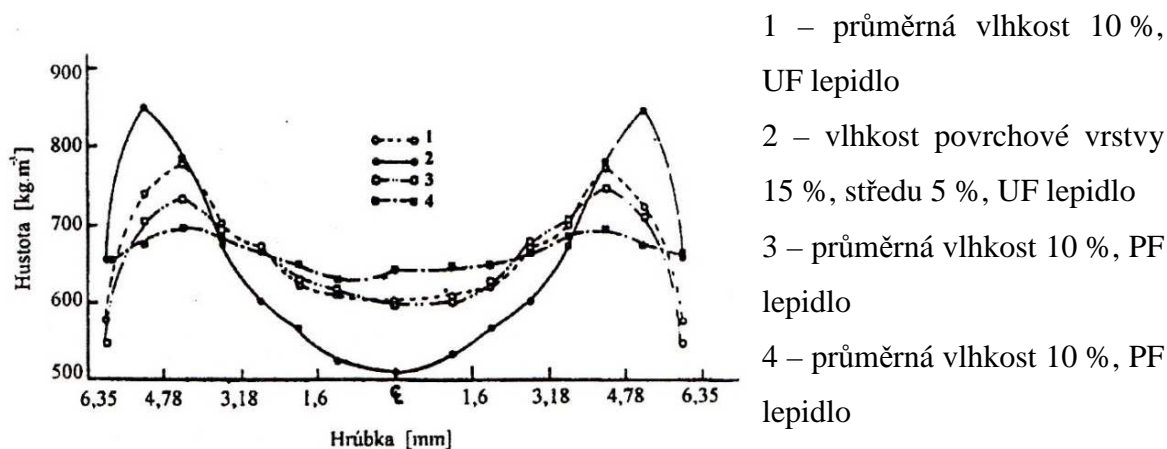
[Hrázský, Král, 2007]

10.5.4.1 Vliv některých činitelů na tvorbu příčného hustotního profilu

- **Tvar a počáteční vlhkost třísky** – „Hustotní profil závisí na odporu třísek vůči zhuštění. Tenké ploché třísky jsou snadněji zhustitelné než tlusté třísky nepravidelných tvarů.“ [Hrázský, Král, 2007]

Dále má na výsledný hustotní profil velký vliv vlhkost třísek a její rozložení v povrchových a středové vrstvě. Ostřejší profil hustoty dosáhneme u desek s vyšší vlhkostí třísek v povrchové a nižší ve středové vrstvě. [Heebink a kol., 1972], [Štefka, 2006]

Graf 9 Profil hustoty dřevotřískových desek při různé kombinaci vlhkosti povrchových a středových třísek



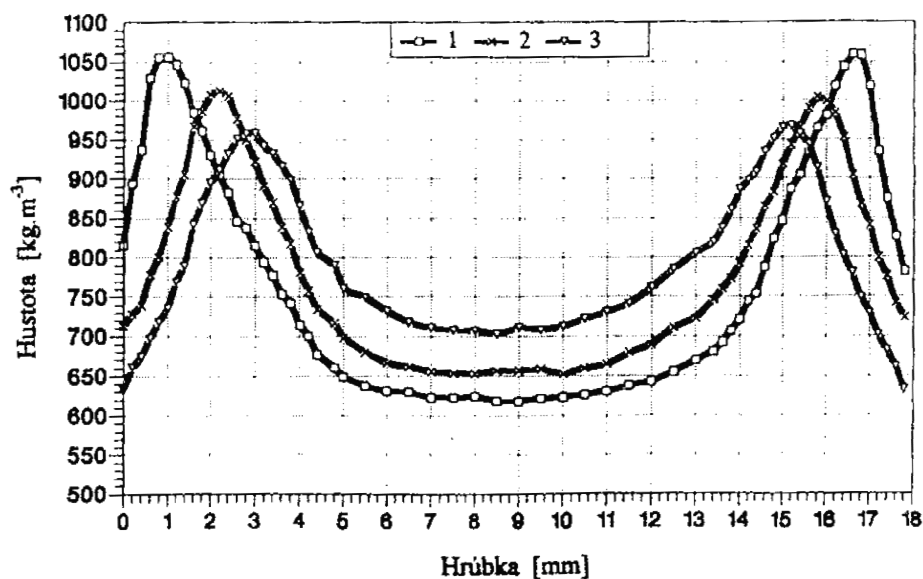
[Heebink a kol., 1972], [Štefka, 2006]

- **Lisovací proces** – „Vytváření hustotního profilu v povrchové vrstvě se děje v podstatě v čase mezi uzavíráním lisu a dosažením požadované tloušťky, zatímco ve střední vrstvě se vytváří hustotní profil teprve poté.” Třísky a vlákna v povrchových vrstvách naformovaného koberce ohřáté konvenčně nebo pomocí mikrovlnného záření se zhušťují rychleji než třísky studené ve střední vrstvě koberce. „Pomalejší uzavírání lisu má ten účinek, že třísky v důsledku prohřátí a přívodu tepla a vlhkosti i ve středové vrstvě se stávají plastickými a dají se tak lépe zhustit. Hustotní profil lze tedy regulovat rychlostí zhušťování.” [Hrázský, Král, 2007]

Dlouhé časy zhušťování vedou k plochým hustotním profilům, (které nevykazují přílišné rozdíly mezi hustotním minimem a maximem), ovšem s nutností vyšších tloušťkových přídávků na obroušení. Takto lisované desky vykazují lepší hodnoty pevnosti v tahu kolmo na rovinu desky a nižší hodnoty pevnosti v ohybu. [Hrázský, Král, 2007]

Naopak při rychlém zhušťování a rychlém dosažení konečné tloušťky třískového koberce se vytváří strmý hustotní profil. Povrchové vrstvy desek jsou více zhuštěny než vrstvy středové. [Hrázský, Král, 2007]

bě zavírání lisu

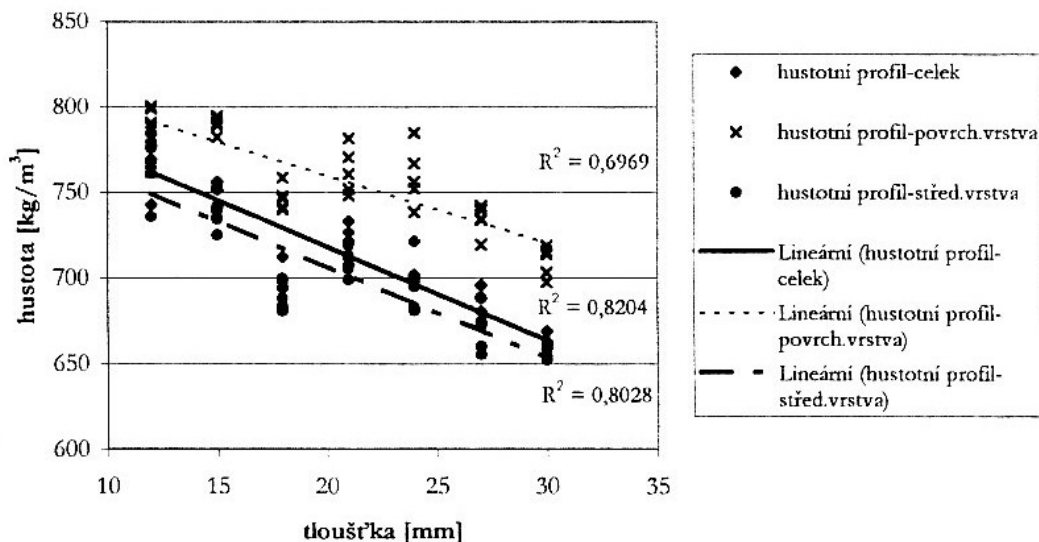


[Štefka, 2006]

Rovněž pomocí parního rázu nebo parní injeckáže do středové vrstvy třískového koberce vstupujícího do lisu lze ovlivňovat hustotní profil. Zvyšuje se tak plasticita této vrstvy. Linky pracující s parní injeckáží mohou vyrábět desky s téměř plochým hustotním profilem. [Hrázský, Král, 2007]

- **Tloušťka desky** – Analýzou hustotního profilu byla zjištěna závislost na tloušťce desky. Tato závislost je zobrazena v grafu 11.

Graf 11 Závislost hustotního profilu na tloušťce desky



[Hrázský, Král, 2003 I]

10.6 Obsah a únik formaldehydu

Formaldehyd se vyrábí dehydrogenací metanolu. V průmyslové praxi se pro výrobu lepidel používá vodný roztok (formalín) v 30–40% koncentraci. [Sedliačik, 2005]

Formaldehyd se uvolňuje především z fenol-formaldehydového (PF) lepidla. Proto je tento problém nejaktuálnější u desek pojených tímto lepidlem. V současnosti se nejčastěji používá močovino-formaldehydové (UF) a melamin-močovino-formaldehydové (MUF) lepidlo. Při jejich použití jsou úniky formaldehydu nižší. [Štefka, 2006]

Za normální teploty je formaldehyd plyn (teplota varu - 19,2 °C) štiplavého zápachu. Je zdraví škodlivý a dráždí sliznici. Čichový práh pro velmi citlivé osoby je při koncentraci od 0,06 mg/m³, jasně vnímatelná mez 0,20 mg/m³, dráždivý účinek na oči od 0,15 mg/m³, dráždivý pocit v jícnu od 0,20 mg/m³, zřetelná nevolnost 2,50 mg/m³. [IARC, 2006]

Formaldehyd je těkavá látka a rozlišujeme několik způsobů jeho uvolňování z desek:

- volný formaldehyd, který se navázal na celulózo-vláknová vlákna v průběhu lisovacího cyklu, ten pak pomalu hydrolyzuje vlivem vlhkosti
- uvolnění formaldehydu degradací z nedostatečně vytvrzené pryskyřice
- dlouhodobou degradací samotné pryskyřice

Při expozici malými dávkami formaldehydu vyvolává u postižených osob bolesti hlavy a zánět nosní sliznice. Vyšší koncentrace způsobuje vážné podráždění sliznic a respirační problémy, např. zánět průdušek a otok nebo zánět plic. U citlivých jedinců při dlouhodobé expozici může formaldehyd vyvolat astma a záněty kůže. [www.irz.cz]

10.6.1 Zjišťování obsahu formaldehydu

Provádí se 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 s amoniumpoctátovým roztokem, lahev se uzavře, protřeje 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:

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

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)

10.6.2 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.

10.6.3 Faktory ovlivňující uvolňování formaldehydu

[Sedliačik, 2005] uvedl těchto devět faktorů ovlivňujících únik formaldehydu z třískových desek:

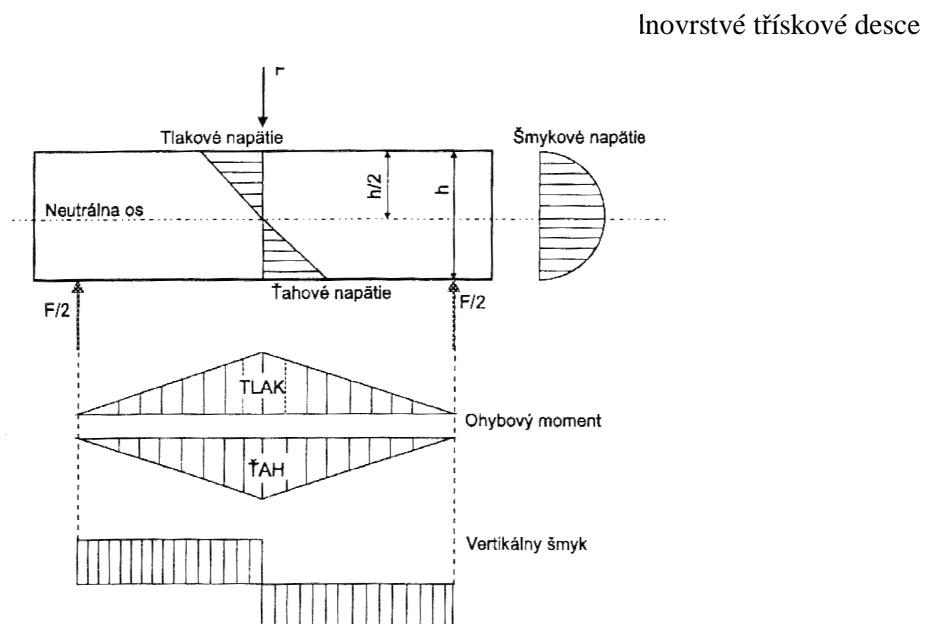
- množství uvolněného formaldehydu je úměrné množství volného formaldehydu v pryskyřici
- obsah sušiny v pryskyřici nemá vliv na uvolňování formaldehydu
- druh tvrdidla
- zvyšování množství tvrdidla snižuje únik volného formaldehydu
- únik volného formaldehydu stoupá se stoupající vlhkostí povrchových třísek
- únik volného formaldehydu se snižuje prodloužením vytvrzovacího času a je nepřímo úměrný množství uvolněné vlhkosti v průběhu lisování
- vliv chlazení po lisování není dostatečně objasněn
- změny vlhkosti vzduchu a materiálu snižují únik formaldehydu z hotových výrobků
- s prodlužující se dobou skladování klesá množství uvolňovaného formaldehydu

11. Mechanické vlastnosti sledované u dřevotřískových desek

11.1 Pevnost v ohybu, modul pružnosti v ohybu

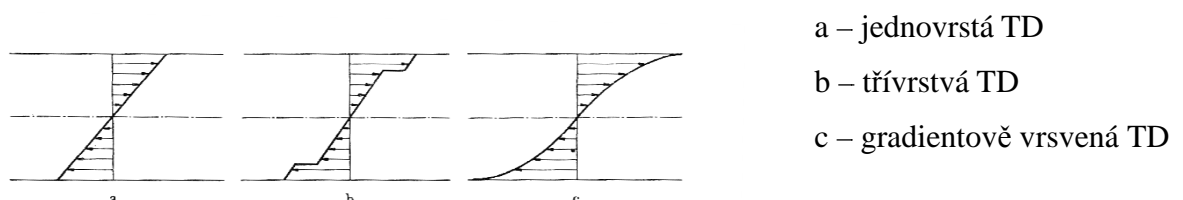
Pevnost v ohybu je jednou z nejdůležitějších mechanických vlastností dřeva a materiálů na bázi dřeva. [Matovič, 1993]

Při namáhání ohybem je napětí rozloženo tak že vnější strana ohnutého nosníku je namáhána tahem, vnitřní naopak tlakem, uprostřed se nachází neutrální osa, kde je napětí nulové. Jedná se tedy kombinované napětí. [Baiak, Dubovský, 2001]



[Baiak, Dubovský, 2001]

Obr. 18 Porovnání průběhu napětí u jednovrstvé, třívrstvé a gradientově vrstvené třískové desky



[Kollmann a kol., 1975]

Závislost mezi napětím a deformací můžeme sledovat na napět'ově-deformačním diagramu, když do pravouhlej souřadné soustavy vyneseme napětí σ na ose y a deformace ε na ose x, ten nám poskytuje komplexní informaci o chování materiálu při zatížení. Proložením vnesených bodů dostáváme deformační křivku na níž sledujeme dva důležité body na obrázku 20 označené A – značí mez úměrnosti σ_u , kterou můžeme definovat jako rozhraní lineární a nelineární části křivky a B – mez pevnosti. Do dosažení meze úměrnosti platí Hookeův zákon:

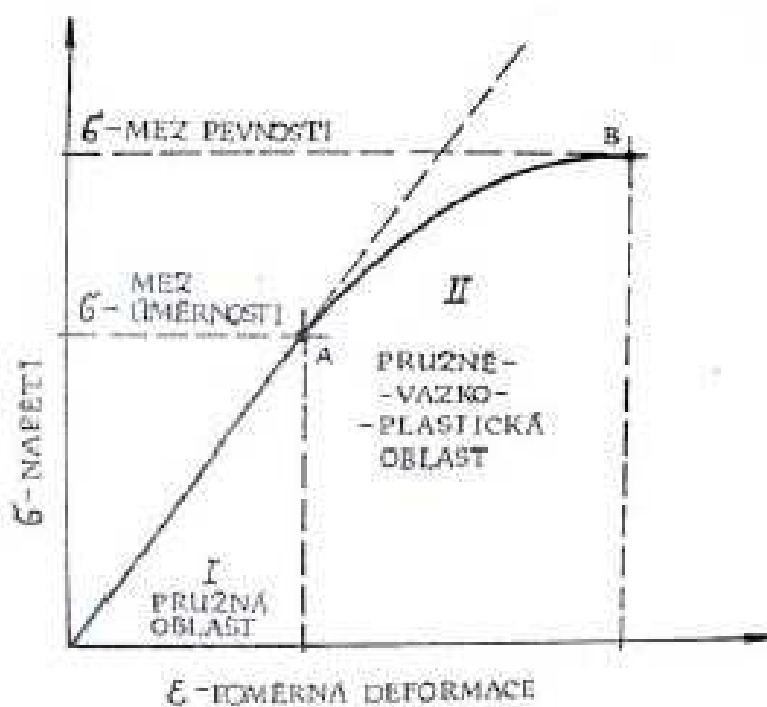
$$\sigma = E \times \varepsilon$$

σ – napětí

E – modul pružnosti

ε – poměrná deformace

Obr. 19 Napět'ově-deformační pracovní diagram



[Baiak, Dubovský, 2001]

Nad mezí úměrnosti deformace se vzrůstajícím napětím dále vzrůstá, není však přímo úměrná napětí a deformační čára nabývá charakter křivky. Začínají vznikat deformace, které po odtížení nezanikají, těleso se nevrací do původního stavu. Tyto deformace se označují jako plastické. Při dosažení bodu B a dalším zvýšení napětí dochází k porušení tělesa, tento bod se nazývá mez pevnosti σ_p . [Baiak, Dubovský, 2001]

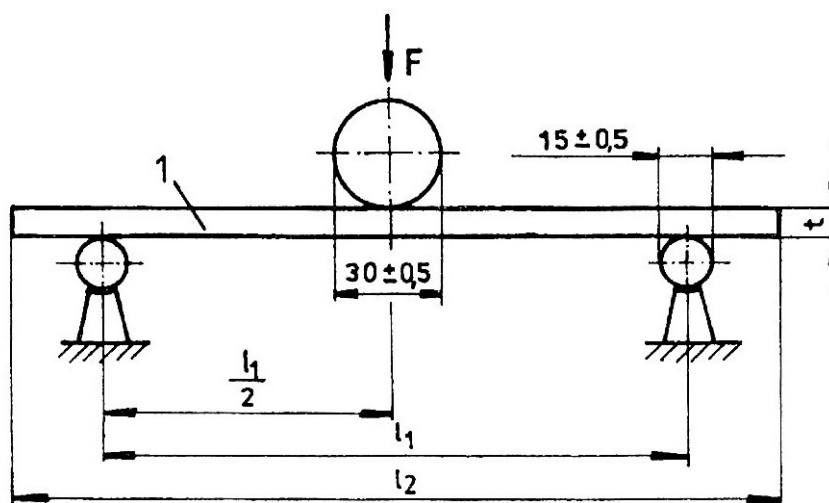
11.1.1 Zjišťování modulu pružnosti v ohybu a pevnosti v ohybu

Provádí se podle normy ČSN EN 310 *Desky ze dřeva – stanovení modulu v pružnosti a pevnosti v ohybu*.

Podstata zkoušky:

Modul pružnosti a pevnost v ohybu se stanoví zatížením zkušebního tělesa uloženého na dvou podporách v jeho středu. Modul pružnosti se vypočítá z lineární části zatěžovací křivky. Vzhledem k tomu, že zkušební metoda zahrnuje nejen prostý ohyb, ale také smyk, vypočtená hodnota je tedy nikoli skutečný, ale zdánlivý modul pružnosti. Ohybová pevnost každého zkušebního tělesa se vypočte stanovením ohybového momentu M při zatížení silou F_{\max} k momentu jeho celého průřezu.

Obr. 20 Uspořádání ohybové zkoušky



l = zkušební těleso
 F = zatížení
 t = tloušťka zkušebního tělesa

$l_1 = 20 t$
 $l_2 = l_1 \pm 50$

[ČSN EN 310]

Modul v pružnosti E_m se vypočte podle vzorce:

$$E_m = \frac{l_1^3 \cdot (F_2 - F_1)}{4 \cdot b \cdot t^3 \cdot (a_2 - a_1)}$$

Pevnost v ohybu f_m se vypočte podle vzorce:

$$f_m = \frac{3 \cdot F_{\max} \cdot l_1}{2 \cdot b \cdot t^2}$$

l_1 – vzdálenost mezi středy podpěr v milimetrech

b – šířka zkušebního tělesa

t – tloušťka zkušebního tělesa v milimetrech

$F_2 - F_1$ – přírůstek zatížení v přímkové části zatěžovací křivky

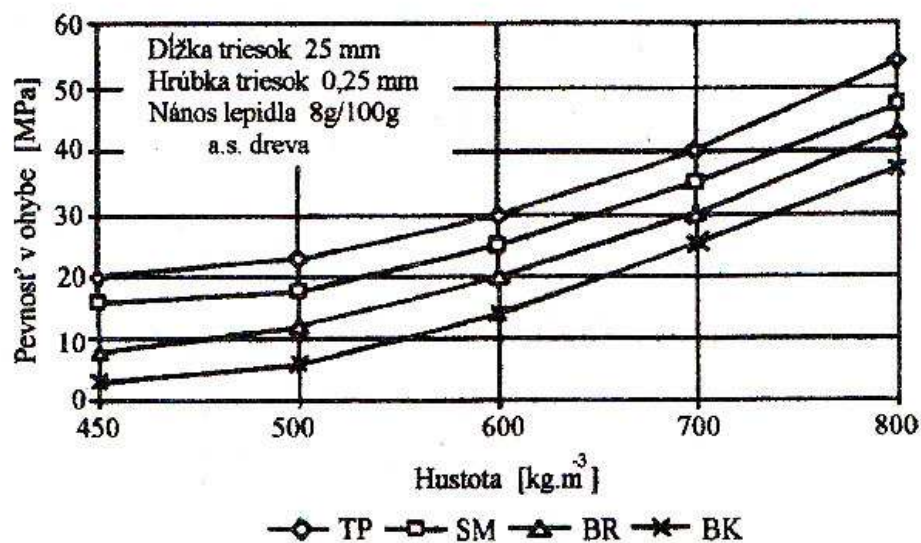
$a_2 - a_1$ – přírůstek průhybu ve středu délky zkušebního tělesa

F_{max} – největší registrovaná síla

11.1.2 Faktory ovlivňující pevnost v ohybu a modul pružnosti v ohybu

- **Dřevina** – Velmi důležitou vlastností dřeva, která má vliv na pevnost v ohybu a modul pružnosti v ohybu je jeho hustota. U našich běžných průmyslových dřevin, které se zpracovávají na třískové desky se pohybuje většinou od 360 do 680 kg/m³. Když se ze dřeva o různé hustotě vyrobí desky o stejné výsledné hustotě, potom obvykle vykazují rozdílné vlastnosti. Buková třísková deska, tedy deska vyrobené ze dřeva o nejvyšší hustotě, má nejnižší ohybovou pevnost viz. graf 12. Zkušenosti potvrzují, že pro dosažení nejlepších charakteristik pevnosti v ohybu jsou vhodnější měkké jehličnaté dřeviny. S hustotou dřeva ze kterého jsou třísky vyrobené je též úzce spjatý měrný povrch třísek a tím i měrný nános lepidla. Čím je hustota dřeviny vyšší, tím je měrný povrch třísek menší a tím je vyšší nános lepidla. [Štefka, 2006]

Graf 12 Pevnost v ohybu třískových desek vyrobených ze dřeva různých dřevin v závislosti na hustotě



[Štefka, 2006]

Tabulka 3 Hustota vybraných dřevin, hustoty a odpovídající pevnosti třískových desek z nich vyrobených

Dřevina	ρ dřeva [kg.m ⁻³]	ρ TD [kg.m ⁻³]	σ_{OH} [MPa]
Borovice	440	390	8,6
		540	21,6
		640	30,1
		800	43,3
Smrk	530	390	6,6
		540	19,1
		650	27,2
		790	39,4
Osika	440	400	9,0
		540	22,4
		640	29,8
		750	39,3
Dub	640	490	10,8
		620	22,3
		720	27,6
		840	40,3
Habr	680	500	9,7
		640	19,7
		710	23,5
		820	34,2

[Štefka, 2006]

- **Tvar třísek** – K rozhodujícím faktorům, které ovlivňují pevnost v ohybu a modul pružnosti v ohybu, patří průřez a délka třísek. „V zásadě platí, že k dosažení maximálních pevnostních charakteristik třískových desek je zapotřebí, aby celková plocha překrývajících se třísek byla co největší, jen tak bude pevnost jednotlivých třísek daná jejich průřezem plně přenesena na hotovou desku.” [Hrázský, Král, 2007]

Možnosti zvětšování účinné plochy překrytí třísek v desce:

- při stejné délce třísky zmenšením její tloušťky (h)
- při stejné tloušťce třísky zvětšením její délky (L)

Aby mohl být vyjádřen vliv délky třísky na pevnost třískové desky vyrobené ze dřeva o určité hustotě a pevnosti, zavádí se pojem stupeň štíhlosti S . [Hrázský, Král, 2007]

$$S = \frac{L}{h}$$

L – délka třísek [mm]

h – tloušťka třísek [mm]

Se stoupajícím stupněm štíhlosti se zvětšuje velikost překrývajících se a lepených ploch třísek. Stoupá tedy i stupeň přenášení pevnosti jednotlivých třísek na hotovou desku. „Platí, že pevnostní vlastnosti dřeva jednotlivých dřevin jsou přímo úměrné jejich hustotě. Jestliže při stejném průřezu třísky je její pevnost úměrná hustotě dřeviny, ze které je tříška vyrobena, pak je nutno pro dosažení stejně účinného stupně štíhlosti S třísek z různých dřevin přihlížet k hustotě (ρ_0) těchto dřevin. Pro stupeň štíhlosti použijeme vztah:” [Hrázský, Král, 2007]

$$S = \frac{L}{h \cdot \rho_0}$$

L – délka třísek [mm]

h – tloušťka třísek [mm]

ρ_0 – hustota dřeva [g/cm^3]

Tabulka 4 Závislost pevnosti v ohybu třískových desek (TD smrk s 8 % PF lepidla, hustota 500 kg/m^3) na štíhlostním stupni třísek

Štíhlostní poměr třísek	Pevnost v ohybu		Kvalitativní číslo
	[MPa]	[%]	
300	27,2	100	5,5
200	25,6	93	5,1
120	22,0	80	4,4
100	20,0	72	4,0
70	15,0	54	3,0
35	12	44	2,4

[Štefka, 2006]

- **Hustota** – Vliv průměrné hustoty desek na pevnost v ohybu ilustruje tabulka 5, je zde patrný lineární průběh závislosti pevnosti v ohybu na průměrné hustotě, přičemž pevnost v ohybu se s rostoucí průměrnou hustotou desek zvyšuje. Pevnost v ohybu ovlivňuje také míra stlačení třískového koberce. S klesající hustotou dřeviny, z které jsou třísky vyrobeny, a rostoucí mírou stlačení roste pevnost v ohybu i modul pružnosti v ohybu. [Kelly, 1987] Kvalitativní číslo pevnosti v ohybu vyjadřuje poměr pevnosti v ohybu a hustoty desky. [Štefka, 2006]

Vypočítá se ze vztahu:

$$K = \frac{\sigma_{oh}}{\rho_k}$$

K – Kvalitativní číslo [$\text{MPa/m}^3 \cdot \text{kg}$]

σ_{oh} – pevnost v ohybu [MPa]

ρ_k – hustota naklimatizované desky [kg/m^3]

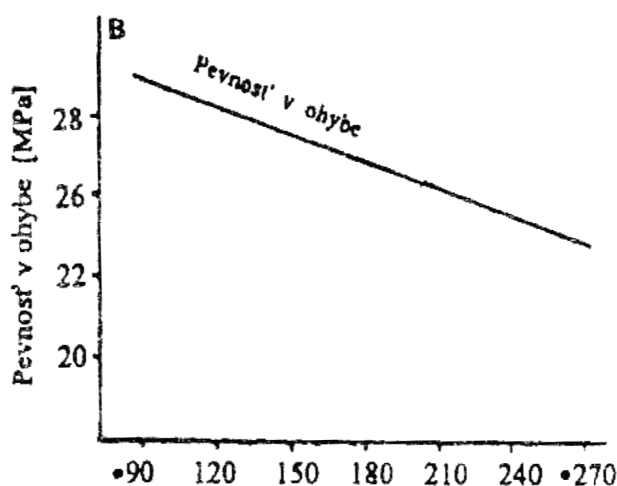
Tabulka 5 Závislost pevnosti v ohybu na průměrné hustotě desek

Dřevina	ρ dřeva [kg.m ⁻³]	ρ TD [kg.m ⁻³]	σ_{OH} [MPa]
Borovice	440	390	8,6
		540	21,6
		640	30,1
		800	43,3
Smrk	530	390	6,6
		540	19,1
		650	27,2
		790	39,4
Osika	440	400	9,0
		540	22,4
		640	29,8
		750	39,3

[Štefka, 2006]

- **Hustotní profil** – Strmý hustotní profil ovlivňuje pevnost v ohybu kolmo k rovině desky a modul pružnosti v ohybu kolmo k rovině desky tak, že do zón těsně pod povrchem, kde jsou soustředěna maxima tahového napětí na vnější straně a tlakového na vnitřní straně ohybu, soustředí větší množství zhuštěných a dobře propojených třísek. Na vytvoření strmého hustotního profilu má největší vliv rychlost uzavírání lisu, vztah rychlosti uzavírání a pevnosti v ohybu zachycuje graf 13. [Štefka, 2006]

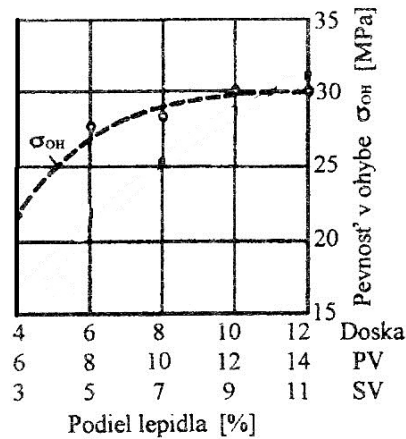
Graf 13 Závislost pevnosti v ohybu kolmo k rovině desky na rychlosti uzavírání lisu



[Štefka, 2006]

- **Lepidlo** – Vliv průměrného množství lepidla a vliv množství lepidla v povrchové a středové vrstvě na pevnost v ohybu ukazuje graf 14.

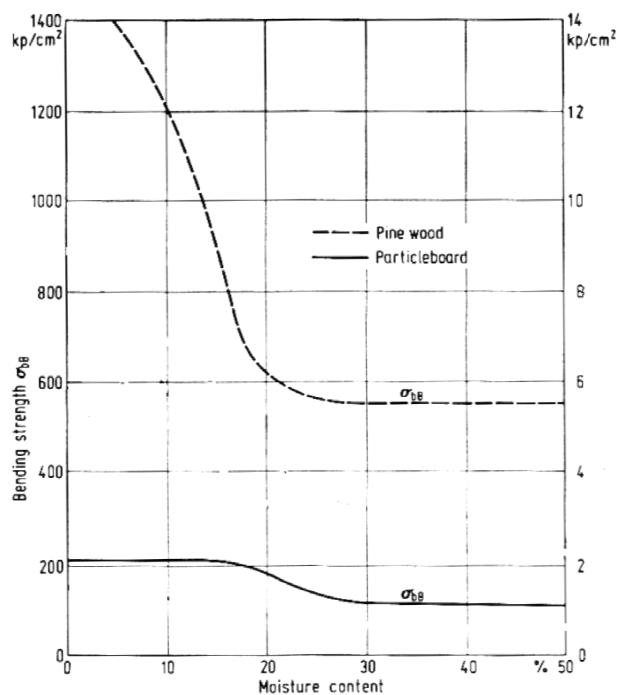
Graf 14 Závislost pevnosti v ohybu na množství lepidla



[Štefka, 2006]

- **Obsah vlhkosti** – S rostoucím obsahem vlhkosti pevnost v ohybu klesá. Na velikost poklesu má vliv především odolnost lepidla vůči působení vlhkosti, nejlepší vlastnosti vykazují desky pojené izokianáty (MDI) a fenolformaldehydovými (PF) lepidly. Desky pojené PF lepidly se vyznačují tmavou barvou. [Hrázský, Král, 2007]

Graf 15 Závislost pevnosti v ohybu na obsahu vlhkosti třívrstvé TD z borových třísek, tl. 19 mm, hustota $650 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ v porovnání s masivním dřevem borovice



[Kollmann a kol., 1975]

11.2 Pevnost v tahu kolmo na rovinu desky

Pevnost v tahu kolmo na rovinu desky je významnou vlastností z hlediska použitelnosti třískové desky ke konstrukčním účelům. Zejména pro provedení kvalitních bočních spojů je nutné, aby třískové desky vykazovaly normou požadované hodnoty. „Tato vlastnost se zjišťuje destruktivní metodou, k porušení u plošně lisovaných třískových desek za normálních okolností dochází ve středové vrstvě. Z pohledu mechanického namáhání tahem kolmo na rovinu desky vykazuje středová vrstva nejmenší hodnoty pevnosti.” [Hrázský, Král, 2005]

11.2.1 Stanovení pevnosti v tahu kolmo na rovinu desky

Určuje se podle ČSN EN 319 *Třískové a vláknité desky – Stanovení pevnosti v tahu kolmo na rovinu desky*.

Podstata zkoušky:

Pevnost v tahu kolmo na rovinu desky se stanoví při zatížení působícím na zkušební těleso přilepené tavným nebo epoxidovým lepidlem ke zkušebním blokům z kovu nebo překližky, umožňujícími upnutí do čelistí zkušebního zařízení. Pevnost se určí z maximální síly působící na povrch tělesa. K porušení nejčastěji dochází ve středu tloušťky tělesa.

Pevnost v tahu kolmo k rovině desky:

$$f_{t \perp} = \frac{F_{\max}}{a \cdot b} \quad [N / mm^2]$$

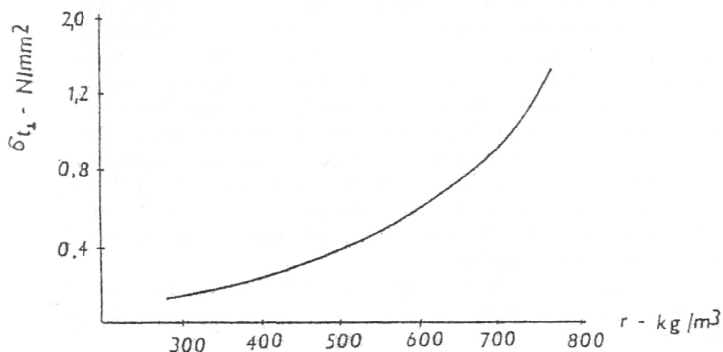
F_{\max} – zatížení působící na těleso v okamžiku porušení v N

a, b – délka a šířka zkušebního tělesa v mm

11.2.2 Faktory ovlivňující pevnost v tahu kolmo na rovinu desky

- **Průměrná hustota** – Pevnost v tahu kolmo k rovině desky ovlivňuje především hustota středových vrstev. Její souvislost s průměrnou hustotou spočívá v tom, že s růstem průměrné hustoty narůstá i hustota středové vrstvy plošně lisovaných třískových desek a tím i pevnost v tahu kolmo k rovině desky. [Hrázský, Král, 2005]

Graf 16 Průběh změn pevnosti v tahu kolmo k rovině desky při různých hustotách desky (jednovrstvá TD, 8 % lepidla, tl. 20 mm)

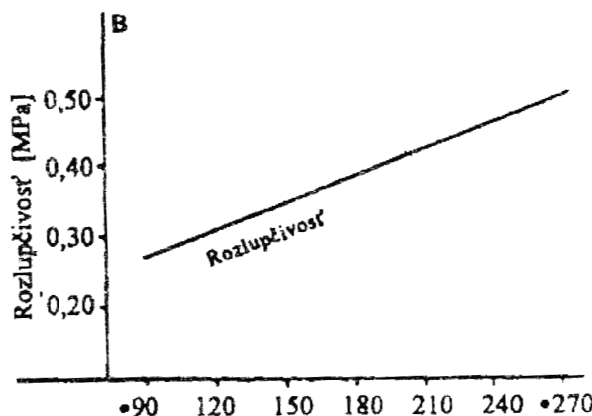


[Kollmann a kol., 1975]

- **Hustotní profil** – „Rozložení hustoty v průřezu desky ovlivňuje významnou měrou pevnost v tahu kolmo k rovině desky především tak, že u desek se strmým hustotním profilem jsou středové vrstvy méně zhuštěny. Dochází v nich proto k horšímu spojení mezi jednotlivými třískami s následkem poklesu pevnosti v tahu kolmo k rovině desky.” Průběh hustotního profilu lze při daných vlastnostech třísek měnit rychlostí uzavírání lisu, s prodlužováním doby uzavírání lisu dochází k vytvoření ploššího hustotního profilu a naopak. [Hrázský, Král, 2005]

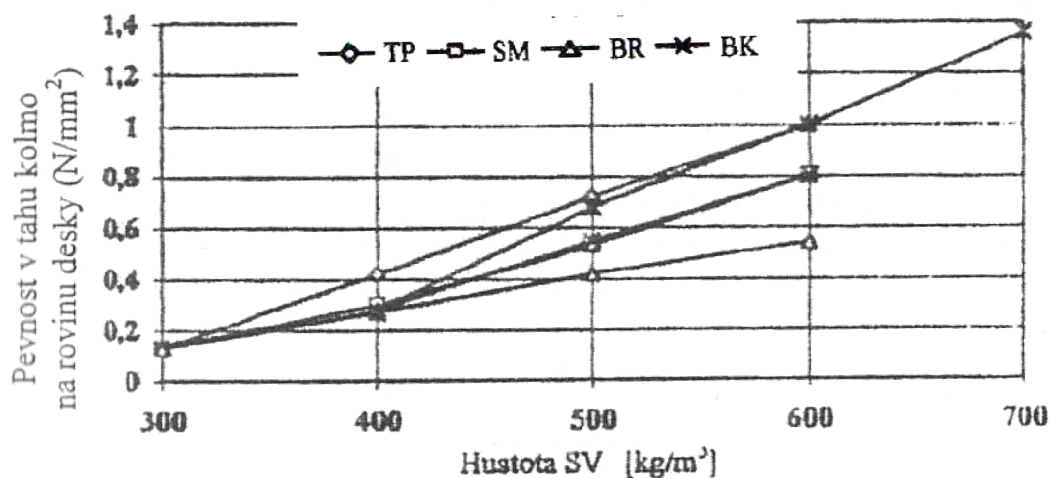
Vztah mezi pevností v tahu kolmo k rovině desky a rychlostí uzavíráním lisu ilustruje graf 17. Graf 18 zobrazuje závislost pevnosti v tahu kolmo k rovině desky na hustotě středových vrstev.

k rovině desky



[Hrázský, Král, 2005]

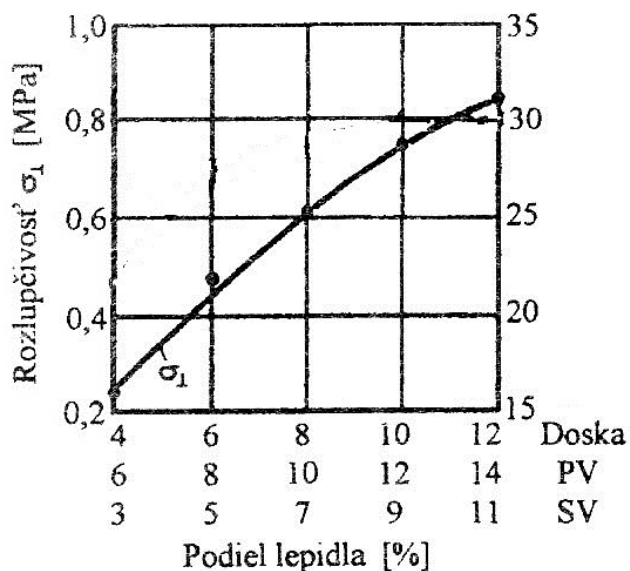
Graf 18 Pevnost v tahu kolmo k rovině desky v závislosti na hustotě středových vrstev třískových desek plošně lisovaných



[Hrázský, Král, 2005]

- **Lepidlo** – Větší množství lepidla pozitivně ovlivňuje hodnoty pevnosti v tahu kolmo na rovinu desky. Vliv průměrného množství lepidla a množství lepidla v povrchové a středové vrstvě je znázorněno na grafu 19.

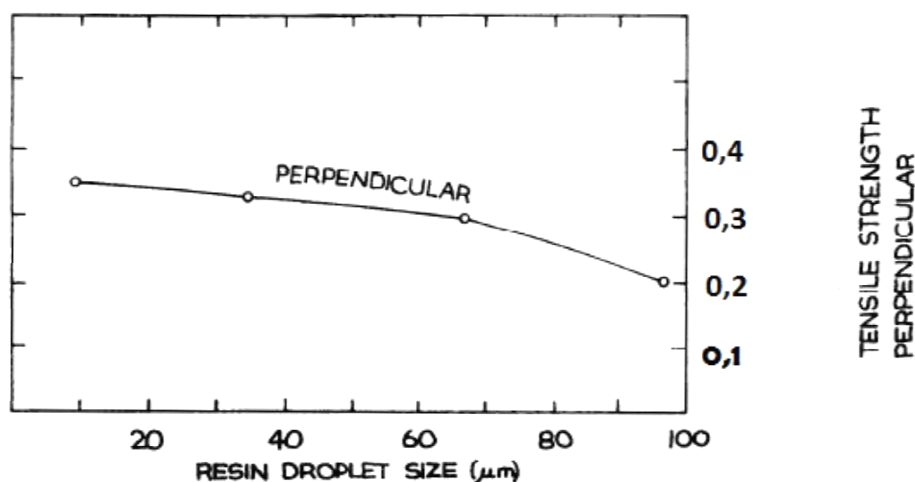
Graf 19 Vliv podílu lepidla na hodnoty pevnosti v tahu kolmo na rovinu desky



[Štefka, 2006]

Podle Meinecke a Klauditze (1976) velikost kapek nanášené směsi ovlivňuje pevnost v tahu kolmo k rovině desky kladně, pokud se jejich velikost zmenšuje. Zkoumán byl vliv velikosti kapek od 35 do 100 μm , větší rozsah nebylo možno skoumat vzhledem k vlastnostem použité nanášečky. [Kelly, 1987]

Graf 20 Vliv velikosti kapek lepidla na pevnost v tahu kolmo k rovině desky



[Kelly, 1987]

11.3 Odpor proti vytažení spojovacích prostředků

Tato technologická vlastnost je specifická zejména pro dřevo a materiály na bázi dřeva. Jedná se především o schopnost držet například hřebíky, vruty, sponky, skoby apod. Této vlastnosti se plně využívá ke spojování materiálu v aplikacích pro nábytkářství, stavebnictví, obalové technice. „Při vnikání spojovacího prostředku do materiálu dochází k částečnému porušení materiálu. Vznikají současně pružné i trvalé deformace, které způsobují určitý tlak materiálu na spojovací prostředky, čímž se vyvolává tření, které způsobuje držení spojovacího prostředku v materiálu.“ [Matovič, 1993]

11.3.1 Stanovení odporu proti vytažení spojovacích prostředků

Provádí se podle normy ČSN EN 13446 *Desky ze dřeva. Stanovení odporu proti vytažení spojovacích prostředků.*

Podstata zkoušky:

Odpor proti vytažení spojovacího prostředku z plochy a boku desky se stanoví změřením síly potřebné na vytažení spojovacího prostředku osazeného do zkušební tělesa. Spojovací prostředek se osadí kolmo k ploše nebo k boku dle pokynů výrobce. Při zatěžování musí být těleso upnuto v odpovídajícím přípravku, aby vytažovací síla působila v ose spojovacího prostředku.

Odpor proti vytažení se vypočítá podle vzorce:

$$f = \frac{F_{\max}}{d \cdot l_p} \quad [N / mm^2] \quad \text{pro hřebíky a vruty}$$

$$f = \frac{F_{\max}}{d \cdot 2 \cdot l_p} \quad [N / mm^2] \quad \text{pro sponky}$$

F_{\max} – maximální vytažovací síla

d – jmenovitý průměr spojovacího prostředku

l_p – hloubka průniku spojovacího prostředku

11.3.2 Faktory ovlivňující odpor proti vytažení spojovacích prostředků

- **Hustota** – S rostoucí průměrnou hustotou stoupá odpor proti vytažení spojovacího prostředku přibližně lineárně. Pro plošně lisované desky s průměrnou hustotou 550 až 800 kg/m³ je odpor proti vytažení spojovacího prostředku kolmo k rovině desky průměrně o 25 % nižší než u rostlého dřeva (stejně druhu z kterého byly vyrobeny třísky porovnávané třískové desky) kolmo k vláknům. Odpor proti vytažení spojovacího prostředku z boku plošně lisovaných desek je přibližně o 100 až 125 % menší než kolmo k rovině desky. [Kolman a kol., 1975]
- **Míra zhuštění třískového koberce** – Vyššího odporu proti vytažení spojovacího prostředku je při stejné průměrné hustotě desek dosaženo při použití dřeviny o nižší hustotě, toto je dáno především těsnějším kontaktem mezi jednotlivými třískami a jejich lepším spojením. Míra zhuštění ovlivňuje především odpor proti vytažení spojovacího prostředku z boku desky. [Kolman a kol., 1975]
- **Orientace třísek** – Desky výtlačně lisované jsou bez opláštění překližkou nebo jiným vhodným materiálem nezpůsobitelé ke spojování vruty a hřebíky. [Kolman a kol., 1975]

12. Normy požadavků na třískové desky

12.1 Třískové desky – Požadavky EN 312

Tato evropská norma specifikuje požadavky pro neopláštěné třískové desky pojené syntetickými pojivy. Třískové desky vyhovující této normě mohou být zařazeny do tříd a uváděny jako desky P1 až P7. Norma dále předepisuje maximální intervaly pro zkoušení jednotlivých vlastností ve výrobě. Hodnoty vlastností požadovaných pro jednotlivé třídy jsou uvedeny v tabulkách v části přílohy.

12.2 Výtlačně lisované třískové desky – Požadavky

ČSN EN 14755

Tato česká verze evropské normy EN 14755 stanovuje požadavky na nenosné výtlačně lisované desky pro použití v suchém prostředí. Norma dále předepisuje maximální intervaly pro zkoušení jednotlivých vlastností ve výrobě. Hodnoty vlastností požadovaných pro jednotlivé třídy jsou uvedeny v tabulkách v části přílohy.

12.3 Cementotřískové desky – Specifikace – Část 1: Všeobecné požadavky ČSN EN 632 – 1

Tato evropská norma specifikuje všeobecné požadavky pro cementotřískové desky definované podle EN 633. Hodnoty vlastností požadovaných pro jednotlivé třídy jsou uvedeny v tabulkách v části přílohy.

12.4 Cementotřískové desky – Specifikace – Část 2: Požadavky na desky pojené portlandským cementem pro použití v suchém, vlhkém a venkovním prostředí ČSN EN 632 – 1

Tato evropská norma pro cementotřískové desky specifikuje požadavky na třískové desky pojené běžným portlandským cementem, jsou zde také uvedeny doplňující informace o

dalších vlastnostech pro určité účely použití. Hodnoty vlastností požadovaných pro jednotlivé třídy jsou uvedeny v tabulkách v části přílohy.

13. Značení desek

Dřevotřískové desky plošně lisované pojené syntetickými pojivy se značí podle normy ČSN EN 312. *Třískové desky – Požadavky*. Dřevotřískové desky výtlačně lisované se značí podle ČSN EN 1475. *Výtlačně lisované třískové desky – Požadavky*. Každá desky nebo svazek musí být zřetelně označena výrobcem 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. Barevné značení je dobrovolné, pokud se však použije musí odpovídat tomuto systému:

Tabulka 6 Dobrovolný barevný kódovací systém pro třískové desky

Specifikace	Barevné značení	Typ desky
Všeobecné, použití sucho	Bílá, bílá, modrá	P1
Vnitřní vybavení, sucho	Bílá, modrá	P2
Vnitřní vybavení, vlhko	Bílá, zelená	P3
Nosné účely, sucho	Žlutá, žlutá, modrá	P4
Nosné účely, vlhko	Žlutá, žlutá, zelená	P5
Zvlášť zatížitelné, sucho	Žlutá, modrá	P6
Zvlášť zatížitelné, vlhko	Žlutá, zelená	P7

[ČSN EN 312]

Značení desek pro stavební účely se provádí podle ČSN EN 13986. *Desky na bázi dřeva pro použití ve stavebnictví – Charakteristiky, hodnocení shody a označení*. Označení CE na desce nebo etiketě musí obsahovat minimálně následující údaje:

- CE (prohlášení o shodě)
- identifikační značka výrobce
- číslo normy požadavků EN 13896
- typ desky například (technickou třídu P5)

- e) jmenovitá tloušťka
- f) formaldehydová třída
- g) reakce na oheň
- h) PCP (pentachlorfenol) je-li větší než 5 ppm
- i) ochrana před biologickým napadením

14. Závěr

Dřevotřískové desky se během svého poměrně krátkého vývoje od výrobku druhořadé kvality změnilly na plnohodnotné zdravotně nezávadné výrobky vyhovující dnešním vysokým nárokům na technické materiály používané v širokém spektru lidských činností. Tento pokrok byl umožněn především díky určení parametrů ovlivňujících mechanické a fyzikální vlastnosti a aplikací těchto poznatků do procesu výroby.

Kvalita a vlastnosti desek jsou určovány použitými vstupními surovinami a technologií výroby. K výrobě třísek je vhodné používat dřeviny s hustotou 350 – 700 kg/m³. Při použití dřeviny vyšší hustoty je nutno hustotu desek zvyšovat pro dosažení odpovídajících vlastností. Rozhodující vliv na pevnost v ohybu a modul pružnosti v ohybu má tvar a velikost třísek. Pro dosažení maximální pevnosti je nutné, aby překrývající se plocha byla dostatečně velká.

Se zvyšováním podílu lepidla roste pevnost v ohybu, modul pružnosti v ohybu a pevnost v tahu kolmo na rovinu desky. Druh použitého lepidla výrazně ovlivňuje odolnost proti působení vlhkosti. Při výrobě desek určených pro použití v suchém prostředí se nejčastěji používá močovino-formaldehydové (UF) lepidlo. Pro desky určené do vlhkého prostředí se používá melamin-močovino-formaldehydové (MUF) nebo isokianátové (MDI) lepidlo. Odolnost proti působení vlhkosti se dále zvyšuje hydrofobním prostředkem, běžně se používá parafínová emulze. Některá lepidla používaná při výrobě desek jsou zdrojem emisí formaldehydu. V souvislosti s rostoucími nároky na kvalitu životního prostředí je kladen velký důraz na snižování těchto emisí.

Mechanické vlastnosti desek jsou nejvíce ovlivněny jejich hustotou. Hustota desek je určena množstvím a hustotou třísek z nichž je deska dané tloušťky vyrobena. Uspokojivých mechanických vlastností lze dosáhnout jen tehdy, pokud se třískový koberec stlačí na výslednou hustotu vyšší, než je hustota dřeviny z které byly třísky vyrobeny. Se stoupající hustotou se zlepšují hodnoty pevnosti v ohybu, modul pružnosti v ohybu, pevnost v tahu kolmo na rovinu desky a odpor proti vytažení spojovacích prostředků. Hustota desek má

taktéž vliv na velikost tloušťkového bobtnání, desky s vyšší hustotou v prostředí se zvýšenou vlhkostí vykazují vyšší hodnoty bobtnání.

Výrazný vliv na vlastnosti desek má vedle průměrné hustoty také příčný hustotní profil. Hustotní profil se utváří zejména v čase uzavírání lisu, kratší čas uzavírání lisu vytváří strmý hustotní profil tvaru písmene (U). Desky se strmým průběhem hustotního profilu dosahují vyšších hodnot pevnosti v ohybu a modulu pružnosti v ohybu, ale pevnost v tahu kolmo na rovinu desky je nižší. Tvar hustotního profilu dále ovlivňuje velikost tloušťkového bobtnání, strmý průběh hustotního profilu snižuje velikost tloušťkového bobtnání, přes silně stlačené povrchové vrstvy vlhkost proniká do desky pomaleji.

Pro speciální účely použití byly vytvořeny modifikované dřevotřískové desky. Jako protipožární obklady, podhledy atd., mohou sloužit desky GRENAMAT, u nichž je požární odolnosti dosaženo nahrazením části třísek vermikulitem. Cementotřískové desky pojené hydraulickým cementem jsou odolné proti vodě, dřevokaznému hmyzu a je možné je použít ve venkovním prostředí. Pro snadnou výrobu ohýbaných nábytkových dílců slouží ohýbatelné dřevotřískové desky Recoflex tvořené ze stejného podílu dřevního, korkového a latexového granulátu.

Definice a vhodná kombinace technologických a surovinových faktorů ve výrobě umožňuje výrobu desek přesně odpovídajících danému účelu a prostředí použití a napomáhá dokonalejšímu využití dřevní suroviny.

Seznam literatury

Baiak, Marian; Dubovský, Ján. *Problémy z mechanických vlastností dřeva*. Technická univerzita vo Zvolene, 2001. 71 str. ISBN 80-228-1076-2.

Gandelová, Libuše; Horáček, Petr; Šlezingerová, Jarmila. *Nauka o dřevě*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2002. ISBN 80-228-1705-8.

Heebink, B. G.; Lehmann W. F.; Hefty F. V. *Reducing particleboard pressing time: Exploratory study*. USDA Forestry Service. FPL 180. Forestry Production Laboratory., Madison, Wisconsin, 1972.

Hrázský, Jaroslav; Král, Pavel. *Hustotní profil a vlastnosti třískových desek*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2003 I. ISBN 80-7157-649-2.

Hrázský, Jaroslav; Král, Pavel. *Technologie výroby aglomerovaných materiálů*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2003 II. ISBN 80-7157-098-2

Hrázský, Jaroslav; Král, Pavel. *Vliv rozložení plošné hustoty na fyzikální a mechanické vlastnosti dřevotřískových desek*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2005. ISBN 80-7157-842-8.

Hrázský, Jaroslav; Král, Pavel. *Kompozitní materiály na bázi dřeva část I. Aglomerované materiály*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2007. ISBN 978-80-7375-034-3.

Kelly, Myron, W. *Relationships between processing parametres and physical properties of particleboard*. Department of Wood and Paper Science School of Forest Resources North Carolina State University, Raleigh, 1987. ID GTR-FPL-010.

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

Lehmann, W. F. *Improved particleboard through better resin efficiency*. Forestry Production Laboratory, 1965. DOI: 10.1007/BF02875049.

Matovič, Anton. *Fyzikální a mechanické vlastnosti dřeva a materiálů na bázi dřeva*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 1993. ISBN 80-7157-086-9.

Sedliačik, J. *Procesy lepenia dreva plastov a kovov*. TU Zvolen, 2005.
ISBN 80-228-1500-4

Štefka, Vilém. *Kompozitné drevné materiály*. Technická univerzita vo Zvolene, 2006.
ISBN 80-228-1705-8.

Awang Bono; Yeo, Kiam, Beng; Nancy, Julius, Siambun. *Melamine-urea-formaldehyde (MUF) resin: The effect of the number of reaction stages and mole ratio on resin properties*. Jurnal Teknologi, 38 (6). 2003: str. 43–52. [online]. [cit. 2011-04-15].

Dostupné z:

[http://www.google.cz/url?sa=t&source=web&cd=2&sqi=2&ved=0CCoQFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.penerbit.utm.my%2Fonlinejournal%2F38%2FF%2FJT38F5.pdf&rct=j&q=Melamine-urea-formaldehyde%20\(MUF\)%20resin&ei=L4S2TY_BHlzNsgaXsc3dDQ&usg=AFQjCNG495yUS4F6Yw5NJSmf-FwthymPOA&cad=rja](http://www.google.cz/url?sa=t&source=web&cd=2&sqi=2&ved=0CCoQFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.penerbit.utm.my%2Fonlinejournal%2F38%2FF%2FJT38F5.pdf&rct=j&q=Melamine-urea-formaldehyde%20(MUF)%20resin&ei=L4S2TY_BHlzNsgaXsc3dDQ&usg=AFQjCNG495yUS4F6Yw5NJSmf-FwthymPOA&cad=rja)

BSW Berleburger Schaumstoffwerk GmbH [online]. 20.5.2005 [cit. 2011-04-14]

Dostupné z: <http://www.berleburger.com>

CIDEM Hranice, a.s., *Divize CETRIS* [online]. 2011 [cit. 2011-04-15]

Dostupné z: <http://www.cetris.cz/>

Grena, a.s., *Protipožární materiály* [online]. 2011 [cit. 2011-04-14]

Dostupné z: <http://www.grena.cz/>

IARC. *Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans* [online]. 2.5 2006 [cit. 2011-04-14]

Dostupné z: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol88/mono88.pdf>

Integrovaný registr znečišťování. *Formaldehyd* [online]. 2010 [cit. 2011-04-14]

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

Reisner, J.; Böhm, M., 2010 *Dřevotřískové desky*. Lesnická práce, 89 (5): str. 16–17.

ČSN EN 312. *Třískové desky – Požadavky*. Praha, Český normalizační institut, 2004.
15 stran.

ČSN EN 1475. *Výtlačně lisované třískové desky – Požadavky*. Praha: Český normalizační institut, 2006. 6 stran.

ČSN EN 634 – 1. *Cementotřískové desky – Specifikace – Část 1: Všeobecné požadavky*. Praha: Český normalizační institut, 1997. 6 stran.

ČSN EN 634 – 2. *Cementotřískové desky – Specifikace – Část 2: Požadavky pro třískové desky spojené portlandským cementem pro použití v suchém, vlhkém a venkovním prostředí*. Praha: Český normalizační institut, 2007. 10 stran.

ČSN EN 13986. *Desky na bázi dřeva pro použití ve stavebnictví – Charakteristiky, hodnocení shody a označení*. Praha: Český normalizační institut, 2005. 43 stran.

ČSN EN 326 – 1 *Dřevní materiály. Odběr vzorků, řezání a dozor. Odběr vzorků, nařezávání zkušebních těles a vyjádření výsledků*. Praha: Český normalizační institut, 1997. 12 stran.

ČSN EN 322 *Desky ze dřeva – Zjišťování vlhkosti* Praha: Český normalizační institut, 1994.
7 stran.

ČSN EN 318 *Desky ze dřeva – Stanovení rozměrových změn v závislosti na změnách relativní vlhkosti vzduchu*. Praha: Český normalizační institut, 2003. 10 stran.

ČSN EN 1087 – 1 *Třískové desky – Stanovení odolnosti proti vlhkosti – část 1: Varná zkouška*. Praha: Český normalizační institut, 1996. 7 stran.

ČSN EN 323 *Desky ze dřeva – Zjišťování hustoty*. Praha: Český normalizační institut, 1994.
7 stran.

ČSN EN 120 *Dřevní materiály – Zjišťování obsahu formaldehydu: Extrakční postup zvaný „perforátorová metoda“*. Praha: Český normalizační institut, 1994. 13 stran.

ČSN EN 717 – 1 *Stanovení úniku formaldehydu – Část 1: Emise formaldehydu komorovou metodou*. Praha: Český normalizační institut, 2005. 31 stran.

ČSN EN 310 *Desky ze dřeva – stanovení modulu pružnosti a pevnosti v ohybu*. Praha: Český normalizační institut, 1995. 7 stran.

ČSN EN 319 *Třískové a vláknité desky – Stanovení pevnosti v tahu kolmo na rovinu desky*. Praha: Český normalizační institut, 1994. 9 stran.

Seznam obrázků

Obr. 1 Struktura třískových desek kolmo k rovině desky	4
Obr. 2 Příklad použití desek Recoflex	5
Obr. 3 Dveře s protipožární výplní z desky GRENAMAT	6
Obr. 4 Rotorový odkorňovač Cambio	10
Obr. 5 Válcový roztřískovač, diskový roztřískovač	11
Obr. 6 Prstencový roztřískovač	12
Obr. 7 Beznožový roztřískovač (drtič)	13
Obr. 8 Jednocestná bubnová sušárna	13
Obr. 9 Vibrační třídič	14
Obr. 10 Domílací mlýn s pneumatickým třídícím efektem	15
Obr. 11 Schéma rychloběžné prstencové nanášedky	15
Obr. 12 Schéma bubnové nanášedky typu Dreis	15
Obr. 13 Pneumatické vrstvicí zařízení	16
Obr. 14 Vrstvicí zařízení s mechanickou graduací třísek	16
Obr. 15 Kontinuální lis KontiRoll	17
Obr. 16 Příklad nářezového plánu pro odběr těles z desky	20
Obr. 19 Porovnání průběhu napětí u jednovrstvé, třívrstvé a gradientově vrstvené TD	37
Obr. 18 Průběh ohybového momentu a jednotlivých druhů napětí v jednovrstvé TD	37
Obr. 20 Napětově deformační pracovní diagram	38
Obr. 21 Uspořádání ohybové zkoušky	39

Seznam grafů

Graf 1 Hystereze sorpce a desorpce vody pro dřevo smrku při teplotě 25 °C	23
Graf 2 Závislost vlhkosti dřeva na teplotě a vlhkosti vzduchu	23
Graf 3 Sorpční izoterma třívrstvé DTD	26
Graf 4 Účinek hydrofobizace TD parafínem	27
Graf 5 Závislost bobtnání TD z různých dřevin na jejich průměrné hustotě	28
Graf 6 Bobtnání a nasákavost TD s různým příčným profilem hustoty	28
Graf 7 Vliv tloušťky třísek na tloušťkové vypružení	29
Graf 8 Ideální profil hustoty třískové desky	32

Graf 9 Profil hustoty dřevotřískových desek při různé kombinaci vlhkosti povrchových a středových třísek	32
Graf 10 Profil hustoty třískových desek v závislosti na době zavírání lisu	33
Graf 11 Závislost hustotního profilu na tloušťce desky	34
Graf 12 Pevnost v ohybu třískových desek vyrobených ze dřeva různých dřevin v závislosti na hustotě	40
Graf 13 Závislost pevnosti v ohybu kolmo k rovině desky na rychlosti uzavírání lisu	43
Graf 14 Závislost pevnosti v ohybu na množství lepidla	44
Graf 15 Závislost pevnosti v ohybu na obsahu vlhkosti třívrstvé TD	44
Graf 16 Průběh změn pevnosti v tahu kolmo k rovině desky při různých hustotách desky (jednovrstvá TD, 8 % lepidla, tl. 20 mm)	46
Graf 17 Vliv rychlosti uzavírání lisu na pevnost v tahu kolmo k rovině desky	46
Graf 18 Pevnost v tahu kolmo k rovině desky v závislosti na hustotě středových vrstev třískových desek plošně lisovaných	47
Graf 19 Vliv podílu lepidla na hodnoty pevnosti v tahu kolmo na rovinu desky	47
Graf 20 Vliv velikosti kapek lepidla na pevnost v tahu kolmo k rovině desky	48

Seznam tabulek

Tabulka 1 Průměrné hustoty a velikost tloušťkového bobtnání TD pojených UF lepidlem ...	28
Tabulka 2 Rozdíly v bobtnání v závislosti na orientaci třísek	29
Tabulka 3 Hustota vybraných dřevin, hustoty a odpovídající pevnosti třískových desek z nich vyrobených	41
Tabulka 4 Závislost pevnosti v ohybu třískových desek na štíhlostním stupni třísek	42
Tabulka 5 Závislost pevnosti v ohybu na průměrné hustotě desek	43
Tabulka 6 Dobrovolný barevný kódovací systém pro třískové desky	51

Seznam příloh

Tabulka 1 Požadavky na neopláštěné třískové desky plošně lisované, pojené syntetickými pojivy	I
Tabulka 2 Maximální intervaly mezi zkouškami při výrobě plošně lisovaných dřevotřískových desek, pojených syntetickými pojivy.....	III
Tabulka 3 Požadavky na výtlačně lisované třískové desky	III
Tabulka 4 Minimální hodnoty mechanických vlastností výtlačně lisovaných desek podle	III
Tabulka 5 Maximální intervaly mezi zkouškami pro zjišťování vlastností při výrobě výtlačně lisovaných desek	IV
Tabulka 6 Všeobecné požadavky na cementotřískové desky při expedici	IV
Tabulka 7 Cementotřískové desky, požadavky na základní vlastnosti podle	IV
Tabulka 8 Maximální intervaly mezi zkouškami pro zjišťování vlastností při výrobě cementotřískových desek	V
Tabulka 9 Charakteristické doplňkové vlastnosti sledované u desek pro použití ve stavebnictví podle	VI
Tabulka 10 Vlastnosti elastických desek Recoflex udávané výrobcem	VII
Tabulka 11 Vlastnosti protipožárních desek GRENAMAT udávané výrobcem	VIII
Tabulka 12 Vlastnosti cementotřískových desek CETRIS BASIC s nebroušeným povrchem udávané výrobcem	IX

Přílohy

Tabulka 1 Požadavky na neopláštěné třískové desky plošně lisované, spojené syntetickými pojivy podle ČSN EN 312 – 2004

Vlastnosti		Zkušební metoda	Jednotka	Tloušťková třída	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Rozměry desky *	tloušťka, délka, šířka	EN 324 - 1	mm	broušené	± 0,3 uvnitř desky a mezi deskami						
				nebroušené	- 0,3 + 1,7 uvnitř desky a mezi deskami ± 5						
Pravouhlost * přímost boků *		EN 324 - 2	mm/m		2 1,5						
Vlhkost		EN 322	%		5 – 13						
Hustota *		EN 323	kg/m ³		tolerance ± 10 % vzhledem k střední hustotě uvnitř desky						
Obsah a únik formaldehydu **		EN 120 ENV 717 - 1	mg/100g		E1 obsah ≤ 8 mg/100g **** E1 únik ≤ 0,124 mg/m ³ *** E2 obsah > 8 mg/100g ≤ 30 E2 únik > 0,124 mg/m ³ ***						
Pevnost v ohybu	EN 310	MPa	3 – 4	14	13	13	15	20			
			> 4 – 6	14	14	14	16	19			
			> 6 – 13	12,5	13	15	16	18	20	22	
			> 13 – 20	11,5	13	14	15	16	18	20	
			> 20 – 25	10	11,5	12	13	14	16	18,5	
			> 25 – 32	8,5	10	11	11	12	15	17	
			> 32 – 40	7	8,5	9	9	10	14	16	
			> 40	5,5	7	7,5	7	9	12	15	
Modul pružnosti v ohybu	EN 310	MPa	3 – 4		1800	1800	1950	2550			
			> 4 – 6		1950	1950	2200	2550			
			> 6 – 13		1800	2050	2300	2550	3150	3350	
			> 13 – 20		1600	1950	2300	2400	3000	3100	
			> 20 – 25		1500	1850	2050	2150	2550	2900	
			> 25 – 32		1350	1700	1850	1900	2400	2800	
			> 32 – 40		1200	1550	1500	1700	2200	2600	
			> 40		1050	1350	1200	1550	2050	2400	
Rozlupčivost	EN 319	MPa	3 – 4	0,31	0,45	0,50	0,45	0,50			
			> 4 – 6	0,31	0,45	0,5	0,45	0,50			
			> 6 – 13	0,28	0,40	0,45	0,40	0,45	0,60	0,75	
			> 13 – 20	0,24	0,35	0,45	0,35	0,45	0,50	0,70	
			> 20 – 25	0,20	0,30	0,40	0,30	0,40	0,40	0,65	
			> 25 – 32	0,17	0,25	0,35	0,25	0,35	0,35	0,60	
			> 32 – 40	0,14	0,20	0,30	0,20	0,30	0,30	0,55	
			> 40	0,14	0,20	0,25	0,20	0,25	0,25	0,50	
Přídržnost povrchu	EN 311	MPa	> 3		0,8						

Pokračování tabulka 1 Požadavky na neopláštěné třískové desky plošně lisované, pojené syntetickými pojivy podle ČSN EN 312 – 2004

Vlastnosti	Zkušební metoda	Jednotka	Tloušťková třída	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Bobtnání 24 hodin	EN 317	MPa	3 – 4			17	23	13		
			> 4 – 6			16	19	12		
			> 6 – 13			14	16	11	15	9
			> 13 – 20			14	15	10	14	8
			> 20 – 25			13	15	10	14	8
			> 25 – 32			13	15	10	14	8
			> 32 – 40			12	14	9	13	7
			> 40			12	14	9	13	7
Rozlupčivost po zkoušce cyklováním	EN 321	MPa	3 – 4			0,18		0,30		
			> 4 – 6			0,18		0,30		
			> 6 – 13			0,15		0,25		0,41
			> 13 – 20			0,13		0,22		0,36
			> 20 – 25			0,12		0,20		0,33
			> 25 – 32			0,10		0,17		0,28
			> 32 – 40			0,09		0,15		0,25
			> 40			0,08		0,12		0,20
Bobtnání 24 hodin po zkoušce cyklováním	EN 321	MPa	3 – 4			15		12		
			> 4 – 6			14		12		
			> 6 – 13			14		12		11
			> 13 – 20			13		12		11
			> 20 – 25			12		11		10
			> 25 – 32			12		10		9
			> 32 – 40			11		9		8
			> 40			11		9		8
Rozlupčivost po zkoušce varem	EN 1087 - 1	MPa	3 – 4			0,09		0,15		
			> 4 – 6			0,09		0,15		
			> 6 – 13			0,09		0,15		0,25
			> 13 – 20			0,08		0,14		0,23
			> 20 – 25			0,07		0,12		0,20
			> 25 – 32			0,07		0,11		0,18
			> 32 – 40			0,06		0,10		0,17
			> 40			0,06		0,09		0,15
<p>* Platí pro rovnovážnou vlhkost materiálu odpovídající relativní vlhkosti vzduchu 65 % a teplotě 20 °C. ** Perforátorová hodnota pro vlhkost H = 6,5 %. U desek o jiné vlhkosti (v rozsahu 3 % ≤ H ≤ 10 %) se perforátorová hodnota násobí faktorem F = - 0,133 H + 1,86. *** Požadováno pro počáteční zkoušení typu. U zavedených výrobků může být počáteční zkouška vykonána na základě existujících dat ze zkoušek podle EN 120, nebo EN 717 – 2 při řízení výroby nebo cizím dohledu. **** Dosavadní zkušenosti ukazují, že pro shodu s tímto požadavkem, nesmí půlroční průměr stanovený podle EN 120 při vlastním řízení výroby překročit hodnotu 6,5 mg/100g desky.</p>										

[ČSN EN 312]

Tabulka 2 Maximální intervaly mezi zkouškami při výrobě plošně lisovaných dřevotřískových desek, pojených syntetickými pojivy podle ČSN EN 312 – 2004

Vlastnost	Maximální interval mezi zkouškami
Vlhkost pro všechny typy desek	8 h pro každý typ desky
Obsah formaldehydu třída E1 třída E2	24 h pro každý typ desky 1 týden pro každý typ desky
Ostatní	8 h
Pevnost v tahu pro všechny typy desek	1 měsíc

[ČSN EN 312]

Tabulka 3 Požadavky na výtlačně lisované třískové desky podle ČSN EN 14755

Vlastnosti	Zkušební metoda	Jednotka	ES	ET	ESL	ETL
Vlhkost při dodání	EN 322	%	5 – 13			
Hustota	EN 323	kg/m ³	tolerance ± 15 % vzhledem k střední hustotě uvnitř desky			
Obsah a únik formaldehydu **	EN 120 ENV 717 - 1	mg/100g	E1 obsah ≤ 8 mg/100g E1 únik ≤ 0,124 mg/m ³ ** E2 obsah > 8 mg/100g ≤ 30 *** E2 únik > 0,124 mg/m ³ ***			
<p>* Perforátorová hodnota pro vlhkost H = 6,5 %. U desek o jiné vlhkosti (v rozsahu 3 % ≤ H ≤ 10 %) se perforátorová hodnota násobí faktorem F = - 0,133 H + 1,86.</p> <p>** Požadováno pro počáteční zkoušení typu. U zavedených výrobků může být počáteční zkouška vykonána na základě existujících dat ze zkoušek podle EN 120, nebo EN 717 – 2 při řízení výroby nebo cizím dohledu.</p> <p>*** V některých zemích je povolena jen výroba desek třídy E1.</p>						

[ČSN EN 1475]

Tabulka 4 Minimální hodnoty mechanických vlastností výtlačně lisovaných desek podle ČSN EN 14755

Typ desky	Tloušťková třída	Pevnost v ohybu kolmo na směr výroby (N/mm ²)	Pevnost v ohybu rovnoběžně se směrem výroby (N/mm ²)
ES	≤ 16	4	0,17
	> 16 ≤ 50	3	0,17
ET	≤ 30	2,5	0,17
	> 30 ≤ 45	1,7	0,17
	> 45 ≤ 70	1	0,17
ESL	Všechny tloušťky	1	0,1
ETL		1	0,1

[ČSN EN 1475]

Tabulka 5 Maximální intervaly mezi zkouškami pro zjišťování vlastností při výrobě výtlačně lisovaných desek podle ČSN EN 14755

Vlastnost	Maximální interval mezi zkouškami
Vlhkost pro všechny typy desek	24 h
Obsah formaldehydu třída E1 třída E2	24 h pro typ desky (ES nebo ETL a ET nebo ETL) 1 týden
Hustota pro všechny typy desek	8 h
Pevnost v tahu pro všechny typy desek	1 měsíc
Pevnost v ohybu pro všechny typy desek	1 týden

[ČSN EN 1475]

Tabulka 6 Všeobecné požadavky na cementotřískové desky při expedici podle EN 634 – 1

Vlastnosti		Zkušební metoda	Jednotka	Tloušťka desek	Požadavek	
Rozměry desky	tloušťka,	EN 324 - 1	mm		broušené	± 0,3 uvnitř desky a mezi deskami pro
				< 12	nebroušené	± 0,7
				12 ≤ tl. < 15		± 1,0
	15 ≤ tl. < 19			± 1,2		
	≥ 19		± 1,5			
	délka, šířka					± 5
Pravoúhlost přímost boků		EN 324 - 2	mm/m			2 1,5
Vlhkost		EN 322	%			6 – 12

[ČSN EN 634 - 1]

Tabulka 7 Cementotřískové desky, požadavky na základní vlastnosti podle ČSN EN 634 – 2

Vlastnost	Zkušební metoda	Jednotka	Požadavky
Hustota	EN 323	kg/m ³	1000
Pevnost v ohybu	EN 310	N/mm ²	9
Modul pružnosti v ohybu	EN 310	N/mm ²	Třída 1: 4500 Třída 1: 4000
Rozlupčivost	EN 319	N/mm ²	0,5
Bobtnání po 24 h	EM 317	%	1,5
Rozlupčivost po cyklování	EN 319 a EN 321	N/mm ²	0,3
Bobtnání po cyklování	EN 317 a EN 322	%	1,5

[ČSN EN 634 - 2]

Tabulka 8 Maximální intervaly mezi zkouškami pro zjišťování vlastností při výrobě cementotřískových desek podle ČSN EN 634 – 2

Vlastnost	Maximální intervaly mezi zkouškami
Tloušťka (nebroušené)	8 h
Tloušťka (broušené)	2 h
Délka	2 h
Šířka	2 h
Pravouhlost	2 h
Přímost boků	2 h
Vlhkost	2 h
Hustota Pevnost v ohybu Modul pružnosti v ohybu	8 h na tloušťkovou třídu*
Rozlupčivost Bobtnání	24 h
Rozlupčivost po cyklování Bobtnání po ciklování	1 týden
* Tloušťková třída definována jako třída tloušťek v rozsahu do ± 6 mm vyrobené tloušťky.	

[ČSN EN 634 - 2]

Tabulka 9 Charakteristické doplňkové vlastnosti sledované u desek pro použití ve stavebnictví podle ČSN EN 13986

Třídy reakce na oheň (eurotřídy podle EN 13501 - 1)					
Typ desky	EN výrobku	Minimální hustota [kg/m ³]	Minimální tloušťka [mm]	S výjimkou podlah	Pro podlahy
Třískové desky	EN 312	600	9	D-s2, d0	D _{FL} -s1
Cementotřískové desky	EN 634 - 2	1000	10	B-s1,d0	D _{FL} -s1
Součinitele difuzního odporu podle EN 12524					
Typ desky	Průměrná hustota [kg/m ³]	Faktor difuzního odporu			
		μ vlhké		μ suché	
Třísková deska	300	10		50	
	600	15		50	
	900	20		50	
Cementotřískové desky	1200	30		50	
Činitel zvukové pohltivosti podle EN ISO 354					
Typ desky	Činitel zvukové pohltivosti				
	frekvenční rozsah 250 Hz až 500Hz			frekvenční rozsah 1000 Hz až 2000Hz	
Cementotřískové desky	0,1			0,3	
Tepelná vodivost desek o různé hustotě					
Typ desky	Průměrná hustota [kg/m ³]		Tepelná vodivost λ W/(m.K)		
Třískové desky	300		0,07		
	600		0,12		
	900		0,18		
Cementotřískové desky	1200		0,23		

[ČSN EN 13986]

Tabulka 10 Vlastnosti elastických desek Recoflex udávané výrobcem BSW Berleburger Schaumstoffwerk, GmbH

Vlastnosti	Jednotka	Zkušební norma	Recoflex	Recoflex oboustranně opláštěvaný HPL laminátem	Recoflex oboustranně opláštěvaný dýhou
Hustota	kg/m ³	EN 323	441	-	-
Plošná hmotnost	g/m ² /mm		440	-	-
Objemové bobtnání po 24 h ve vodě 20 °C	%	EN 317	1,21	-	-
Objemové bobtnání po 2 h ve vodě 100 °C	%	EN 317	1,5	-	-
Pevnost v tahu	N/mm ²	EN ISO 527	0,62	-	-
Pevnost v ohybu	N/mm ²	EN 310	-	14,47	11,93
Prodloužení při přetržení	%	EN ISO 527	17	1,509	1,34
Modul elasticity při ohybu	N/mm ²	EN 310	-	-	-
Odolnost vůči vytažení vrutu v axiálním směru	N	EN310	109	-	-
Pevnost v tahu kolmo na rovinu desky	N/mm ²	EN 320	0,68	-	-
Tvrдость podle Shore	-	EN ISO 868	66	-	
Trvalá deformace při statickém zatížení	mm	EN 433	3,2	0,06	0,16
Součinitel tepelné vodivosti λ_R	W/m.K	DIN 52612 - 1	$\Lambda_{10} = 0,084$	0,86	0,91
Emise formaldehydu	ppm	EN 120	0,005		

[www.berleburger.com]

Tabulka 11 Vlastnosti protipožárních desek GRENAMAT udávané výrobcem Grena, a.s.

Vlastnosti	Jednotky	GRENAMAT AL	GRENAMAT B	GRENAMAT B
Hustota EN 323	kg/m ³	800 – 480 v závislosti na tloušťce desky	450 – 800 v závislosti na tloušťce desky	800 – 480 v závislosti na tloušťce desky
Tolerance tloušťky EN 324 - 1	mm	± 0,3	± 0,2	± 0,2
Reakce na oheň dle EN 13 501:1	-	A1, nehořlavá	B , těžce hořlavé	C, středně hořlavé
Pevnost v ohybu (v podélném i příčném směru) EN 310	N/mm ²	3,60 pro tl. desky 19 mm	10,60 pro tl. desky 19 mm	10,60 pro tl. desky 19 mm
Pevnost v tlaku EN ISO 527	N/mm ²	2,95	10,75	12,95
Pevnost proti vytržení šroubu ČSN EN 320	N	450 tl. desky 19 mm	985 tl. desky 19 mm	995 tl. desky 19 mm
Hodnota pH	-	5,5	5,5	5,5
Obsah vlhkosti (baleno ve fólii)	%	4 – 8	4 – 6	4 – 6
Chemické složení:				
Dřevní třísky		7,46	48,45	73,90
Al ₂ O ₃	%	9,10	3,10	3,10
SiO ₂		54,75	28,75	15,65
MgO		23,48	15,48	5,35
Alkali		5,21	4,21	1,98

[www.grena.cz]

Tabulka 12 Vlastnosti cementotřískových desek CETRIS BASIC s nebroušeným povrchem udávané výrobcem CIDEM Hranice, a.s., *Divize CETRIS*

Vlastnosti	Jednotky	CETRIS BASIC
Hustota ČSN EN 323	kg/m ³	1350
Pevnost v tahu za ohybu ČSN EN 310	N/mm ²	min. 11,5
Modul pružnosti dle ČSN EN 310	N/mm ²	min. 6800
Pevnost v tahu kolmo na rovinu desky ČSN EN 319	N/mm ²	0,63
Hmotnostní rovnovážná vlhkost při 20° a relativní vlhkosti 50 % EN 634 - 1	%	9,5
Lineární roztažnost při změně vlhkosti vzduchu z 35% na 85% při 23 °C ČSN EN 13 009	%	max. 0,122
Součinitel tepelné roztažnosti ČSN EN 13 471	1/K	10×10 ⁻⁵
Nasákavost desky při uložení ve vodě po dobu 24 hodin)	%	16
Tloušťkové bobtnání při uložení ve vodě po dobu 24 hodin	%	0,28
Součinitel tepelné vodivosti dle ČSN EN 12 664	W/m.K	tl. 8 mm – 0,200 tl. 22 mm – 0,251 tl. 40 mm – 0,287
Faktor difuzního odporu dle ČSN EN ISO 12 572	-	tl. 8 mm – 52,8 tl. 40 mm – 69,2
Tloušťkové bobtnání po cyklování ve vlhkém prostředí ČSN EN 321	%	max. 0,31
pH desky	-	12,5

[www.cetris.cz]