

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA

V PRAZE

FAKULTA LESNICKÁ A ENVIRONMENTÁLNÍ

KATEDRA ZPRACOVÁNÍ DŘEVA

OBOR: DŘEVAŘSTVÍ



Téma práce :

Vliv vlhkosti na pevnost v ohybu a modul pružnosti
v ohybu u desek OSB/3

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Martin Böhm, Ph.D.

Autor diplomové práce:

Tomáš Rach

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem tuto práci na téma: „Vliv vlhkosti na pevnost v ohybu a modul pružnosti v ohybu u desek OSB/3“ vypracoval samostatně a použil jen pramenů, které uvádím v použitých zdrojích.

V Praze 11.5.2009

.....
Tomáš Rach

Poděkování:

Chtěl bych poděkovat vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Martinu Böhmovi, Ph.D. za pomoc a cenné rady při vypracování této práce.

Autorský referát

Tato diplomová práce se věnuje deskám OSB/3. Na začátku jsou popsány základní informace o OSB deskách (charakteristika, postup výroby, použitá lepidla, adt.). Poté následuje postup měření hodnot. Prostřednictvím grafu a statistiky jsem znázornil závislost pevnosti v ohybu a modulu pružnosti v ohybu na vlhkosti desek OSB.

Klíčové pojmy: desky s velkoplošnými orientovanými třískami (OSB), vlhkost, pevnost v ohybu, modul pružnosti v ohybu.

ABSTRACT

This thesis attends to OSB/3 boards. At the beginning are described the basic information about OSB boards (characteristics, manufacturing process, used sticks, etc.). Than follows the procedure values measurement. Through the graph and statistics I have attempted to find the dependence of bending strength and modulus of elasticity in bending on the OSB boards humidity.

Key Words: oriented strand boards (OSB), humidity, bending strength, modulus of elasticity in bending.

OBSAH

1. ÚVOD	4
2. DEFINICE A HISTORIE OSB DESEK	5
3. ZPŮSOB VÝROBY OSB DESEK	5
3.1. ODKORNĚNÍ.....	5
3.2. ROZTRÍSKOVÁNÍ.....	6
3.3. MEZISKLAD	7
3.4. SUŠENÍ	7
3.5. TRÍDĚNÍ.....	8
3.6. MEZISKLAD	8
3.7. NANÁŠENÍ LEPIDLA	8
3.8. VRSTVENÍ KOBERCE	9
3.9. FORMÁTOVÁNÍ KOBERCE PŘI POUŽITÍ ETÁŽOVÝCH LISŮ.....	11
3.10. LISOVÁNÍ.....	11
3.11. FORMÁTOVÁNÍ.....	12
3.12. AKLIMATIZACE	12
3.13. BROUŠENÍ.....	12
3.14. ROVNÁNÍ DO BALÍKU, ZNAČENÍ, EXPEDIČNÍ SKLAD	13
4. LEPIDLA VYUŽÍVANÁ PŘI VÝROBĚ AGLOMEROVANÝCH MATERIÁLŮ	14
4.1. HISTORIE LEPIDEL	14
4.2. MOČOVINOFORMALDEHYDOVÁ LEPIDLA (UF)	15
4.2.1. UF pryskyřice se získávají kondenzací močoviny a formaldehydu:.....	15
4.2.2. Do UF lepidel se před použitím musí přidat ještě další látky:	17
4.3. FENOLFORMALDEHYDOVÁ LEPIDLA (PF)	18
4.3.1. Základními složkami pro výrobu PF lepidel jsou především fenoly a formaldehyd:	18
4.4. MELAMINFORMALDEHYDOVÉ LEPIDLO (MEF).....	21
4.5. IZOKYANÁTOVÁ LEPIDLA (MDI).....	21
4.6. POLYIZOKYANÁTOVÁ LEPIDLA (PMDI)	24
5. FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ MECHANICKO-FYZIKÁLNÍ VLASTNOSTI OSB DESEK	25
5.1. FAKTORY SUROVINOVÉ	25
5.1.1. Druh dřeva	25
5.1.2. Kvalita třísek.....	26
5.1.3. Rozměry třísek.....	26
5.1.4. Jednotlivé hrubosti (frakce) třísek	26
5.1.5. Vrstvení koberce a orientace třísek.....	27
5.1.6. Lepidla a jiné chemické látky	28
5.2. FAKTORY TECHNOLOGICKÉ	28

5.2.1.	Příprava dřevěných částic s požadovanými parametry	28
5.2.2.	Aplikace lepidla a ostatních chemických látek	29
5.2.3.	Tvorba koberce třísek	29
5.2.4.	Lisovací proces	29
5.2.5.	Dokončovací procesy.....	30
6.	OSB JAKO EKOLOGICKÝ MATERIÁL	32
6.1.1.	Formaldehyd (Fd)	32
6.1.2.	Výskyt formaldehydu v životním prostředí	32
6.1.3.	Uvolňování formaldehydu	34
6.1.4.	Vývoj množství volného formaldehydu v třískových deskách	34
7.	VLHKOST A OSB DESKY	36
7.1.	TERMÍNY SOUVISEJÍCÍ S VLHKOSTÍ	37
8.	NORMY POTŘEBNÉ K MĚŘENÍ	39
8.1.	DESKA Z ORIENTO VANÝCH PLOCHÝCH TŘÍSEK (OSB).....	39
8.1.1.	Suché prostředí	39
8.1.2.	Vlhké prostředí	39
8.1.3.	Klasifikace desek	39
8.2.	ODBĚR VZORKŮ.....	40
8.2.1.	Odběr desek	40
8.2.2.	Odběr zkušebních těles	41
8.2.3.	Zkušební tělesa	41
8.3.	VYJÁDRĚNÍ VÝSLEDKŮ – POPISNÁ STATISTIKA	43
8.4.	DESKY NA BÁZI DŘEVA OSB	43
8.4.1.	EN 300: OSB/2: Nosné desky pro použití v suchém prostředí a OSB/3: Nosné desky pro použití ve vlhkém prostředí	43
8.5.	STANOVENÍ MODULU PRUŽNOSTI V OHYBU A PEVNOSTI V OHYBU	44
8.5.1.	Podstata zkoušky (třibodové zatížení)	44
8.5.2.	Přístroje a pomůcky	44
8.5.3.	Zkušební tělesa	45
8.5.4.	Postup zkoušky	45
8.5.5.	Vyjádření výsledků.....	46
8.5.5.1.	Modul pružnosti	46
8.5.5.2.	Pevnost v ohybu	47
8.5.5.3.	Protokol o zkoušce.....	47
9.	NAMĚŘENÉ VÝSLEDKY	49
9.1.	ČÍSELNÉ VYHODNOCENÍ OSB/3.....	49
9.1.1.	Stanovení vlhkosti	49
9.1.2.	Stanovení pevnosti v ohybu.....	52
9.1.3.	Stanovení modulu pružnosti v ohybu	55

9.2.	STATISTICKÉ VYHODNOCENÍ MĚŘENÍ	57
9.2.1.	Vyhodnocení naměřených hodnot při relativní vlhkosti 15%.....	57
9.2.2.	Vyhodnocení naměřených hodnot při relativní vlhkosti 35%.....	58
9.2.3.	Vyhodnocení naměřených hodnot při relativní vlhkosti 50%.....	58
9.2.4.	Vyhodnocení naměřených hodnot při relativní vlhkosti 65%.....	59
9.2.5.	Vyhodnocení naměřených hodnot při relativní vlhkosti 85%.....	59
10.	DISKUZE	60
11.	ZÁVĚR.....	66
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	67
	SEZNAM TABULEK.....	69
	SEZNAM TABULEK.....	70

1. Úvod

Tato diplomová práce vznikla za účele popsání vlastností nového materiálu který firma Kronospan ČR s.r.o. vyrábí. Jsou to desky OSB/3 12 mm.

Cílem této práce je zhodnocení závislosti vlhkosti OSB na pevnosti v ohybu a modulu pružnosti v ohybu na vlhkosti OSB. OSB/3 jsou desky do vlhkého prostředí a to je předurčuje k použití ve stavebnictví. Musíme proto znát jejich mechanicko-fyzikální vlastnosti, abychom je mohly správně použít a měli jistotu, že splní své deklarované vlastnosti.

Všechny zkoušky byly prováděny v mechanicko-fyzikální laboratoři Fakulty lesnické a dřevařské ČZU v Praze. Zkušební vzorky, které odpovídali normám ČSN EN, dodala firma Kronospan ČR s.r.o.. Zkoušky jsem provedl dle normy ČSN EN 310 (pevnost v ohybu, modul pružnosti v ohybu).

Tato diplomová práce se zabývá ne jen mechanicko-fyzikálními vlastnostmi desek OSB/3, ale je zde popsán i postup výroby desek a s tím spojené použití lepidel. Dále je zde popsány faktory jenž ovlivňují jejich použití a v neposlední řadě zde uvádím vliv desek na životní prostředí. Součástí této práce jsou také výsledky prováděných zkoušek při jednotlivých stupních relativní vlhkosti (15 %, 35 %, 50 %, 65 %, 85 %) desek OSB/3 tloušťky 12 mm.

2. Definice a historie OSB desek

OSB (Oriented Strand Board) je velkoplošný materiál vyráběný z orientovaných plochých třísek. Třísky ve vnějších vrstvách jsou orientovány rovnoběžně s délkou desky (ve směru výrobního toku), třísky ve středové vrstvě jsou orientovány náhodně nebo kolmo na třísky vnějších vrstev. (Hrázský, Král, 2007)

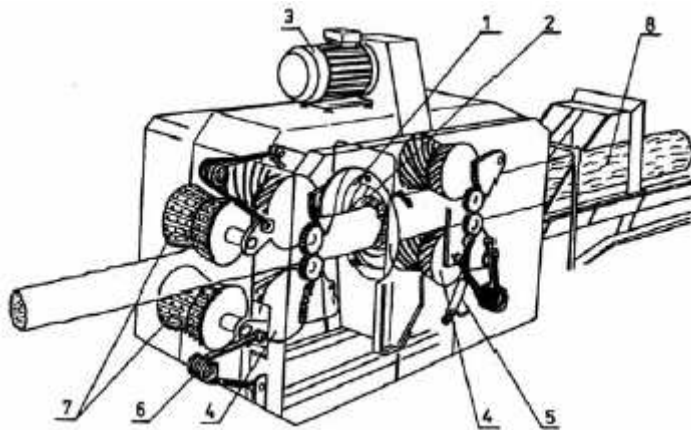
Deska OSB je poměrně mladý výrobek, který byl vyvinut v USA. Vznikla při hledání nového materiálu jenž by nahradil překližky a dala by se na něj aplikovat průmyslová výroba. Vycházelo se z desek WAFERBOARD, které se jsou vyráběny z dlouhých, širokých a tenkých třísek, lisovaných v neorientovaném stavu.

3. Způsob výroby OSB desek

Technologie výroby OSB, ve srovnání s výrobou řeziva či překližek, otevírá postupně širší spektrum použití různých dřevin. Mohou být používány i takové dřeviny, které v pilařské výrobě, nebo ve výrobě překližek, díky svým vlastnostem, nemají žádné uplatnění. Rovněž je možné použít k výrobě OSB i plantážně pěstované dřeviny. Při dodržení minimálních tloušťek je možno rovněž zpracovávat pilařské krajiny a zbytkové loupárenské válečky. (Hrázský, Král, 2007)

3.1. Odkornění

Před výrobou OSB desek je nutno zpracovávanou kulatinu dokonale odkornit. Větší množství kůry negativně ovlivňuje mechanické a fyzikální vlastnosti z důvodu špatné vázanosti kůry. V důsledku znečištění povrchových vrstev dřeva pískem a kamínky se snižuje životnost nožů při jeho roztřískování. Odkorňovací systém si volíme s ohledem na předpokládaný minimální průměr zpracovávaných kúláčů a na množství, která budou zpracovávána. Můžeme volit mezi rotorovými nebo bubnovými odkorňovači. Stupeň odkornění u rotorových odkorňovačů je v porovnání s bubnovými odkorňovači vyšší.



Obr 1 - Schéma rotorového odkorňovače Valon Kone (Hrázský, Král, 2007)

3.2. Roztřískování

V podstatě se používají tři typy roztřískovačů. Ve větším množství závodů, které vyrábějí OSB desky, jsou používány diskové roztřískovače. Ty se vyznačují robustnější konstrukcí. Velkou nevýhodou diskových roztřískovačů je rozdílná řezná rychlost na základě radiálního rozmístění nožů. Z tohoto důvodu jsou třísky poměrně nestejnorodé. Druhým typem je válcový roztřískovač. Jeho předností je vždy stejná rychlost a umožňuje tak výrobu stejnorodých třísek.

Ovšem v dnešní době nejpoužívanějším roztřískovačem při výrobě OSB je prstencový roztřískovač s nožovým věncem, který je určen pro jednostupňové zpracování dlouhé vlákniny na vysoce jakostní třísku. Efekt kalibrovaného dělení vyrábí požadované listové třísky jen s malými tloušťkovými rozdíly. Délka třísek je předurčena délkou ostří (300 – 600 mm) na hřebenových nožích, separátními nařezávacími nožíky, které jsou buď vsazeny před noži s nepřerušeným ostřím, nebo jsou již součástí hlavního ostří.

Materiál je k nožovému věnci přisunován pomocí dopravníků (laťkový dopravník). Pracovní postup lze rozdělit do čtyř fází:

1. Podávaný materiál je zepředu posunut do třískovacího prostoru.
2. Čtyřčinné přitáčení dřeva je uvedeno v činnost. Posuvná protivrstva a boční stlačení pomocí posuvné čelisti – v horizontálním směru, ve vertikálním směru tlakové zařízení skládající se z mečovitých ramen věžovitého závaží.

3. Rotující nožový věnec se pohybuje proti stlačenému dřevnímu materiálu a provádí jeho desintegraci.
4. Po skončení třískového taktu se rychle vrátí přítlačné prvky a nožový věnec do výchozí pozice.

Použité dřevo by mělo být co nejčerstvější, což umožňuje výrobu co možná nejelastičtější třísky. Vlhkost by se neměla pohybovat pod 60%. Pokud se dostane vlhkost pod tuto hodnotu, způsobí to křehkost třísek a vysoký podíl jemných frakcí. Tento nežádoucí materiál se skvěle hodí na výrobu DTD. Ovšem při nižší kvalitě je využíván k energetickým účelům.

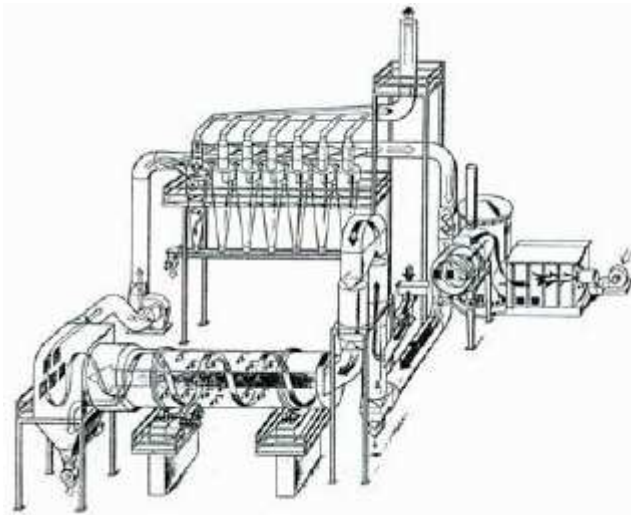
Typická tříska pro výrobu OSB má rozměry 75 x 25 x 0,6 mm. Pro maximální množství třísek daného rozměru je možno použít síťového třídíče na vytřídění širokých třísek a ty následně dezintegrovat na menší rozměry v řezném mlýnu.

3.3. Mezisklad

Následuje mezizásobník, který eliminuje prostoje při výměně nožů u roztřískovače a přesně dávkuje třísky do sušárny.

3.4. Sušení

Při sušení je vlhkost nařezaných třísek snížena z původní vlhkosti na technologickou vlhkost (2 – 4%). Velmi důležité je šetrné zacházení s třískami při jejich následném zpracování, aby nedošlo ke vzniku dalšího jemného podílu. Pro kvalitní sušení se používají speciálně tvarované sušící systémy, které jsou energeticky velmi úsporné, nepřekračují zákonem stanovené hraniční emisní limity a zabezpečují šetrné zacházení se sušenými třískami. Většina sušáren je vytápěna přímo. Pro velké třísky s velkou sypanou hmotností se používají takzvané jednocestné sušárny. Do budoucna se předpokládá jejich stále vyšší využití, a to z důvodu stále se zpřísňujících emisních limitů. Velké sušárny jsou schopny vysušit větší nebo stejné množství materiálu jako malé sušárny při stejné nebo menší energetické spotřebě.



Obr 2 - Schéma jednocestné bubnové sušárny Kvaerner (Hrázský, Král,2007)

3.5. Třídění

Vysušené třísky je třeba roztřídit do tří skupin. Nejdelší, a tudíž nejkvalitnější třísky, se používají pro povrchové vrstvy OSB, menší na středové vrstvy. Třetí skupinou, kterou je jemný podíl třísek pod 6mm, je oddělen. Nejpoužívanějšími třídíči při výrobě OSB jsou používány třídíče bubnové. Vibrační síta jsou používána jen při menším množství materiálu.

3.6. Mezisklad

Po vytřídění jsou jednotlivé skupiny třísek opět uloženy do meziskladu s příslušným dávkovacím zařízením.

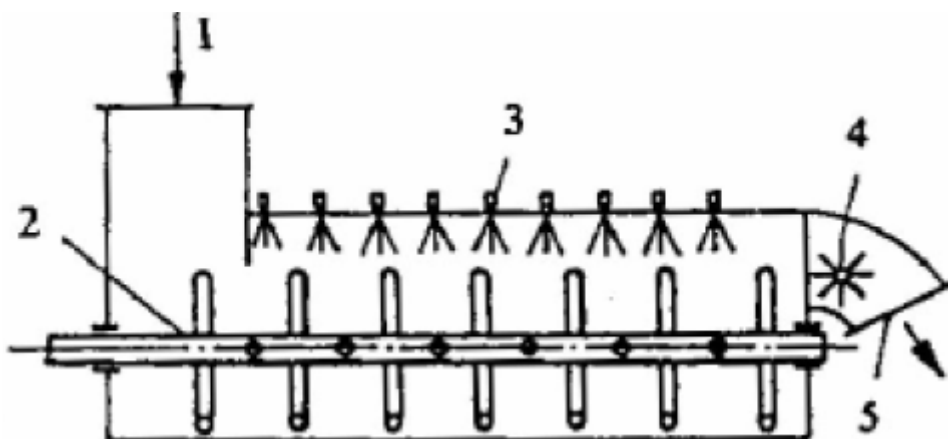
3.7. Nanášení lepidla

Velmi důležitou technologickou operaci při výrobě OSB je nanášení lepidla. Třísky jsou do nanášečky, což je pomalu se otáčející válec, přesně dávkovány podle potřeby, pomocí pásové váhy. Dlouhá doba v nanášečce zabezpečí jak rovnoměrný nános lepidla na všechny třísky, tak šetrné zacházení při této operaci. Lepicí směs (lepidlo + přísady) je vstřikována tryskami a rychle se otáčejícími diskovými rozprašovači. Z hlediska hospodárnosti je tato operace velice důležitá.

Při výrobě OSB desek se používají tradiční lepidla a jejich vzájemná kombinace, jako je například močovinoformaldehydové, fenolformaldehydové a izokyanátové lepidlo.

Vzhledem na oblast a použití OSB se nejvíce používá vodovzdorné fenolformaldehydové, izokianátové lepidla, která stále více získávají na významu. Volbou typu lepidla je určena jednak ekonomika výroby, jednak vlastnosti OSB. (Hrázský, Král, 2007)

Do OSB používaných pro vysokou zátěž a vlhké prostředí, což je OSB/3 a OSB/4, není možné přidávat fenolformaldehydové lepidlo ve formě prášku. Maximální množství přidávaného práškového fenolformaldehydového lepidla je pouze 3%, při větším množství na třísky nepřilne. Ovšem takto nízké množství nemůže postačit k dosažení požadovaných vlastností kladených na tyto desky. Z tohoto důvodu jsou využívána i jiná lepidla a jiné nanášecí postupy, jako je například tekuté fenolformaldehydové lepidlo, nebo je možné použít i jiných typů lepidel.



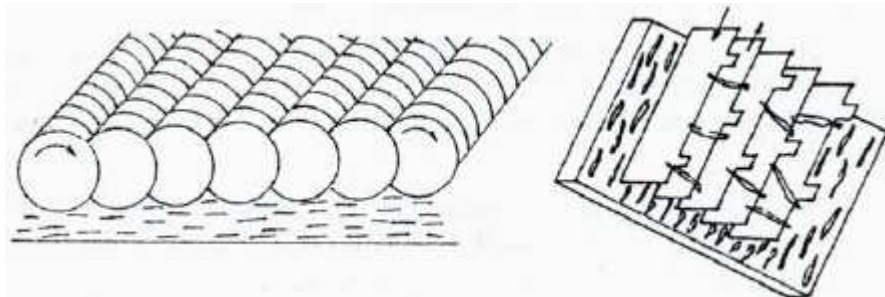
Obr 3 - Schéma bubnové nanášedky typu Dreis (Štefka, 2002) 1. vstup, 2. míchadlo, 3. trysky na lepidlo, 4. vyprazdňovací válec, 5. výstup

3.8. Vrstvení koberce

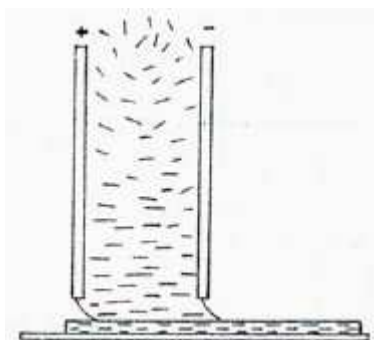
Jednou z nejdůležitějších operací při výrobě, která ovlivňuje konečné vlastnosti desek je vrstvení třísek. Při vrstvení třísek nezáleží na jejich separaci, ale hlavně na orientaci. Orientace třísek v povrchových vrstvách je ve směru toku výroby, třísky ve středových vrstvách jsou orientovány náhodně nebo kolmo na povrchové vrstvy desek. Orientace třísek se provádí mechanicky nebo elektrostaticky.

Mechanické vrstvicí stroje se skládají z dávkovacího zásobníku a mechanického zařízení na orientaci třísek. Podélná orientace třísek je zabezpečena pomocí nožů, které horizontálně a vertikálně kmitají, nebo pomocí kotoučových válců. Při příčné orientaci vnitřních vrstev pokládají vrstvicí válce s jednotlivými sekcemi třísky v

žádaném směru, kolmém na předcházející vrstvu. S ohledem na vysokou sypnou hmotnost třísek je zásobník, v porovnání s linkou na DTD, poměrně větší. Vrstvicí systémy jsou automaticky výškově stavitelné tak, aby bylo možno dosáhnout optimální vzdálenosti vrstvicí hlavy od podložky a optimálního úhlu vrstvení.



Obr 4 - Principy mechanické orientace třísek(Hrázský, Král,2007)



Obr 5 - Princip elektrostatičké orientování třísek(Hrázský, Král,2007)

Elektrostatické zařízení pracuje na základě elektromagnetických indukčních sil. Při průchodu třísek mezi rovnoběžně uspořádanými elektrodami působícími jako dipóly. Usměrnují se ve směru elektrostatického pole mezi deskami. Na orientaci se používá usměrňovač, který dodává jednosměrný proud s regulací 0 – 40 kV. Doba potřebná na usměrnění je okolo 0,06 s. Poloha elektrod určuje směr třísek. Tímto způsobem lze dosáhnout různých úhlů uložení, až po 90°. Účinnost orientování třísek v elektrostatickém poli závisí na vlhkosti třísek. Pokud vlhkost třísek klesne pod 5%, lze je orientovat již s velkými obtížemi. Optimální vlhkost třísek pro orientaci je v rozmezí 10 – 15%. Při vlhkosti nad 15% se účinnost elektrostatické orientace snižuje.

Čím přesnější je orientace třísek, tím lepší jsou vlastnosti OSB. (Hrázský, Král, 2007)

3.9. Formátování koberce při použití etážových lisů

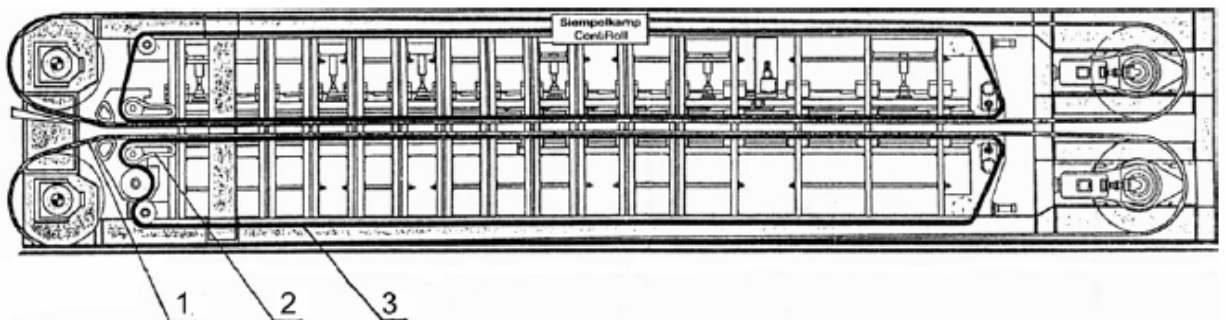
Navrstvený kontinuální koberec je nutno v případě použití etážových lisů zakrátit příčnou pilou na požadované formáty, ty jsou následně dopravovány k lisu. Pokud je používán kontinuální lis, je nutno koberec seříznout (zakapovat) podélnými pilkami na požadovanou šířku. Rozřezání na délku je prováděno až po zalisování nekonečného koberce.

3.10. Lisování

Po skončení vrstvicí fáze je kontinuální třívrstvý koberec dopraven k příčné pile, a pomocí této pily je rozřezáván na požadované formáty (v případě že bude použit jedno nebo více etážových lis), které jsou déle transportovány k lisu. Ovšem pokud je použit průběžný kontinuální lis, je rozřezání prováděno až po zalisování nekonečného koberce. U tohoto typu lisu se před lisovací fází koberec zakapuje (seřízne podélnými pilkami na požadovanou šířku).

Při výrobě OSB desek se používají speciální modifikované lisy. V dřívějších dobách patřily k nejpoužívanějším lisům ty více etážové, pracující s vysokým specifickým tlakem (5 MPa) a lisovací teplotou 220°C. Méně často bylo využíváno lisů jedno etážových a kontinuálních. Ovšem postupem času se ukázalo, že nejvýhodnějším typem lisu pro výrobu OSB je ten kontinuální (contirool), který splňuje všechny předpoklady progresivní sériové výroby.

Vzhledem na používané vysoké lisovací tlaky homogenitu materiálu, jsou kladeny značně velké požadavky na vlastnosti lisovací desky a ocelových pásů kontinuálních lisů. (Hrázský, Král, 2007)



Obr 6 - Schéma kontinuálního lisu ContiRoll (Hrázský, Král, 2007) 1. ocelový pás, 2. vtaňovací řetězy, 3. válečkový řetěz přenášející teplo a tlak

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

Po vylisování jsou OSB desky podélně a příčně ořezány a následně děleny na požadované formáty, které jsou uvedeny v tabulce 1. Po vylisování a řezání je nutno desky nechat vychladnout a aklimatizovat v paprskových turniketech. Poté se svážou do balíků. Při použití fenolformaldehydových lepidel mohou být desky ihned stohovány bez předchozího ochlazení.

3.11. Formátování

Po vylisování jsou OSB desky podélně a příčně ořezány a následně děleny na požadované formáty. Rozměry jednotlivých formátů dle regionů ve světě jsou uvedeny v tabulce.

Tab 1 - Typické formáty desek OSB (Hrázský, Král, 2007)

Region	Formát	Typický konečný produkt
Severní Amerika	8'x16', 8'x 24', 9'x 24', 12'x 24'	4' x 8'
Evropa	2500 x 5000 mm 2500 x 7500 mm	Šířka 1250 mm
Japonsko	8'x16', 8'x 24', 9'x 24', 12'x 24'	3' x 6'

3.12. Aklimatizace

Po vylisování a řezání je nutno desky nechat vychladnout a aklimatizovat v paprskových turniketech.

3.13. Broušení

V Americe je většina OSB desek prodávána v nebroušené podobě. V Evropě a Japonsku je tomu naopak. K broušení jsou používány širokopásové těžké brusky, které

musí zaručit požadovanou jakost povrchu a tloušťkové tolerance. Pás pro zvýšení efektivity broušení vykonává oscilační pohyb.

3.14. Rovnání do balíku, značení, expediční sklad

Značení desek se provádí až na závěr, kdy jsou již desky ve svazcích a na boky desek je nastříknuto nebo navaleno barevné značení dle typu vyrobené desky.

4. Lepidla využívaná při výrobě aglomerovaných materiálů

4.1. Historie lepidel

Používání lepidel není žádnou novinkou. Lepení se používalo již v počátcích naší civilizace, kdy se jako lepidla používalo bláto a živočišné výkaly. Ve starém Egyptě se používala lepidla při umělecké výzdobě dřevěných výrobků a při výrobě lepených dých. V Babylónu se využíval beton na kamenné stavby a v Římě byly využívány např. směsi dehtu a včelího vosku na lepaní části svých lodí.

„Pod pojmem lepení se rozumí schopnost určitých látek spojit dva předměty na základě přilnavosti k jejich povrchu.“ (Eisner a kol., 1983)

Po dřevu druhou nejpoužívanější surovinou ve výrobě aglomerovaných materiálů jsou syntetická lepidla (pryskyřice) termoreaktivního typu.

Lepidla jsou makromolekulární látky, které se vyznačují vysokou molekulovou soudržností (kohezí) a přilnavostí (adhezí) k povrchu lepených materiálů (adherent).

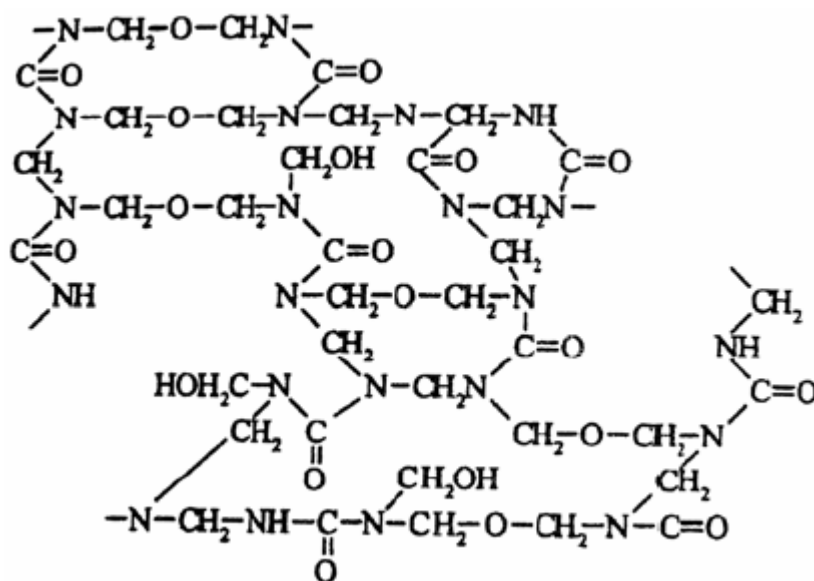
Druh použitého lepidla závisí na účelu použití toho kterého typu aglomerovaného materiálu. Desky pro použití ve vnitřním, suchém prostředí budou lepeny UF lepidly. Desky, které budou vystaveny delšímu působení vlhkosti, například ve stavebnictví budou vyráběny PF, MEF lepidly a stále více se rozšiřujícím MDI lepidly, které při menší spotřebě zabezpečí dostatečnou pevnost a odolnost TD proti vlhkosti.

„Obecně platí, že vyšší nános lepidla, čili vyšší obsah lepidla v TD, má za následek vzestup vlastností - pevnost v ohybu, v tahu kolmo na rovinu desky a pokles hodnot bobtnání po 2 hodinách uložení ve vodě (při dané hustotě TD).“ (Hrázský, Král, 2007)

Dále se budu zabývat lepidly, která se nejčastěji používají při výrobě OSB desek (fenolformaldehydová PF, izokianátová MDI, močovinoformaldehydová UF, melamínformaldehydová MEF).

4.2. Močovinoformaldehydová lepidla (UF)

Močovinoformaldehydová lepidla jsou nejdostupnějšími lepidly pro lepení dřeva a materiálů a na bázi dřeva. Svým rozsahem převyšují výrobu ostatních lepidel, neboť jejich průmyslová výroba byla zavedena již roku 1931. UF lepidla se staly nejdůležitějšími a nejpoužívanějšími lepidly při výrobě TD, polotvrdých VD, překližek a různých výrobků z rostlého dřeva. Jsou však používány i při montážním lepení a modifikované i ve stavebnictví. Svou dominantní pozici UF lepidla získala především jejich vhodnými vlastnostmi, jako je vytvrzování v rozmezí teplot 10 – 150°C, poměrně krátkou dobou vytvrzování, použití ve formě vhodných roztoků, bezbarvost, částečná vodovzdornost a nízká cena. Nevýhodou těchto lepidel je formaldehyd obsažený v těchto lepidlech. Ten emituje do okolního prostředí, jak při výrobě desek, tak při jejich skladování a používání. Dalšími nevýhodami je nižší odolnost proti povětrnostním vlivům a vodě. S tímto lepidlem je také možno pouze lepit tenké spáry. (Eisner a kol., 1983)



Obr 7 - Vzorec vytvrzené UF pryskyřice (Sedliačik, 2005)

4.2.1. UF pryskyřice se získávají kondenzací močoviny a formaldehydu:

Močovina $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$

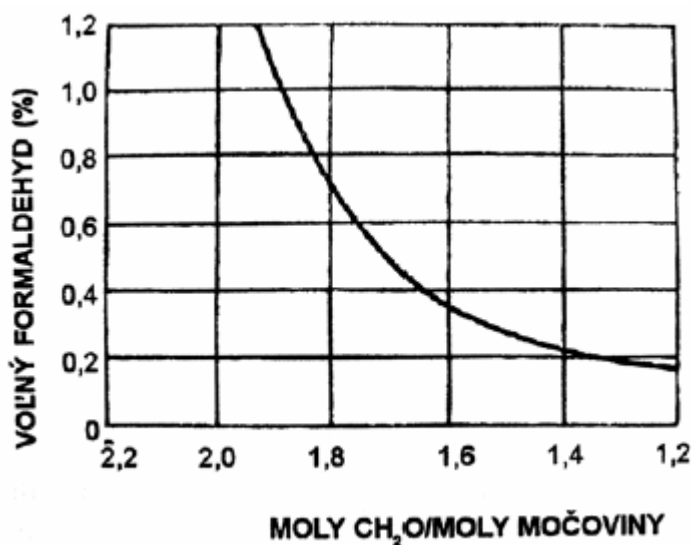
Močovina je sloučenina, která obsahuje moč - asi 3 %, je to bílá krystalická látka; dobře rozpustná ve vodě. Vyrábí se z oxidu uhličitého a amoniaku za zvýšené teploty a tlaku v autoklávech.

Formaldehyd CH₂O

Za normální teploty je to plyn štiplavého zápachu. Je zdraví škodlivý, dráždí sliznici apod. Vyrábí se dehydrogenací metanolu. V průmyslové praxi se pro výrobu lepidel používá vodný roztok (formalín) v 30 až 40 procentní koncentraci.

UF lepidla, jsou produktem kondenzace močoviny s formaldehydem za působení různých druhů katalyzátorů, které upravují kyselost prostředí (pH). Průběh reakce mezi močovinou a formaldehydem závisí na:

- **Molovém poměru** : poměr močoviny a formaldehydu se udává 1:1,18 – 1:1,9 a má vliv na viskozitu a rozpustnost lepidla ve vodě. Vliv molového poměru močoviny a formaldehydu na obsah volného formaldehydu v UF lepidlech nám znázorňuje graf.



Obr 8 - Vliv molového poměru močoviny a formaldehydu na obsah volného formaldehydu v UF lepidlech [Sedliačik, 2005]

- **Hodnotě pH** : ta ovlivňuje rychlost reakce. Nejnižší rychlost je při pH 5 – 7, při vyšším nebo nižším pH se rychlost reakce zvyšuje.
- **Teplotě a koncentraci látek** : ovlivňují především rychlost reakce

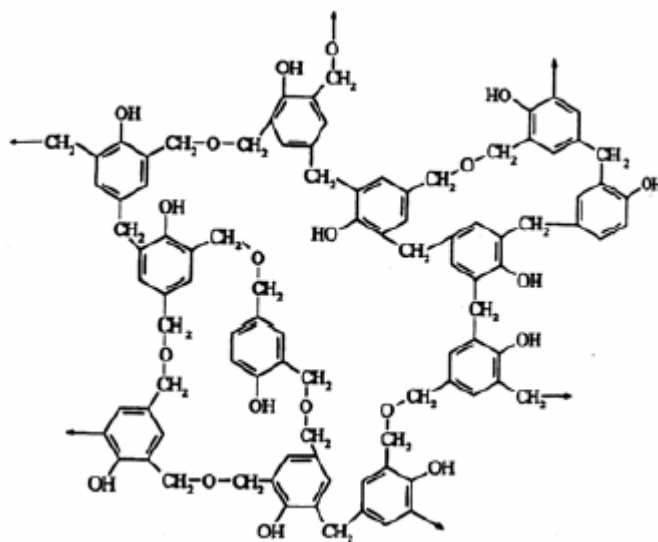
4.2.2. Do UF lepidel se před použitím musí přidat ještě další látky:

- **Tvrdidlo (katalyzátor)** : Močovinoformaldehydová lepidla nelze zpracovávat v dodaném stavu, kdy jsou neutrální. Před zpracováním je proto nutno k nim přidat tvrdidlo, to sníží pH až na hodnotu 3 – 3,5 a umožní tím vytvrzení lepidla. Nejčastěji se používá NH_4Cl chlorid amonný (salmiak), ZnCl_2 chlorid zinečnatý, citran dvojamonný nebo oxidační látky, které oxidují volný formaldehyd na kyselinu mravenčí. V současnosti se přestává používat jako tvrdidlo NH_4Cl a nahrazuje se $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ eventuálně NH_4NO_3 . Důvodem je vznik jedovatého fosgenu při likvidaci lepeného dřeva spalováním. Také vznikají další deriváty chloru, které rozkládají ozón. [Sedliáčik, 2005]
- **Plniva** : Křehkost a rychlé stárnutí filmu s větší tloušťkou, stejně tak objemová kontrakce při vytvrzování, jsou hlavním důvodem použití plniv. Princip plniva je v rozdělení napětí do jednotlivých tenkých vrstviček mezi částičky plniva. Nemají lepící schopnost, používají se z ekonomických důvodů (snížení spotřeby) a technologických důvodů jako jsou regulace viskozity, snížení nasákavosti a vnitřní pnutí lepidla. Jako plniva se používají dřevní moučka, hydrolyzované piliny, mletý sádrovec, perlit nebo baryt apod.. Nelze pro tento účel použít prášku křídového, vápencového nebo jiné alkalicky reagující látky, protože neutralizují kyselinu a zabraňují tak vytvrzení UF lepidla.
- **Nastavovala** : Nastavovadla mají zahušťovat lepidlo, aby při jeho zředění, jež nastává zvýšením teploty, neuniklo do dřeva. Zabraňuje tomu například vlastnost škrobů, že za horka zmazovatějí; přitom vážou určité množství vody a zlepšují stálost lepené spáry. Kromě této vlastnosti snižují nastavovadla náklady lepení zmenšením spotřeby lepidla. Běžně se nastavuje obilnou moukou (pšeničná, kukuřičná), bramborový škrob, krevní albumin, karboxymethylcelulóza, metylcelulóza a může sem patřit i vzduch ve formě zpěňovadla a jiné. Zmíněná nastavovadla nemají znatelný vliv na pevnost a vodovzdornost lepidla, jestliže jejich podíl v lepidle nepřesahuje více než 20 %. (Eisner a kol., 1983)

- **Další látky** : Fungicidy, insekticidy, retardéry hoření, hydrofobizační látky...

4.3. Fenolformaldehydová lepidla (PF)

Fenolická lepidla (fenoplasty) jsou nejstaršími syntetickými lepidly. V průmyslu se pro lepení dřeva začaly používat již v roce 1935 v USA a Německu. Pro své dobré vlastnosti patří mezi nejrozšířenější lepidla nejen u nás, ale i ve světě. Nejvíce se uplatňují v dřevařském průmyslu, ale i při lepení kovů nebo fenolických a močovinných výlisků z vrstvených hmot. Poskytují velmi dobré mechanické vlastnosti lepených spojů, odolné proti studené i vroucí vodě, mikroorganismům, povětrnosti, stárnutí, většinou rozpouštědel. Po UF lepidlech je tento typ lepidel nejpoužívanější, při výrobě aglomerovaných materiálů, a to jak třískových desek, tak vláknitých desek. Při výrobě OSB desek mají PF lepidla dominantní postavení (Eisner a kol., 1983).



Obr 9 - Vzorec vytvrzené PF pryskyřice [Sedliačik, 2005]

4.3.1. Základními složkami pro výrobu PF lepidel jsou především fenoly a formaldehyd:

Fenoly

Fenoly patří mezi aromatické uhlovodíky. Jsou charakteristické jednou až třemi OH-skupinami vázanými na benzenový kruh. Získávají se z dehtu kamenného a hnědého uhlí nebo zpracováním fenolových vod při výrobě motorových paliv. Pro výrobu lepidel mají největší význam fenol, trikrezol, xylenol. Krezol obsahuje jednu metylovou skupinu, a proto se vyskytuje ve formě tří izomerů orto-, meta-, parakrezol,

kteřé se liší pŕedevším svojí reaktivitou. Xylenol obsahuje dvě metylové skupiny, tudíž má šest izomerů.

Formaldehyd CH₂O

Za normální teploty je to plyn (teplota varu -19,2 °C) štiplavého zápachu. Je zdraví škodlivý, dráždí sliznici apod. Vyrábí se dehydrogenací metanolu. V průmyslové praxi se pro výrobu lepidel používá vodný roztok (formalín) v 30 až 40 procentní koncentraci.

Fenolformaldehydová lepidla se získávají kondenzací fenolů (fenol, trikrezol a xylenol) a formaldehydu. Podle toho zda probíhají reakce v kyselém nebo zásaditém prostředí vznikají:

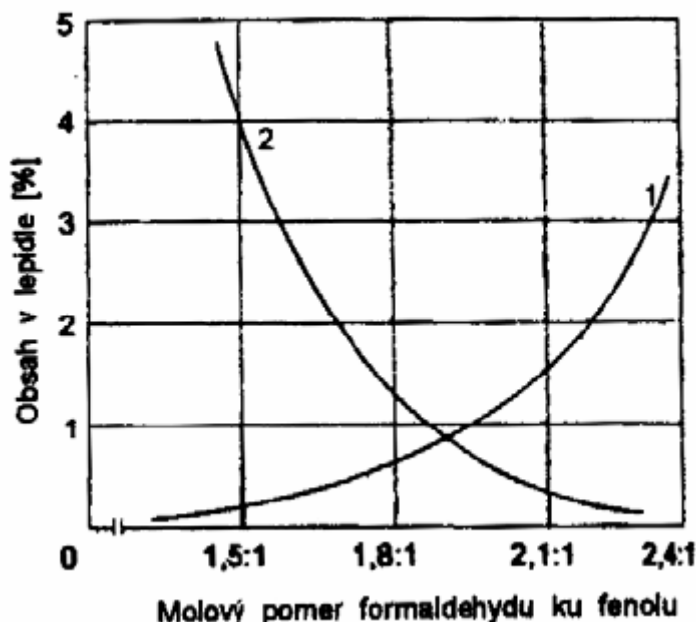
Novolaky – vytvrzují v kyselém prostředí při molovém poměru fenolu : fd 1:0,7-0,85, tím vznikají netvrditelné zesíťované pryskyřice, které mají neomezenou dobu skladování. Fenolická jádra jsou spojena pomocí metylénových vazeb. Neobsahují relativní metylolové a dimetylenéterové skupiny, a proto nemají výraznější význam při výrobě lepidel.(Sedliačik, 2005)

Rezoly – vytvrzují v zásaditém prostředí při molovém poměru fenolu : fd 1:1,1-2,3. Od novolaků se liší tím, že mají relativní metylolové skupiny a omezenou dobu skladování. Rezoly vytvrzují po linii: rezol (tavitelný; v alkoholu, acetonu nebo vodě dobře rozpustný - v tomto stavu se nanáší na dřevěné částice), rezitol (v rozpouštědlech bobtná), rezit (nerozpustný a netavitelný). (Sedliačik, 2005)

Vlastnosti PF lepidel závisí na mnoha faktorech: na molovém poměru výchozích látek, druhu použitého fenolu, katalyzátoru, výrobním postupu. Při výrobním postupu závisí zejména na teplotě, času kondenzace, obsahu sušiny atd.. Dle teploty vytvrzování lze rozdělit PF lepidla na tvrditelná při normální teplotě – montážní lepidla a na lepidla tvrditelná za horka při teplotě 135 – 168°C. S ohledem na viskozitu lze PF lepidla dělit na relativně nízko molekulové rezoly – impregnační pryskyřice, výroba lepících folií, montážní lepidla a na viskóznější rezoly. Ty mají relativně vyšší molekulovou hustotu – lepidla při zpracování za horka, překližky, tvarové lamely, vrstvené materiály.

Lepený spoj je pružný, odolný vůči povětrnostním vlivům, vroucí vodě, většině rozpouštědel, mikroorganismům a stárnutí. Nevýhodou PF lepidel je tmavé zabarvení lepené spáry nebo tmavší povrch desky. PF lepidla se převážně používají na materiály, které musí odolávat vodě. V dřevozpracujícím průmyslu jsou tyto lepidla využívána k lepení materiálů používaných ve stavebnictví, jako jsou právě OSB desky, vodovzdorné překližky, dřevotřískové desky DTD V 100 a jiných stavebně-konstrukčních materiálů.

Zvýšení obsahu volného fenolu zlepšuje adhezivní vlastnosti, zvyšuje plasticitu lepidlové vrstvy, ale snižuje viskozitu a tím prodlužuje dobu vytvrzování. Při výrobě a používání PF lepidel se sleduje obsah volného (nezreagovaného) fenolu a formaldehydu. Vzájemnou závislost nám demonstruje graf 2. PF pryskyřice uvolňují obecně poněkud méně formaldehydu než močovinnové. Alkalita lepidla závisí na množství a druhu katalyzátoru použitého při vaření lepidla. Při vysoké alkalitě lepidlo rychleji vytvrzuje, ale snižují se jeho adhezivní a dielektrické vlastnosti a snižuje se vodovzdornost lepené spáry. (Eisner a kol., 1983).



Obr 10 - Vliv molového poměru fd k fenolu v PF lepidle na obsah [Sedliačik, 2005]

4.4. Melaminformaldehydové lepidlo (MEF)

Melaminformaldehydová lepidla se vyrábějí z melamínu a formaldehydu při molárním poměru 1:3.

Melamín je bílá krystalická látka, s teplotou tání 354°C; je málo rozpustný ve vodě. Chemicky je melamin aminotriazin a je to bílá krystalická látka málo rozpustná ve vodě. Průmyslově se vyrábí z dusíkatého vápníku reakcí s vodou za studena. Je to sloučenina velmi reaktivní.

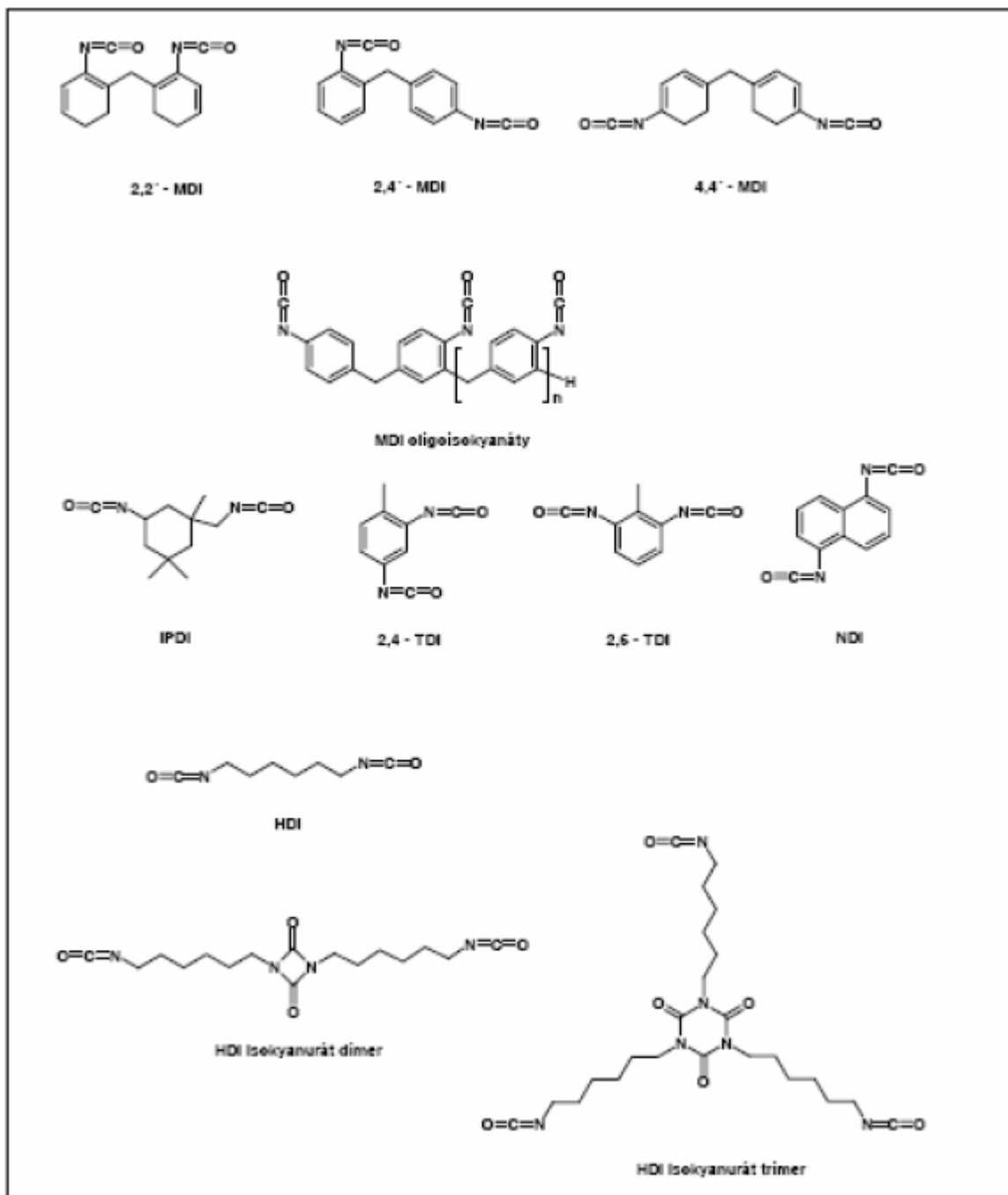
Reakce melaminu s formaldehydem probíhá obdobně jako reakce močoviny s formaldehydem. V neutrálním nebo slabě kyselém prostředí, za zvýšených teplot, vznikají v první fázi adiční sloučeniny obsahující metylolové skupiny. Podle molárních poměrů složek se může nahradit až 6 vodíků v -NH₂ skupinách melaminu methylolovou skupinou. Mohou tak vzniknout mono- až hexamethylmelaminy. (Sedliáček, 2005)

MEF lepidla jsou vodné roztoky melaminoformaldehydových pryskyřic, které jsou chemicky blízké močovinným polykondenzátům a patří k tzv. aminoplastům. Představují výborná lepidla na dřevo odolná vůči povětrnostním vlivům, vodě, a to i za varu. Mají krátkou dobu skladovatelnosti, a z tohoto důvodu se vyrábějí a dodávají v práškové podobě. Tento prášek se krátce před použitím rozpustí ve vodě. Pro tyto vynikající vlastnosti se jich stále více užívá, ačkoli jsou značně drahá (až třikrát dražší než UF lepidla). MEF lepidla jsou zdravotně nezávadná a svými vlastnostmi se vyrovnají fenolickým lepidlům. Nejčastěji se používají ve směsi s UF lepidly a jsou to v podstatě močovino-melaminformaldehydové polykondenzáty (modifikace UF MEF je až do množství 20 – 40 %). „Samostatně se uplatňují pro impregnaci papíru používaného na povrchovou úpravu velkoplošných desek laminováním a na výrobu laminátu“.(Eisner a kol., 1983)

4.5. Izokyanátová lepidla (MDI)

Polyizokyanáty používané bezprostředně na spojování materiálů se nazývají izokyanátová lepidla. V šedesátých letech se průmyslově odzkoušela při výrobě DTD. Zpočátku to byly dvojkomponentní výrobky a při výrobě třískových desek se používají od roku 1973. Na základě dobrých výsledků při výrobě DTD se zvyšuje jejich použití hlavně u desek pro použití ve stavebnictví. Nejvíce se osvědčil 4, 4' –

diizokyanátdifenylmetan, v praxi označovaný jako MDI. Tato látka má tmavohnědou barvu, obsahuje okolo 30 % – NCO skupin. Z ní se připravuje vodní emulze o koncentraci 50 %, jejíž viskozita se blíží viskozitě vody a umožňuje dobré rozptýlení na třískách. Při lepení, část izokyanátů adičně reaguje s hydroxylovými skupinami celulózy a ligninu, které dávají pevné mechanicky odolné chemické vazby, část zase reaguje s vodou obsaženou v třískách a tvoří aminy, které zároveň reagují s nadbytkem izokyanátu za tvorby polymočoviny. Stejně tak se může polymočovina zúčastňovat na tvorbě odolných spojů. Reakce izokyanátů se dřevem probíhá už při teplotě 25 – 50°C, ale na získání celkového zesílení je potřebná konečná teplota 200 °C.(Sedliačik, 2005)



Obr 11 - Struktura průmyslově významných diizokyanátů (chemie.utb.cz/org/organika.pdf)

Izokyanáty je možné v zásadě používat ve stejných zařízeních jako při výrobě DTD s UF nebo PF lepidly. V porovnání s těmito lepidly, mají hodně předností. Je možné je např. nanášet na třísky v malých množstvích, což umožňuje výrobu lehkých desek o dobrých vlastnostech. Optimální nánosy izokyanátů pro středové třísky jsou 4 % a pro povrchové třísky 7 %. U PF lepidel je to 7 až 11 %. Další výhodou v porovnání s PF lepidly je světlá barva desek a malá citlivost na dřevní prach v třískách. Izokyanáty mají ale také nevýhody. Jejich vysoká adheze k hliníku a oceli zpřičňuje přilepování třísek

na povrch lisu. Odstranit tento nedostatek se zkoušelo nánosem parafínu, teflonu nebo silikonu na povrch desek lisu, ale praktický význam má spíše použití PF nebo MEF lepidla na povrchové vrstvy DTD. Mají 12-ti měsíční dobou skladovatelnosti. Emulzifikovatelný MDI je ředitelný vodou, tudíž i s parafínovou emulzí. (Sedliačik, 2005)

.Z důvodu většího objemu po zředění je možno lepidlo efektivněji aplikovat na třísky, což dovoluje snížit nános lepidla při jeho stejné účinnosti. Použití tato lepidla pro povrchové vrstvy třískových desek umožnil vývoj speciálních separátorů. Ty jsou většinou na bázi vodních roztoků, které vyvolávají současně i výhodný efekt parního rázu, kterým se urychluje prohřátí třískového koberce a zkracuje se lisovací čas. Vyznačují se vytvářením chemických vazeb s hydroxylovými skupinami polysacharidů dřeva.

4.6. Polyizokyanátová lepidla (PMDI)

PMDI lepidla jsou polymerní modifikací MDI lepidel. Byla vyvinuta na základě nových poznatků o reakcích izokyanátů nejen s celulózu, ale i ligninem.

PMDI lepidla již nepotřebují vodu ani žádná jiná rozpouštědla, což je velmi žádoucí při výrobě OSB desek, neboť se do lisovaného materiálu nesorpuje další nežádoucí vlhkost. Tato lepidla jsou odolná vlhkosti a vroucí vodě (u některých druhů dřevin, jako je buk a dub může dojít k snížení odolnosti desek proti varu). Další výhodou těchto lepidel je, že neobsahují formaldehyd a ani hydroskopické soli, přičemž jsou reaktivnější o 20 % než UF a PF lepidla. Pro dosažení mechanicko-fyzikálních vlastností stačí také menší nános lepidla než u UF a PF lepidel. Nevýhodou je jako u MDI lepidel přilnavost na lisovací plechy nebo kontinuální lisovací pásy během procesu lisování. Probíhají výzkumy separátorů přidávaných přímo do lepidel, které mají tento problém eliminovat. (Hrázský, Král, 2007)

PMDI lepidla se používají v dřevařském průmyslu nejvíce při výrobě třískových desek, překližek a nejnověji při výrobě OSB desek. Pro výrobu OSB desek byla tato lepidla aplikována z důvodu absence vody v PMDI lepidlech, která se při lisování desek velice těžko uvolňuje přes zhuštěné okraje – boční plochy tohoto materiálu. (Hrázský, Král, 2007)

5. Faktory ovlivňující mechanicko-fyzikální vlastnosti OSB desek

Obecně vzato je kvalita OSB desek funkcí použitých vstupních surovin, materiálů a aplikované technologie. Z těchto hledisek je možno rozdělit i faktory ovlivňující vlastnosti desek.(Štefka, 2002)

5.1. Faktory surovinové

Jejich kvalita je dána příslušnými normami, technickými podmínkami a pod. Dají se proto preventivně kontrolovat, čímž lze jejich negativní působení eliminovat. (Štefka, 2002)

5.1.1. Druh dřeva

Pro výrobu OSB desek se používá celá řada dřevin. Čím více druhů dřeva (dřevina, sortiment) se používá při výrobě, tím více obtížněji se dosahuje nastavení optimálních parametrů a podmínek výroby. Pokud je při výrobě používáno více druhů dřevin, je třeba zajistit jejich co nejstabilnější poměr, z důvodu rovnoměrné kvality výrobku.

Při výrobě jsou používány dřeviny s nižší objemovou hustotou v rozmezí od 360 do 680 kg.m⁻³ a.s. dřeva. Výzkumy prokázaly, že pevnost v ohybu třískových desek o stejné hustotě je o to vyšší, o co je nižší hustota použitého dřeva. Pro pevnost v tahu kolmo na rovinu TD je oproti hustotě středové vrstvy rozhodující kvalita slepení středových třísek. Naopak pro pevnost v ohybu je rozhodující hustota povrchových vrstev TD.(Štefka, 2002)

Pro zlepšení pevnostních vlastností TD je v zpravidla vhodnější použít dřevo o nižší hustotě na povrchové vrstvy a dřevo o vyšší hustotě na středové vrstvy.

Dále také platí, že čím je hustota dřeviny vyšší, tím menší měrný povrch vykazují třísky z ní vyrobené a tím vyšší je měrný nános lepidla. Z toho vyplývá, že kvalita třískových desek vyrobených z dřevin o vyšší hustotě by měla být lepší z důvodu vyššího měrného nános lepidla. Není tomu ale tak. Např. desky z bukového dřeva mají ohybovou pevnost a nasákavost nejhorší. Zkušenosti potvrzují vhodnost měkkých jehličnatých dřevin, od čehož se odvíjí i nižší hustota třískové desky. S ohledem na

kvalitativní požadavky by měla být většinou hustota třískových desek (OSB desek) o 30 - 40 % vyšší než hustota dřeva použitá na výrobu třísek do této desky. (Štefka, 2002)

5.1.2. Kvalita třísek

Kvalita OSB desek je významně ovlivněna druhem třísek, jejich geometrií, rozměry, frakčním rozložením. Prachová frakce a vysoký podíl jemných třísek zhoršuje mechanicko-fyzikální vlastnosti OSB desek. To je způsobeno poklesem měrného nánosu lepidla na třísky, vlivem nárůstu měrného povrchu jemných třísek.

Problematikou je někdy také chybné označování třísek za štěrky, ale rozměry (geometrie) a kvalita jasně definují, že se jedná o třísky. Rozměry třísek mají významný vliv na hustotu desky, orientaci třísek v desce a na teplotu a tlak během lisování. Tloušťka třísek a délka mají výrazný vliv na vlastnosti OSB desek. Naopak šířka se podílí na vlastnostech desek menší mírou. Geometrie třísek, čili samotné třískávání může být optimalizováno vodným vedením výřezů do roztřískovače a vhodným průměrem výřezů.

5.1.3. Rozměry třísek

Rozměry třísek mají přímý vliv na jednotlivé mechanicko fyzikální vlastnosti OSB. Pro každou požadovanou vlastnost je ideální jiný rozměr třísky. Například dlouhé úzké třísky jsou žádoucí pro pevnost v ohybu, ale pro rozlupčivost nežádoucí (velká tříška, velké objemové změny vlivem vlhkosti). Proto je cílem najít rozměrové optimum třísek, které vyhovuje všem vlastnostem. Některé mechanické vlastnosti OSB lze polepšit orientací třísek v jednotlivých vrstvách, nebo vhodným druhem lepicí směsi (lepidla). Fyzikální vlastnosti OSB lze také upravit a to pomocí přísad do lepicích směsí.

Rozměry plošných třísek jsou různé dle výrobce nebo autora: Typická tříška pro výrobu OSB má rozměry 75 x 25 x 0,6 mm. Rozměry třísek se dlouhodobým vývojem ustálily v rozsahu délek 60-150 mm. Šířka je obvykle 5-12 mm a tloušťka se pohybuje od 0,4 do 0,6 mm. (Štefka, 2002)

5.1.4. Jednotlivé hrubosti (frakce) třísek

Třísky jsou v průběhu výroby tříděny na jednotlivé stupně hrubosti frakcí. Ty jsou poté, dle dané výrobní technologie, vrstveny a orientovány do jednotlivých vrstev OSB.

Jemná frakce pod 6 mm je odsítována, není vhodná pro výrobu OSB desek. Tato frakce může být využita v závodech, kde probíhá zároveň výroba DTD k jejich výrobě. Kůra v povrchových vrstvách je prakticky nepřipustná, ve středových vrstvách se při výrobě třískových desek připouští do 10 až 20 % dle druhu desky. (Eisner a kol., 1983)

V dnešní době se používají OSB nejen jako konstrukční materiál, ale jako materiál pomocí, kterého se dá upravit i určitý charakter designu v místě použití. Zde může být příměs kůry esteticky nežádoucí.

Jednotlivé vrstvy třísek OSB desky:

- **Horní vrstva** –zde jsou používány rozměrově nejdelší a tudíž nejkvalitnější třísky. Neboť u této vrstvy je předpoklad, že bude namáhána na tlak.
- **Středová vrstva**- je složena ze střední frakce, třísky v této vrstvě jsou orientovány kolmo na horní a spodní vrstvu OSB desky. Touto vrstvou při namáhání probíhá neutrální osa.
- **Spodní vrstva** – zde jsou používány rozměrově nejdelší a tudíž nejkvalitnější třísky. Neboť u této vrstvy je předpoklad, že bude namáhána na tah.

5.1.5. Vrstvení koberce a orientace třísek

Jak již bylo výše zmíněno při výrobě OSB desek se pro zvýšení pevnostních vlastností využívá orientace třísek. Povrchové vrstvy OSB desek mají třísky orientovány ve směru výrobního toku. Třísky ve středové vrstvě jsou orientovány kolmo na tento výrobní tok.

Výzkumy také prokázaly, že i právě rozměr třísky má vliv při orientaci třísky. Neboť při výrobě není možné při orientaci reagovat na velikost jednotlivé třísky. Je proto voleno optimum, které se zaměřuje na přesnost orientace nejširších a nejdelších třísek, což je snadnější než u třísek o menších rozměrech. Právě tyto třísky zkvalitňují pevnostní vlastnosti OSB desky.

Velikost třísek ovlivňuje větší lisovací teploty. Čím jsou třísky větší, tím je potřeba vyvinout větší teplotu, která umožní vytvrzení lepidla (lepící směsi).

Velikost třísek také pochopitelně ovlivňuje velikost lisovacího tlaku. Čím jsou třísky větší, tím je potřeba vyvinout větší tlak, který bude schopen slisovat koberec do požadované tloušťky desky.

5.1.6. Lepidla a jiné chemické látky

Lepidlo jako pojivo mezi jednotlivými třískami v TD je po třískách druhou rozhodující složkou, která určuje vlastnosti výrobku. Důležitý je druh lepidla, množství lepidla, dokonalost jeho vytvrzení, rovnoměrnost nánosu apod.(Štefka, 2002)

Průběh vytvrzování lepidla je ovlivněn i chemickými vlastnostmi dřeva, ze kterého jsou TD vyrobené (hlavně se jedná o hodnotu pH). Jako hydrofobizační látka je užíván tekutý parafín ve formě parafínové emulze. Ten se při lisování desky nataví a na povrchu desky tak zůstává tenká lesklá vrstva, kterou vytváří slabý film parafínu. Tato vrstvička i parafín obsažený uvnitř desky zlepšuje její odolnost proti působení vlhkosti.

Z hlediska kvality lepení je důležitá viskozita lepicí směsi, která se smícháním jednotlivých komponentů může změnit a ovlivnit tak penetraci lepidla do dřevěných částic.

5.2. Faktory technologické

Jsou dané technologickým procesem a tím i obtížněji kontrolovatelné a regulovatelné. Neboť technologický proces se vyznačuje určitou dynamikou a chronologií operací s cílem dosáhnout postupných změn až po vytvoření konečného výrobku požadovaných parametrů.(Štefka, 2002)

5.2.1. Příprava dřevěných částic s požadovanými parametry

Zde již začíná kvalita konečného výrobku. Příprava dřevěných částic podmiňuje optimalizaci podmínek v následujících operacích výrobního procesu. V této fázi je nejdůležitější, aby částice měli co nejrovnoměrnější rozměry, z nichž je nejdůležitější tloušťka. Dále se musí vyloučit v maximální míře prachový podíl. Kvalitní a rovnoměrné částice je možno rovnoměrně vysoušet na požadovanou vlhkost, což spolu s rovnoměrným nanášením lepidla a ostatních chemikálií vytváří předpoklady pro minimalizaci spotřeby lepidla a optimalizaci lisovacího procesu.(Štefka, 2002)

5.2.2. Aplikace lepidla a ostatních chemických látek

Přímo ovlivňuje nejen kvalitu výrobku stupněm dokonalosti nanesení na třísky, ale i ukazatele ekonomické efektivity množstvím spotřebovaného lepidla. Lepidlo ze vstupních materiálových nákladů obvykle představuje více než 30 %.

Ne všechny vlastnosti TD jsou nánosem lepidla stejnou měrou ovlivňovány. Uvádí se, že zvýšením nánosu sušiny lepidla o 1 % se zvýší pevnost v tahu kolmo na rovinu desky o 0,06 až 0,16 MPa (v závislosti od učenosti lepení) a cca o 10 % se zlepší bobtnání desek po 24-hodinovém máčení ve vodě (vztaženo na počáteční hodnotu). Vliv množství lepidla na pevnost v ohybu je podstatně menší. Pevnost v ohybu je ovlivněna především hustotou desek a kvalitou třísek.

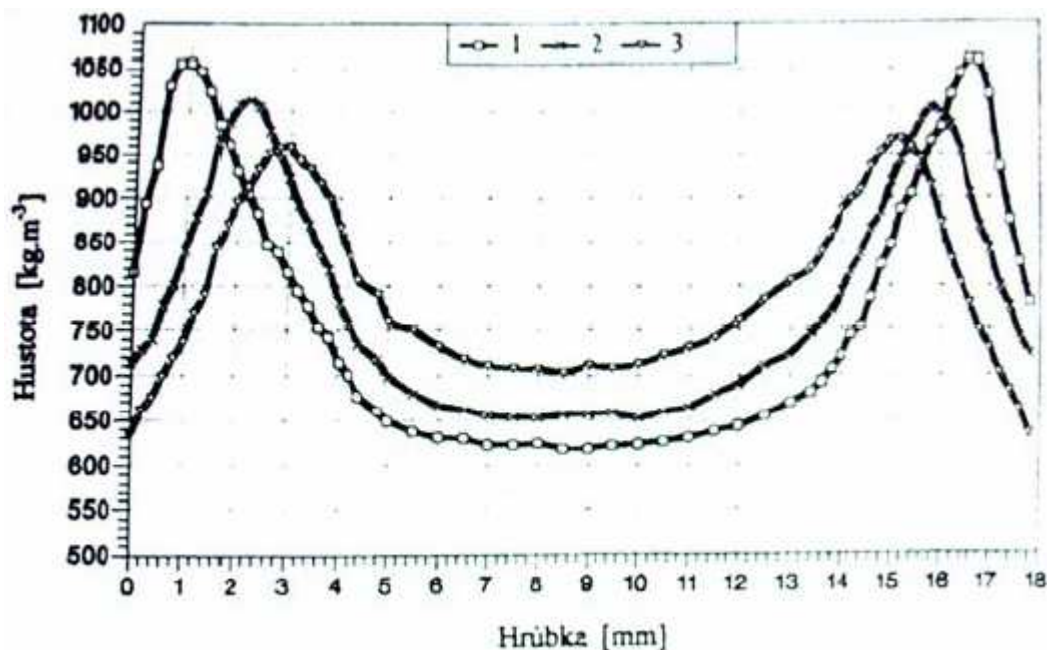
Teplota třísek při nanášení a po nanášení lepidla by neměla překročit 40°C, jinak dochází ke zhoršení kvality lepení a tím i kvality desek. Pokud je teplota vyšší, dochází k předčasnému vytvrzení ještě dříve než při lisování. (Štefka, 2002)

5.2.3. Tvorba koberce třísek

Zde je nejdůležitější rovnoměrnost vrstvení třísek. Vrstvení třísek se kontroluje průběžným sledováním sypné hmotnosti s regulační vazbou na dávkování třísek. Je zřejmé, že nadměrné kolísání plošné hmotnosti koberce zapříčiňuje nadměrné kolísání vlastností desky. Svůj význam má i poměr zhuštění třískového koberce. Tento poměr závisí na sypné hmotnosti třísek a stupni předlisování třískového koberce. Je daný tloušťkou třískového koberce a tloušťkou surové desky. Sypná hmotnost úzce souvisí s hustotou dřeva, charakterem a velikostí třísek. (Štefka, 2002)

5.2.4. Lisovací proces

Při procesu lisování se tvoří vnitřní konstrukce (struktura) desky – profil hustoty – a pevné lepidlové spojení mezi třískami (vytvření lepidla). Profil hustoty TD je grafické znázornění hustoty v průběhu desky. Profil hustoty surových, tloušťkově neegalizovaných třískových desek v závislosti na době uzavírání lisu nám znázorňuje graf níže.

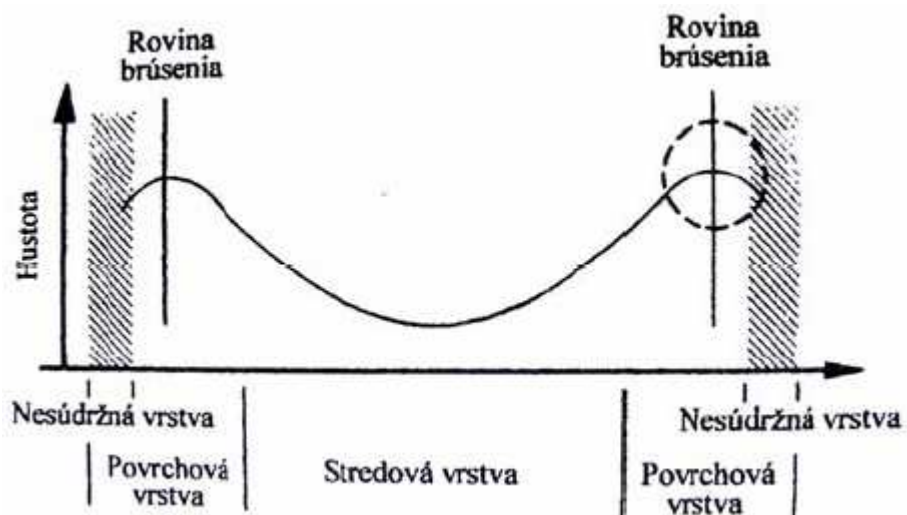


Obr 12 - Profil hustoty TD v závislosti na době uzavírání lisu – rychlosti zhušťování. Doba uzavírání lisu 1-30 s, 2-90 s, 3-150s (Štefka, 2002)

Obvyklý profil hustoty má tvar písmene „M“. Tento typický průběh se vyznačuje tím, že od obvodových vrstev směrem do středu desky hustota zpravidla roste po maximální hodnotu. Ta bývá za normálních podmínek 940-1050 kg.m⁻³. Poté od maxima klesá směrem ke středu desky, kde dosahuje hustoty 450 až 570 kg.m⁻³. Technikou lisování spolu s jinými faktory lze dosáhnout při stejné hustotě vyrovnanějšího profilu hustoty (plochý profil hustoty) nebo naopak profilu hustoty s výrazným rozdílem mezi maximálními a minimálními hodnotami (strmý profil hustoty). Též je možno ve stejném rozsahu změnit vzdálenost maxim od povrchu desky. Všechny tyto změny mají významný vliv na vlastnosti desek. (Štefka, 2002)

5.2.5. Dokončovací procesy

Povrch po lisování bývá nekvalitní. V profilu hustoty se tento povrch projevuje sníženou hustotou. Proto se tloušťkovou egalizací odstraňují z obou dvou povrchů desky větší či menší vrstvy a dosahuje se tak požadovaného jmenovitého tloušťkového stupně. Při tomto je třeba dbát, aby egalizací nebyli odstraněny maximální povrchové hustoty v profilu hustoty. Tomu se musí podřídit přídavek tloušťky na tloušťkovou egalizaci, technika lisování a samotná egalizace viz obrázek 25. Z hlediska pevnosti v ohybu a kvality povrchu desky by bylo nejideálnější, kdyby maximální hustota byla přímo v površích desky, nebo v jejich nejtěsnější blízkosti. (Štefka, 2002)



Obr 13 - Schéma profilu hustoty TD s rovinami broušení – tloušťkové egalizace (Štefka, 2002)

6. OSB jako ekologický materiál

Výhodou aglomerovaných materiálů je to, že využívají dřevo nevhodné pro pilařské, dýhárenské a jiné zpracování. Do aglomerovaných materiálů je možno využít jak méně kvalitní kulatinu, tak i kusový odpad, jako jsou krajiny. Pro některé výrobky lze používat i vlákninové dříví (OSB), které by jinak nenašlo další uplatnění než jen jako palivo. Lze však zpracovávat i dřevo recyklované, a to jak stavební, tak z nábytkářské výroby.

Ovšem problémem výrobků z těchto materiálů je uvolňování formaldehydu z používaných lepidel, nátěrových hmot a dalších materiálů. Formaldehyd v ovzduší dráždí sliznici, má prokazatelně alergické účinky a může být i příčinou astmatických potíží. Ve vyšších koncentracích a při dlouhodobé expozici je podezřelý z karcinogenního působení.

6.1.1. Formaldehyd (Fd)

Formaldehyd, CH_2O , je při pokojové teplotě bezbarvý štiplavě páchnoucí plyn, který má při molární hmotnosti 30,3g/mol téměř stejnou hustotu jako vzduch. Bod varu je 19,3°C a bod tání -118°C. Fd se snadno rozpouští ve vodě, 1 l vody je schopen pojmout při pokojové teplotě přes 400 l Fd.

Vyrábí se dehydrogenací metanolu. Dodává se jako 30 – 40%ní roztok ve vodě pod názvem formalín.

6.1.2. Výskyt formaldehydu v životním prostředí

Fd je běžnou součástí přírody a vzniká v atmosféře. Je obsažen téměř ve všech potravinách (ovoce, mléko, maso, zelenina...). Ovšem koncentrace takového formaldehydu činí několik $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a je pro život neškodná. V lidských buňkách je nežádoucí Fd rychle oxidován a vyloučen, buď jako kyselina mravenčí ledvinami, nebo přeměněný na oxid uhličitý a vodu plícemi. Ale převážná většina formaldehydu vzniká lidskou činností, především pak spalovacími procesy a fotochemickou přeměnou spalin.

Tab 2 - Původ Fd v ovzduší vyjádřeno v procentech podle zdroje (Souček M., 2002)

Oblast	Zastoupení v %
Emise spalovacích motorů	50
Fotochemická přeměna spalin ze spalovacích motorů	30
Energetické spalovací procesy	15
Chemický průmysl	2
Výrobci a zpracovatelé formaldehydu	1

Z tabulky je zřejmé, že největší podíl na emisích formaldehydu do ovzduší mají spalovací motory automobilů.

V následující tabulce jsou udaná hodnoty při kterých začínají fyziologické problémy organismu při působení formaldehydu.

Tab 3 - Fyziologické působení formaldehydu na organismu (Souček M., 2002)

Oblasti	Koncentrace (mg/m ³)
Čichový práh	
velmi citlivé osoby	0,06
všeobecně platná mezní hodnota	0,15
jasně vnímatelná mez	0,20
na formaldehyd zvyklé osoby	1,00
Dráždivý účinek na oči	
velmi citlivé osoby	od 0,15
všeobecně	od 0,3
Dráždivý pocit jícnu	od 0,60
Zrychlené dýchání	od 1,00
Zřetelná nevolnost, píchání v nose	od 2,50
Slzení očí	od 5,00
Dýchací potíže	od 12,00
Nebezpečí života	od 35,00
Zpravidla smrtelná koncentrace	60,00

6.1.3. Uvolňování formaldehydu

Formaldehyd je vysoce těkavá látka. Existují různé způsoby emise formaldehydu z aglomerovaných materiálů:

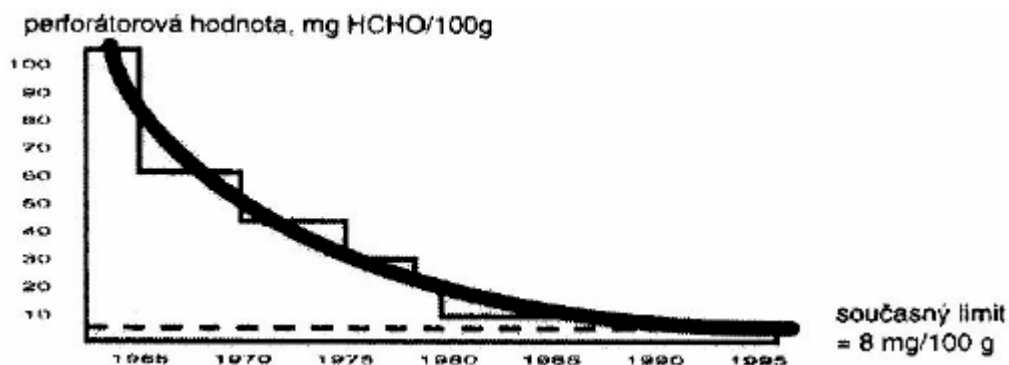
- volný Fd, který se navázal na celulózu vlákna v průběhu lisovacího cyklu, ten pak pomalu hydrolyzuje vlivem vlhkosti,
- uvolnění Fd degradací z nedostatečně vytvrzené pryskyřice,
- dlouhodobou degradací samotné pryskyřice.

Více autorů porovnálo několik prací, zabývajících se vlivem molárního poměru, koncentrace tužidla, plnidly a nastavovaly, vlivem druhu dřeviny, vlhkostí dřeva, lisovací teplotou a času na únik Fd a zesumírovali tyto poznatky do sedmi pravidel: (Souček M., 2002)

1. množství uvolněného Fd je úměrné množství volného Fd v pryskyřici
2. obsah sušiny v pryskyřici nemá vliv na uvolňování Fd
3. přídavek tvrdidla snižuje únik volného Fd
4. únik volného Fd je přímo závislý na vlhkosti povrchových třísek
5. únik volného Fd se snižuje prodloužením vytvrzovacího času a je nepřímo úměrný množství uvolněné vlhkosti v průběhu lisování
6. vliv chlazení po lisování není dostatečně objasněn
7. změny vlhkosti vzduchu a materiálu mají vliv na únik formaldehydu z hotových výrobků

6.1.4. Vývoj množství volného formaldehydu v třískových deskách

V USA se v polovině 70. let započaly snahy o snížení formaldehydu. V Evropě způsobily rozruch zprávy o škodlivosti formaldehydu v tisku v létě 1984. Snižování volného Fd v třískových deskách je patrné z grafu:



Obr 14 - Vývoj množství volného formaldehydu v třískových deskách během let 1965 – 95 (měřeno perforátorovou metodou) (Souček M., 2002)

V 90. letech je hodnota Fd již pod hranicí 8mg/100g a.s. TD a tato hodnota se posledních letech neměnila.

Ovšem v polovině minulého roku se opět rozhořely diskuze o škodlivosti Fd. Na radě v Braunschweigu, podala Francie návrh, aby byl formaldehyd přesunut z kategorie 3 (možný původce rakoviny) do kategorie 2 (rakovinotvorný při pokusech na zvířatech) nebo dokonce do skupiny 1 (rakovinotvorný pro člověka), což by mělo značné důsledky pro ekonomiku i produkty. Na toto téma probíhá stále diskuse.

7. Vlhkost a OSB desky

Z hlediska odolnosti proti vlhkosti se desky OSB vyrábí v různých variantách. Nejméně odolné proti vlhkosti jsou desky označované jako OSB/2. Odolné vůči vlhkosti jsou OSB/3 a nejvíce odolné jsou desky označované jako OSB/4. Třídy odolnosti OSB desek vůči vlhkosti jsou uvedeny v tabulce níže, Obr 15. Velkým omylem je domnívat se, že jsou OSB desky odolné proti vodě, což není pravda. Pokud se mluví o vlhkosti prostředí, myslí se relativní vlhkost vzduchu (ne kontakt s vodou) jejíž max. výše a doba trvání je charakterizována normou. Je nutné si uvědomit, že pokud je deska polita vodou nebo na ni prší a na první pohled nejsou patrné žádné známky degradace, neznamena to, že tomu tak bude neustále. Ochrana OSB desek proti vodě a nadměrné vlhkosti je nutná, abychom zajistili její správnou a bezproblémovou funkci po celou dobu její životnosti. Tato ochrana je zabezpečena vhodným konstrukčním řešením (střecha, přístřešek apod.). V OSB desce je cca z 95 % obsaženo dřevo. Na rozdíl od dřeva se však rozměrové změny projevují relativně rovnoměrně v ploše desky.

Nejvíce se projevuje vliv vody v řezných hranách, kde působením nadměrné vlhkosti dochází k bobtnání projevující se zvětšováním tloušťky těchto hran.(Kníže, 2007)

Desky je tedy možné použít ve vnějším prostředí, ale musí být zabezpečeny tak, aby nepřicházely do styku s vodou. Jejich dlouhodobá trvanlivost je významně závislá také na kvalitě ochranného nátěru. Ten naopak zase vlivem obsahu vody může způsobit odlupování menších třísek z povrchu desky.

Ochrana desek je proti působení relativní vlhkosti zabezpečena hydrofobizační látkou. Ta je přidávána při výrobě, kdy se na vysušené třísky nanese pojivo. Jako hydrofobizační látka je užíván tekutý parafín ve formě parafínové emulze. Ten se při lisování desky nataví a na povrchu desky tak zůstává tenká lesklá vrstva, kterou vytváří slabý film parafínu. Tato vrstvička i parafín obsažený uvnitř desky zlepšuje její odolnost proti působení vlhkosti. U desek, které jsou po lisování tloušťkově egalizovány dochází k obroušení těchto vrstviček a ochranou je parafín obsažený uvnitř desky. Desky OSB jsou klasifikované podle EN 300 jako OSB/2, OSB/3 a OSB/4:

OSB/2 - pro vnitřní použití jako nosný stavební prvek v suchém prostředí²⁾	třída vlhkosti 1⁴⁾
OSB/3 - pro vnitřní použití jako nosný stavební prvek ve vlhkém prostředí³⁾	třída vlhkosti 2⁴⁾
OSB/4 - pro vnitřní použití jako zvlášť zatížitelný nosný stavební prvek ve vlhkém prostředí³⁾	

¹⁾ EN 300 (ČSN EN 300) Desky z orientovaných plochých třísek (OSB) – Definice, klasifikace a požadavky

²⁾ Desky tohoto typu jsou určeny pro použití v třídě biologického ohrožení 1 podle EN 335-3.

³⁾ Desky tohoto typu jsou určeny pro použití v třídě biologického ohrožení 1 a 2 podle EN 335-3.

⁴⁾ Definované v názvosloví ČSN P ENV 1995-1-1: 2004 (EUROCODE 5).

Pozn.: V EUROCODE 5 pro navrhování dřev. konstrukcí jsou třídy vlhkosti označovány jako „třídy použití“.

Obr 15 - Třídy odolnosti vůči relativní vlhkosti (Kronospan)

7.1. Termíny související s vlhkostí

Absolutní vlhkost dřeva (absolute humidity wood): „Absolutní vlhkostí dřeva se rozumí množství vody ve dřevě, vyjádřené v procentech z hmotnosti absolutně suchého dřeva. Používá se pro charakteristiku fyzikálních a mechanických vlastností dřeva (většina mechanicko-fyzikálních vlastností dřeva se udává při 12% vlhkosti)“. (Matovič, 1993)

$$w_{abs} = \frac{m_w - m_o}{m_o} \times 100 \quad [\%] \qquad w_{abs} = \frac{m_v}{m_o} \times 100 \quad [\%]$$

kde: w_{abs} – vlhkost absolutní [%], m_w – hmotnost dřeva vlhkého [kg, g], m_o – hmotnost dřeva absolutně suchého [kg, g], m_v – hmotnost vody [kg, g]

Relativní vlhkost dřeva (relative humidity wood): „Relativní vlhkostí dřeva se rozumí množství vody ve dřevě, vyjádřené v procentech z hmotnosti dřeva vlhkého. Využívá se jí tam, kde je nezbytné znát procentické zastoupení vody z celkové hmotnosti sortimentu (např. při prodeji nebo nákupu dřeva podle jeho hmotnosti v absolutně suchém stavu)“. (Matovič, 1993)

$$w_{rel} = \frac{m_w - m_o}{m_w} \times 100 \quad [\%] \qquad w_{rel} = \frac{m_v}{m_w} \times 100 \quad [\%]$$

kde: w_{rel} – vlhkost relativní [%], m_w – hmotnost dřeva vlhkého [kg, g], m_o – hmotnost dřeva absolutně suchého [kg, g], m_v – hmotnost vody [kg, g]

Suché prostředí (dry condition): Podmínky jsou charakterizovány obsahem vlhkosti v konstrukčních materiálech, který odpovídá teplotě 20°C a relativní vlhkosti okolního vzduchu, která překračuje 65 % nejvýše několik týdnů v roce. U většiny jehličnatých druhů dřeva není překročena průměrná rovnovážná vlhkost 12 %.

Vlhké prostředí (humid condition): Podmínky jsou charakterizovány obsahem vlhkosti v konstrukčních materiálech, který odpovídá teplotě 20°C a relativní vlhkosti okolního vzduchu, která překračuje 85 % nejvýše několik týdnů v roce. U většiny jehličnatých druhů dřeva není překročena průměrná rovnovážná vlhkost 20 %.

Venkovní prostředí (external condition): Podmínky jsou charakterizovány klimatickými podmínkami vedoucími k vyššímu obsahu vlhkosti než u vlhkého prostředí.

8. Normy potřebné k měření

8.1. Deska z orientovaných plochých třísek (OSB)

Vícevrstvá deska vyrobená slepením dřevěných třísek stanoveného tvaru a tloušťky. Třísky ve vnějších vrstvách jsou orientovány rovnoběžně s délkou, nebo šířkou desky. Třísky ve středové vrstvě nebo vrstvách mohou být orientovány náhodně nebo obecně kolmo na lamely vnějších vrstev.

8.1.1. Suché prostředí

Prostředí definované jako třída vlhkosti 1 v názvosloví ENV 1995-1-1 pro nosné desky, vyznačující se vlhkostí materiálu, která odpovídá teplotě 20°C a relativní vlhkosti vzduchu, jež jen několik týdnů v roce překročí 65%.

8.1.2. Vlhké prostředí

Prostředí definované jako třída vlhkosti 2 v názvosloví ENV 1995-1-1, vyznačující se vlhkostí materiálu, která odpovídá teplotě 20°C a relativní vlhkosti vzduchu, jež jen několik týdnů v roce překročí 85%.

8.1.3. Klasifikace desek

Jsou klasifikovány čtyři typy desek, které se rozlišují následovně:

OSB/1 Desky pro všeobecné účely a desky pro vnitřní vybavení (včetně nábytku) pro použití v suchém prostředí.

OSB/2 Nosné desky pro použití v suchém prostředí

OSB/3 Nosné desky pro použití ve vlhkém prostředí

OSB/4 Zvlášť zatížitelné nosné desky pro použití ve vlhkém prostředí

(ČSN EN 300, 1988)

Tab 4 - Všeobecné požadavky na všechny typy OSB desek (ČSN EN 300, 1988)

Číslo	Vlastnost	Zkušební postup	Požadavek
1 ¹⁾²⁾	Tolerance jmenovitých rozměrů - tloušťky (broušené desky) uvnitř a mezi deskami - tloušťky (nebroušené desky) uvnitř a mezi deskami - délky a šířky	EN 324-1	±0,3 mm ±0,8 mm ±3,0 mm
2 ¹⁾²⁾	Tolerance přímosti boků	EN 324-2	1,5 mm/m
3 ¹⁾²⁾	Tolerance pravoúhlosti	EN 324-2	2,0 mm/m
4 ¹⁾	Vlhkost - OSB/1 OSB/2 - OSB/3 OSB/4	EN 322	2 % - 12 % 5 % - 12 %
5 ²⁾	Tolerance hustoty, vztaženo na střední hustotu uvnitř desky	EN 323	±10 %
6 ³⁾	Obsah formaldehydu (perforátorová hodnota) třída 1: třída 2:	EN 120	≤ 8 mg/100 g > 8 mg/100 g ≤ 30 mg/100 g

¹⁾ Pro určité účely použití OSB desek mohou být požadovány jiné tolerance; viz zvláštní normy pro způsobilost.
²⁾ Hodnoty platí pro vlhkost materiálu odpovídající relativní vlhkosti vzduchu 65 % a teplotě 20 °C.
³⁾ Současně probíhají výzkumy referenční vlhkosti a příslušného přepočítávacího faktoru.

Tab 5 – Technické požadavky na OSB desky typu OSB/2 a OSB/3 (Kronospan)

vlastnosti		zkušební postup	tloušťka			
			6 až 10 mm	>10 až <18 mm	18 až 25 mm	>25 až 32 mm
pevnost v ohybu	hlavní osa	EN 310	22 MPa	20 MPa	18 MPa	16 MPa
	vedlejší osa	EN 310	11 MPa	10 MPa	9 MPa	8 MPa
modul pružnosti v ohybu	hlavní osa	EN 310	3 500 MPa			
	vedlejší osa	EN 310	1 400 MPa			
rozlupčivost		EN 319	0,34 MPa	0,32 MPa	0,30 MPa	0,29 MPa
	po varném testu	EN 1087-1	0,15 MPa	0,13 MPa	0,12 MPa	0,06 MPa
	po zkoušce cyklováním	EN 321	0,18 MPa	0,15 MPa	0,13 MPa	0,10 MPa
pevnost v ohybu po zkoušce cyklováním – hlavní osa (pouze OSB/3)		EN 321	9 MPa	8 MPa	7 MPa	6 MPa
bobtnání	OSB/2	EN 317	20 %			
	OSB/3	EN 322	15 %			

8.2. Odběr vzorků

8.2.1. Odběr desek

Rozsah výběru n závisí na účelu, pro který se vlastnosti desek stanovují.

8.2.2. Odběr zkušebních těles

Vzhledem k proměnlivosti uvnitř a mezi deskami je pro získání spolehlivých výsledků nutné zkoušet určitý počet *n* desek a určitý počet *m* zkušebních těles z každé desky.

Tab 6 - Minimální počet *m* malých zkušebních těles z každé desky (ČSN EN 326-1, 1997)

Vlastnost desek	EN	<i>m</i>
Vlhkost Změna rozměrů	EN 322 EN 318	4
Hustota Modul pružnosti a pevnost v ohybu	EN 323 EN 310	6
Rozlupčivost Bobtnání ve vodě Přidrženost povrchu	EN 319 EN 317 EN 311	8
Kvalita lepení překližovaných desek	EN 314-2	10

Tato tabulka obsahuje příklady pro minimální počty *m* zkušebních těles. Minimální počty *m* pro ostatní vlastnosti desek jsou uvedeny v EN platných pro příslušné zkušební metody.

Pro stanovení vlastností, které jsou rozdílné v obou hlavních směrech v rovině desky *e* nařezávají z každé desky dvě skupiny po *m* zkušebních tělesech, jedna s délkou rovnoběžnou a druhá s délkou kolmou ke směru výroby desky. (ČSN EN 326-1, 1997)

8.2.3. Zkušební tělesa

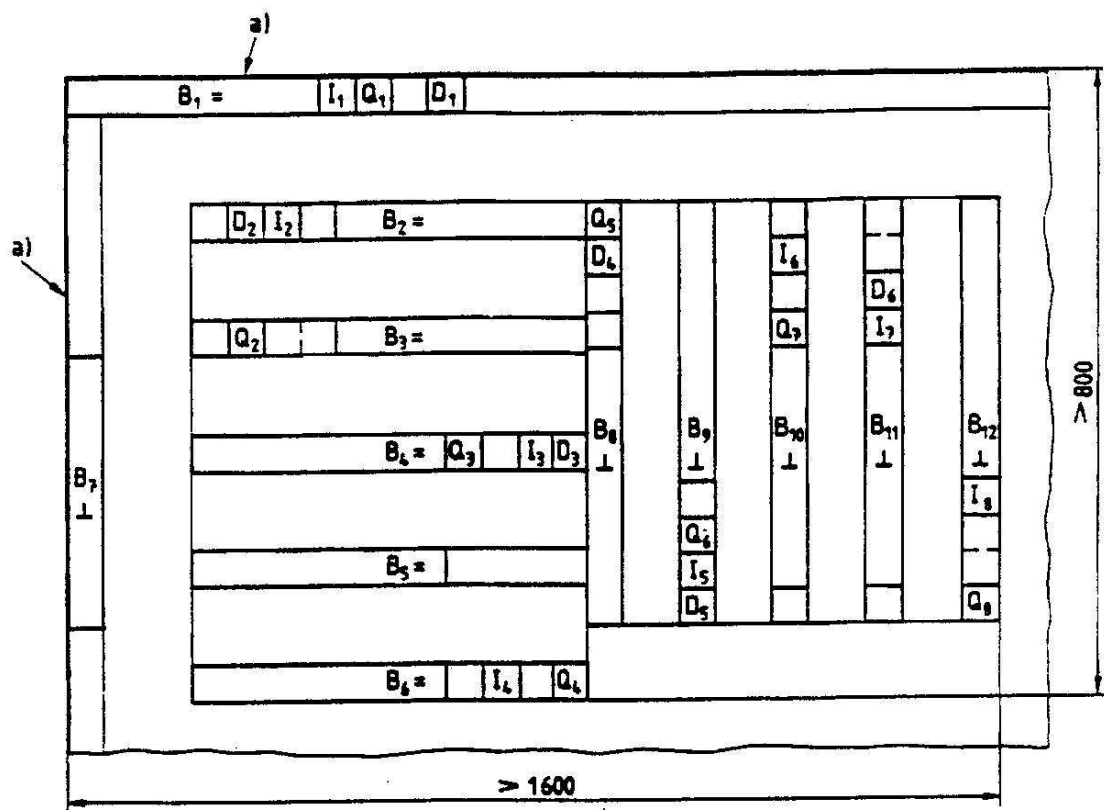
Zkušební tělesa jsou odebírána pokud možno náhodně a vyrobená v rozměrech, které jsou předepsány v příslušné zkušební normě. Přitom musí nejméně jedno zkušební těleso z každé skupiny přiléhat k boku oformátované desky a sice po odstranění případného profilu hrany nebo povrchové úpravy.

Příklad nařezávacího plánu pro malá zkušební tělesa je uveden na obrázku níže. Vzdálenost mezi dvěma zkušebními tělesy musí být pro stejnou zkoušku nejméně 100 mm.

Všechna zkušební tělesa odebraná z jedné desky se na stejné ploše označí:

- značkou zkoušené desky
- pořadovým číslem zkušebního tělesa
- pokud možno směrem výroby a horní nebo dolní plochou desky

U desek, které jsou nesymetrické ve směru tloušťky desky a u nichž závisí výsledek zkoušky na tom, která plocha je při zkoušce nahoře (např. při ohybové pevnosti), musí být vždy polovina zkušebních těles m zkoušena s horní plochou v jedné poloze. Ve všech ostatních případech, při kterých plocha horní plochy má nepatrný vliv na zkoušenou vlastnost, má být poloha horní nebo dolní plochy během zkoušky volena náhodně. Zkušební tělesa se vyrábějí tak, aby jejich boky byly čisté a bez opálení a byly kolmé k rovině desky. (ČSN EN 326-1, 1997)



= orientace podélné osy zkušebního tělesa rovnoběžně s délkou překližované desky nebo se směrem výroby u ostatních druhů desek.

⊥ orientace podélné osy zkušebního tělesa kolmo k délce překližované desky nebo ke směru výroby u ostatních druhů desek

a) oformátovaný bok desky

POZNÁMKA - Pro všechny vlastnosti nezávislé na orientaci (např. D, I a Q) se odebírá z boku oformátované desky (pokud je zjistitelný) jen jedno zkušební těleso.

Zkouška	Číslo zkušebního tělesa
Hustota	D ₁ až D ₆
Ohyb	B ₁ až B ₁₂
Bobtnání	Q ₁ až Q ₈
Rozlupčivost	I ₁ až I ₈

Obr 16 - Příklad nařezávacího plánu malých zkušebních těles pro stanovení určitých vlastností (ČSN EN 326-1, 1997)

8.3. Vyjádření výsledků – popisná statistika

- Průměr každé desky (deskový průměr) – se vypočte podle vzorce:

$$\bar{x}_j = \frac{\sum_{i=1}^m x_{ij}}{m}$$

- Rozptyl uvnitř každé desky – se vypočte podle vzorce:

$$S_{w.j}^2 = \frac{\sum_{i=1}^m (x_{ij} - \bar{x}_j)^2}{m - 1}$$

- Směrodatná odchylka uvnitř každé desky – se vypočte podle vzorce:

$$S_{w.j} = \frac{\sum_{i=1}^m (x_{ij} - \bar{x}_j)}{m - 1}$$

8.4. Desky na bázi dřeva OSB

Zde jsou uvedeny minimální charakteristické hodnoty pro OSB podle EN 300.

8.4.1. EN 300: OSB/2: Nosné desky pro použití v suchém prostředí a OSB/3: Nosné desky pro použití ve vlhkém prostředí

Pro nosné použití OSB/2 a OSB/3 v podmínkách třídy použití 1 platí charakteristické hodnoty mechanických vlastností a hustoty uvedené v tabulce 7.

Pro nosné použití OSB/3 v podmínkách třídy použití 2 se musí charakteristické hodnoty mechanických vlastností a hustoty uvedené v tabulce 7.

Tab 7 - Charakteristické hodnoty desek podle EN 300: OSB/2: Nosné desky pro použití v suchém prostředí a OSB/3: Nosné desky pro použití ve vlhkém prostředí (ČSN EN 12369-1, 2001)

Tloušťka, mm	Charakteristická hustota (kg/m ³) a pevnost (N/mm ²)								
	Hustota	Ohyb		Tah		Tlak		Smyk kolmo k rovině desky	Smyk v rovině desky
t _{nom}	ρ	f_m		f_t		f_c		f_v	f_r
		0	90	0	90	0	90		
> 6 až 10	550	18,0	9,0	9,9	7,2	15,9	12,9	6,8	1,0
> 10 až 18	550	16,4	8,2	9,4	7,0	15,4	12,7	6,8	1,0
> 18 až 25	550	14,8	7,4	9,0	6,8	14,8	12,4	6,8	1,0

5% kvantilovými charakteristickými hodnotami modulu pružnosti by měly být 0,85 násobky průměrných hodnot uvedených v tabulce výše. Ostatní vlastnosti neuvedené v tabulce musí odpovídat požadavkům v EN 300. (ČSN EN 12369-1, 2001)

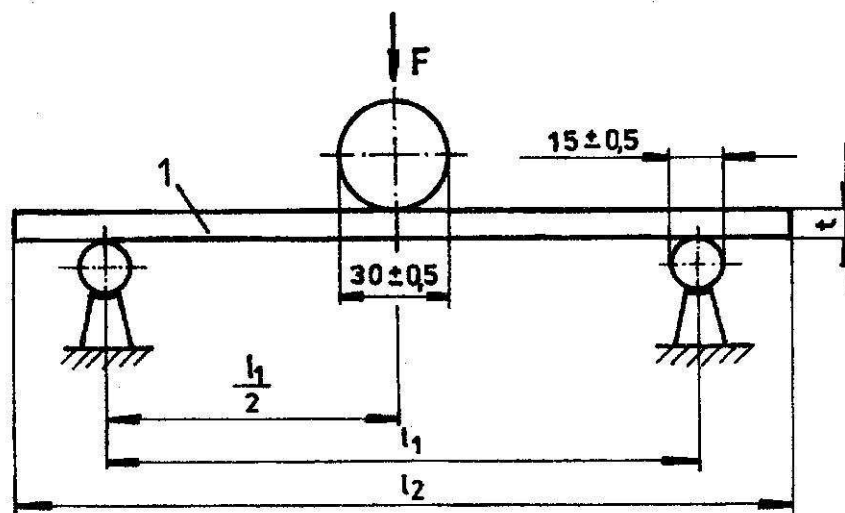
8.5. Stanovení modulu pružnosti v ohybu a pevnosti v ohybu

8.5.1. Podstata zkoušky (tříbodové zatížení)

Modul pružnosti v ohybu a pevnost v ohybu se stanoví zatížením zkušební tělesa v jeho středu, uloženého na dvou podpěrách. Modul pružnosti se vypočítává z lineární části zatěžovací křivky. Vypočtená hodnota je zdánlivý, ne skutečný modul, protože zkušební metoda zahrnuje kromě ohybu také smyk. Ohybová pevnost každého zkušební tělesa se vypočítá stanovením poměru ohybového momentu M při maximálním zatížení F_{max} k momentu jeho celého průřezu.

8.5.2. Přístroje a pomůcky

Zkušební zařízení, které má následující základní části. Dvě rovnoběžné, válcové podpěry o průměru (15±0,5) mm, s možností volného otáčení kolem osy a délky větší než je šířka zkušební tělesa. Vzdálenost mezi podpěrami musí být nastavitelná. Válcové zatěžovací hlava stejné délky a průměru (30±0,5) mm musí být umístěna rovnoběžně s podpěrami a ve stejné vzdálenosti mezi nimi.



l = zkušební těleso $l_1 = 20 t$
 F = zatížení $l_2 = l_1 \pm 50$
 t = tloušťka zkušebního tělesa

Obr 17 - Uspořádání ohybové zkoušky(ČSN EN 310, 1995)

8.5.3. Zkušební tělesa

Odběr vzorků a příprava zkušebních těles se provádí podle EN 326-1, jež je uvedena výše. Zkušební tělesa musí být pravoúhlá, s následujícími rozměry. Šířka musí být (50 ± 1) mm. Délka musí být 20tinásobkem jmenovité tloušťky plus 50 mm, s největší délkou 1050 mm a minimální délkou 150 mm.

Jestliže průhyb zkušebního tělesa je velký, ale nenastane zlom, musí být pro měření pevnosti v ohybu vzdálenost mezi podpěrami redukována. Ve zkušebním protokole musí být uvedena vzdálenost mezi podpěrami, na kterých byla neúspěšná zkouška prováděna. Aby mohl být tento postup přijat, je nutné použít novou sadu zkušebních těles.

8.5.4. Postup zkoušky

Měří se šířka a tloušťka každého zkušebního tělesa podle EN 325. Tloušťka v průřezu úhlopříček a šířka v polovině délky. Vzdálenost mezi středy se nastaví s přesností na 1 mm 20tinásobku jmenovité tloušťky desky.

Zkušební těleso se položí na plochu na podpěry, podélnou osu v pravém úhlu k těmto podpěrám, se směrem pod zatěžovací hlavou. Zatížení se provádí při konstantní rychlosti posuvu v průběhu zkoušky. Rychlost zatěžování se upraví tak, aby maximální zatížení bylo dosaženo do (60 ± 30) s.

Zaznamená se maximální zatížení s přesností na 1% z naměřené hodnoty. Zkoušky se provedou ve dvou skupinách zkušebních těles v obou směrech desky, tj. v podélném a příčném směru. V každé skupině se vyzkouší polovina zkušebních těles lícovou stranou nahoru a polovina rubovou stranou nahoru.

8.5.5. Vyjádření výsledků

8.5.5.1. Modul pružnosti

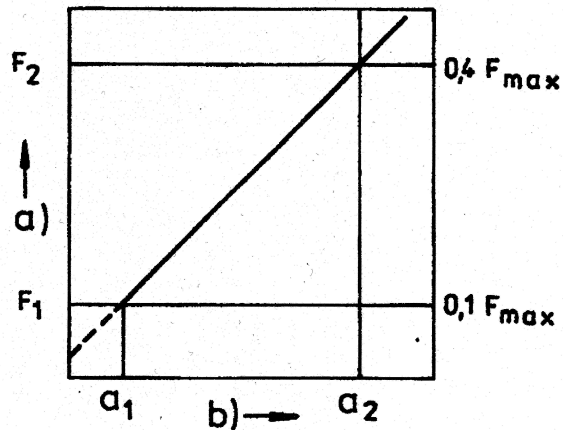
Modul pružnosti E_m (v N/mm^2), pro každé zkušební těleso, je vyjádřen vzorcem:

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

kde l_1	je	vzdálenost mezi středy podpěr v milimetrech;
b		šířka zkušebního tělesa v milimetrech;
t		tloušťka zkušebního tělesa v milimetrech;
$F_2 - F_1$		přírůstek zatížení v přímkové části zatěžovací křivky, (obrázek 3) v N. F_1 musí být přibližně 10 % a F_2 přibližně 40 % z maximálního zatížení;
$a_2 - a_1$		přírůstek průhybu ve středu délky zkušebního tělesa (odpovídající $F_2 - F_1$).

Modul pružnosti v ohybu musí být pro každé zkušební těleso vyjádřen na tři platné číslice.

Modul pružnosti pro každou skupinu zkušebních těles odebraných z jedné desky je aritmetický průměr modulů pružnosti odpovídajících zkušebních těles, vyjádřených na tři platné číslice. (ČSN EN 310, 1995)



Obr 18 - Zatěžovací křivka v oblasti pružné deformace (ČSN EN 310, 1995)

8.5.5.2. Pevnost v ohybu

Pevnost v ohybu f_m (v N/mm^2), pro každé zkušební těleso je vyjádřena vzorcem:

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

Pevnost v ohybu pro každé zkušební těleso musí být vyjádřena na tři platné číslice. Pevnost v ohybu pro každou skupinu zkušebních těles odebraných z jedné desky je aritmetický průměr modulů pružnosti odpovídajících zkušebních těles, vyjádřených na tři platné číslice. (ČSN EN 310, 1995)

8.5.5.3. Protokol o zkoušce

Název a adresa laboratoře, kde probíhalo měření:

Česká zemědělská univerzita v Praze
 Fakulta lesnická a dřevařská
 Kamýcká 1176
 165 21 Praha 6 – Suchdol

Jméno dodavatele:

Firma Kronospan Jihlava

Odběr vzorků a jejich označení:

Vzorky byly odebrány pracovníky dodavatele. Po dodání jsem vzorky označil v místech měření a také číslem.

Datum dodání:

Do laboratoře naší fakulty byly všechny vzorky dopraveny dne 16.3.2009.

Datum začátku a konce zkoušky:

Zkoušet jsem začal 18.3. 2009 a poslední hodnoty jsem naměřil 11.3.2009.

Zkušební postu:

Zkoušky probíhaly dle ČSN EN 310

Popis použitých zkušebních zařízení při zkoušce:

Posuvné digitální měřidlo Mitutoyo 500-123U/CD-15B/ 0,01 mm

Posuvné digitální měřidlo Mitutoyo 500-303/ CD-30/ 0,02 mm

Váha Sartorius BP 3100S/ 0,01 g

Zkušební zatěžovací stroj Typ UTS 100 K

Klimatizační komoru (WEISS TECHNIK) Typ 12*SD/+15JU)

9. Naměřené výsledky

9.1. Číselné vyhodnocení OSB/3

9.1.1. Stanovení vlhkosti

OSB/3 - podélný směr					
$w_{rel}[\%]$	číslo vzorku	$m_0[g]$	$m_w[g]$	$w[\%]$	$w_{abs}[\%]$
15	1	94,47	97,31	3,01	3,07
	2	94,23	97,14	3,09	
	3	97,15	100,11	3,05	
	4	99,16	102,19	3,06	
	5	96,02	98,95	3,05	
	6	95,70	98,69	3,12	
	7	94,07	96,99	3,10	
OSB/3 - příčný směr					
$w_{rel}[\%]$	číslo vzorku	$m_0[g]$	$m_w[g]$	$w[\%]$	$w_{abs}[\%]$
15	1	89,07	91,91	3,19	3,13
	2	97,70	100,74	3,11	
	3	85,31	88,02	3,18	
	4	93,54	96,46	3,12	
	5	102,48	105,57	3,02	
	6	93,25	96,19	3,15	
	7	94,16	97,10	3,12	

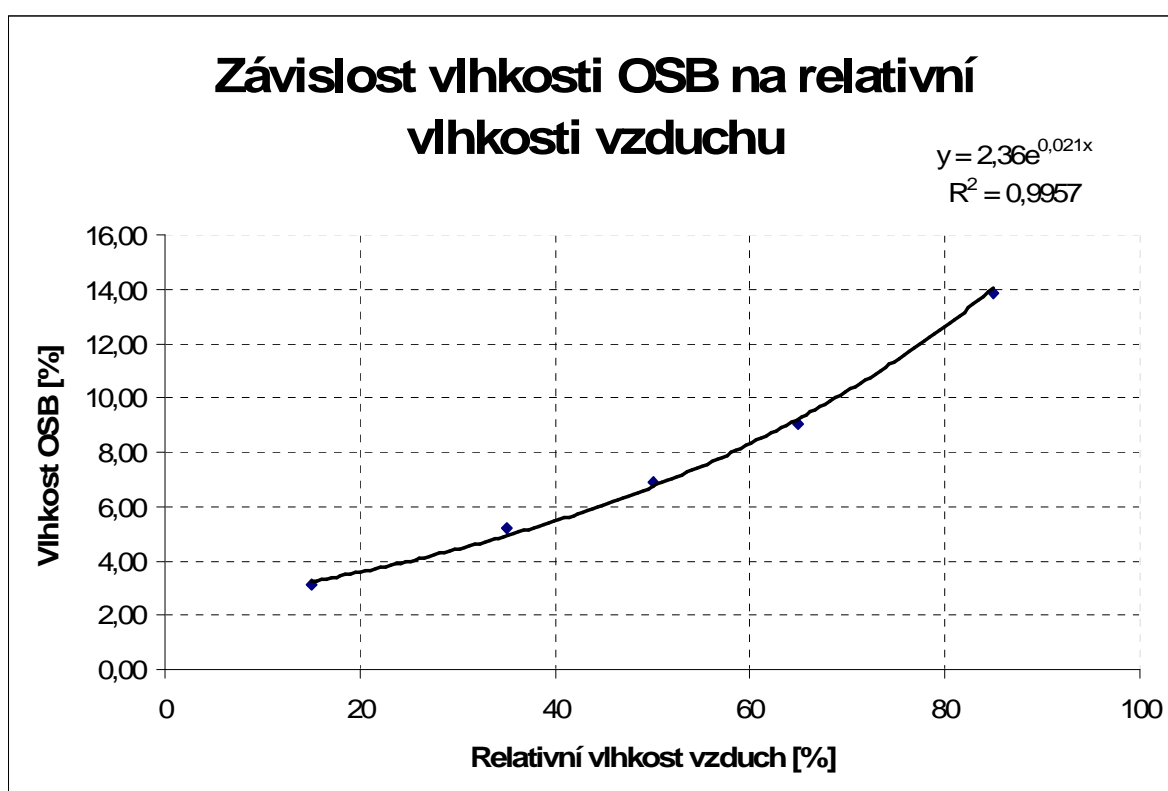
OSB/3 - podélný směr					
$w_{rel}[\%]$	číslo vzorku	$m_0[g]$	$m_w[g]$	$w[\%]$	$w_{abs}[\%]$
35	1	95,36	100,31	5,19	5,18
	2	84,91	89,37	5,25	
	3	95,77	100,69	5,14	
	4	99,66	104,77	5,13	
	5	97,24	102,27	5,17	
	6	93,98	98,87	5,20	
	7	92,62	97,43	5,19	
OSB/3 - příčný směr					
$w_{rel}[\%]$	číslo vzorku	$m_0[g]$	$m_w[g]$	$w[\%]$	$w_{abs}[\%]$
35	1	89,33	93,98	5,21	5,18
	2	91,94	96,74	5,22	
	3	95,38	100,22	5,07	
	4	94,24	99,09	5,15	
	5	96,82	101,89	5,24	
	6	94,99	99,99	5,26	
	7	93,68	98,50	5,15	

OSB/3 - podélný směr					
$w_{rel}[\%]$	číslo vzorku	$m_0[g]$	$m_w[g]$	$w[\%]$	$w_{abs}[\%]$
50	1	96,79	103,43	6,86	6,85
	2	95,95	102,56	6,89	
	3	89,82	95,97	6,85	
	4	94,44	100,93	6,87	
	5	90,64	96,82	6,82	
	6	94,02	100,40	6,79	
	7	94,77	101,30	6,89	
OSB/3 - příčný směr					
$w_{rel}[\%]$	číslo vzorku	$m_0[g]$	$m_w[g]$	$w[\%]$	$w_{abs}[\%]$
50	1	97,98	104,66	6,82	6,89
	2	94,41	100,94	6,92	
	3	99,37	106,25	6,92	
	4	92,73	99,13	6,90	
	5	91,93	98,30	6,93	
	6	99,79	106,63	6,85	
	7	95,60	102,20	6,90	

OSB/3 - podélný směr					
$w_{rel}[\%]$	číslo vzorku	$m_0[g]$	$m_w[g]$	$w[\%]$	$w_{abs}[\%]$
65	1	96,63	105,43	9,11	9,03
	2	94,07	102,50	8,96	
	3	95,41	103,97	8,97	
	4	100,98	110,13	9,06	
	5	104,74	113,99	8,83	
	6	94,7	103,35	9,13	
	7	93,85	102,41	9,12	
OSB/3 - příčný směr					
$w_{rel}[\%]$	číslo vzorku	$m_0[g]$	$m_w[g]$	$w[\%]$	$w_{abs}[\%]$
65	1	95,85	104,44	8,96	9,11
	2	95,30	103,93	9,06	
	3	94,16	102,77	9,14	
	4	91,58	100,04	9,24	
	5	95,75	104,47	9,11	
	6	90,27	98,58	9,21	
	7	99,25	108,27	9,09	

OSB/3 - podélný směr					
w _{rel} [%]	číslo vzorku	m ₀ [g]	m _w [g]	w[%]	w _{abs} [%]
85	1	92,35	105,30	14,02	14,00
	2	96,11	109,56	13,99	
	3	94,86	108,10	13,96	
	4	97,69	111,20	13,83	
	5	93,92	107,16	14,10	
	6	99,53	113,50	14,04	
	7	94,11	107,37	14,09	
OSB/3 - příčný směr					
w _{rel} [%]	číslo vzorku	m ₀ [g]	m _w [g]	w[%]	w _{abs} [%]
85	1	95,28	108,56	13,94	13,71
	2	96,63	110,23	14,07	
	3	99,08	112,63	13,68	
	4	99,08	112,48	13,52	
	5	94,82	107,67	13,55	
	6	93,97	106,76	13,61	
	7	96,10	109,18	13,61	

Celkové stanovení vlhkosti					
w _{rel} [%]	15	35	50	65	85
w _{abs} [%]	3,10	5,18	6,87	9,07	13,86



9.1.2. Stanovení pevnosti v ohybu

Vyhodnocení pevnosti v ohybu OSB - podélný směr								
w _{rel} [%]	číslo vzorku	w[%]	F _{max} [N]	l ₁ [mm]	b[mm]	t[mm]	f _m [N/mm ²]	Ø f _m [N/mm ²]
15	1	3,01	302,778	240,00	49,98	11,80	15,663	18,860
	2	3,09	443,940	240,00	50,03	11,72	23,256	
	3	3,05	253,662	240,00	49,98	11,86	12,989	
	4	3,06	443,435	240,00	50,05	12,00	22,150	
	5	3,05	453,157	240,00	49,99	11,76	23,597	
	6	3,12	322,475	240,00	49,96	11,83	16,604	
	7	3,10	347,727	240,00	50,02	11,87	17,762	
Vyhodnocení pevnosti v ohybu OSB - příčný směr								
w _{rel} [%]	číslo vzorku	w[%]	F _{max} [N]	l ₁ [mm]	b[mm]	t[mm]	f _m [N/mm ²]	Ø f _m [N/mm ²]
15	1	3,19	114,268	240,00	49,98	11,72	5,992	8,806
	2	3,11	112,247	240,00	50,10	11,64	5,953	
	3	3,18	113,636	240,00	50,03	11,71	5,963	
	4	3,12	194,066	240,00	50,05	11,81	10,008	
	5	3,02	284,722	240,00	50,02	11,73	14,893	
	6	3,15	163,258	240,00	49,92	11,67	8,645	
	7	3,12	196,212	240,00	50,04	11,77	10,190	

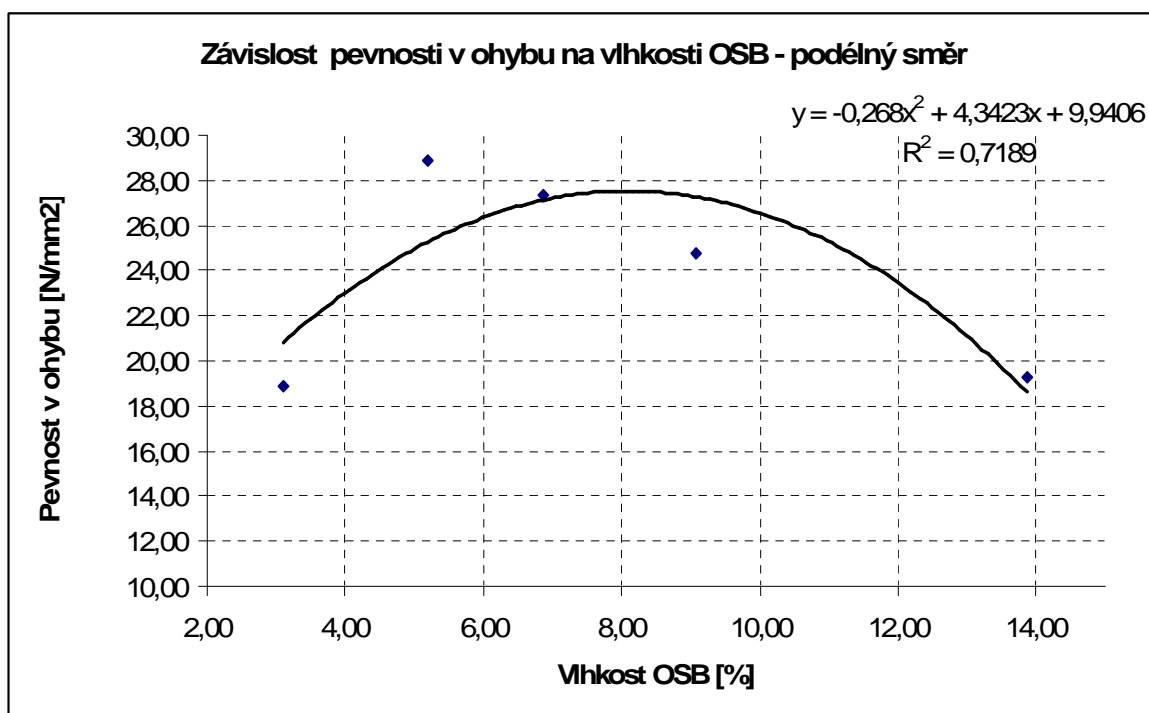
Vyhodnocení pevnosti v ohybu OSB - podélný směr								
w _{rel} [%]	číslo vzorku	w[%]	F _{max} [N]	l ₁ [mm]	b[mm]	t[mm]	f _m [N/mm ²]	Ø f _m [N/mm ²]
35	1	5,19	534,975	240,00	49,96	11,79	27,732	28,899
	2	5,25	458,460	240,00	49,92	12,13	22,470	
	3	5,14	730,935	240,00	50,00	11,92	37,039	
	4	5,13	790,531	240,00	50,01	12,13	38,676	
	5	5,17	471,465	240,00	50,01	11,92	23,886	
	6	5,20	514,015	240,00	49,95	11,83	26,471	
	7	5,19	505,934	240,00	49,94	11,84	26,016	
Vyhodnocení pevnosti v ohybu OSB - příčný směr								
w _{rel} [%]	číslo vzorku	w[%]	F _{max} [N]	l ₁ [mm]	b[mm]	t[mm]	f _m [N/mm ²]	Ø f _m [N/mm ²]
35	1	5,21	345,202	240,00	50,11	11,79	17,841	16,582
	2	5,22	329,246	240,00	50,04	11,92	16,671	
	3	5,07	339,649	240,00	50,01	11,92	17,208	
	4	5,15	250,631	240,00	50,11	12,02	12,462	
	5	5,24	362,879	240,00	50,05	11,99	18,156	
	6	5,26	359,818	240,00	50,04	11,89	18,311	
	7	5,15	306,061	240,00	50,01	11,95	15,428	

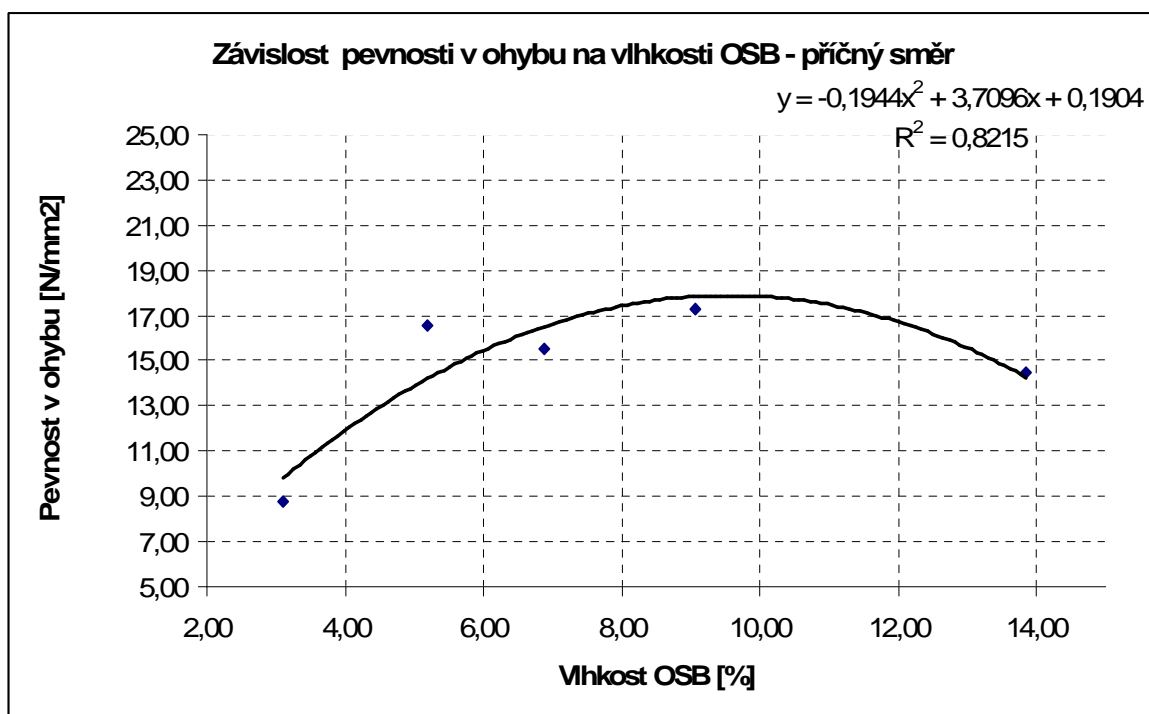
Vyhodnocení pevnosti v ohybu OSB - podélný směr								
w _{rel} [%]	číslo vzorku	w[%]	F _{max} [N]	l ₁ [mm]	b[mm]	t[mm]	f _m [N/mm ²]	Ø f _m [N/mm ²]
50	1	6,86	580,430	240,00	50,12	11,95	29,195	27,310
	2	6,89	599,369	240,00	50,03	11,80	30,974	
	3	6,85	479,798	240,00	50,07	12,04	23,797	
	4	6,87	383,838	240,00	49,99	11,86	19,652	
	5	6,82	457,071	240,00	50,07	11,78	23,682	
	6	6,79	580,556	240,00	50,14	11,87	29,584	
	7	6,89	662,374	240,00	50,03	11,79	34,288	
Vyhodnocení pevnosti v ohybu OSB - příčný směr								
w _{rel} [%]	číslo vzorku	w[%]	F _{max} [N]	l ₁ [mm]	b[mm]	t[mm]	f _m [N/mm ²]	Ø f _m [N/mm ²]
50	1	6,82	287,662	240,00	50,04	12,08	14,182	15,497
	2	6,92	298,232	240,00	50,04	11,83	15,331	
	3	6,92	357,071	240,00	50,12	11,88	18,172	
	4	6,90	232,449	240,00	50,11	11,84	11,912	
	5	6,93	289,899	240,00	50,09	11,89	14,738	
	6	6,85	317,172	240,00	50,08	11,85	16,237	
	7	6,90	352,273	240,00	50,09	11,89	17,909	

Vyhodnocení pevnosti v ohybu OSB - podélný směr								
w _{rel} [%]	číslo vzorku	w[%]	F _{max} [N]	l ₁ [mm]	b[mm]	t[mm]	f _m [N/mm ²]	Ø f _m [N/mm ²]
65	1	9,11	454,545	240,00	50,04	12,29	21,650	24,796
	2	8,96	448,359	240,00	50,12	12,10	21,996	
	3	8,97	565,783	240,00	50,06	12,10	27,790	
	4	9,06	677,526	240,00	50,07	12,04	33,605	
	5	8,83	601,137	240,00	50,09	12,23	28,885	
	6	9,13	397,096	240,00	49,95	12,14	19,419	
	7	9,12	406,439	240,00	50,07	12,02	20,226	
Vyhodnocení pevnosti v ohybu OSB - příčný směr								
w _{rel} [%]	číslo vzorku	w[%]	F _{max} [N]	l ₁ [mm]	b[mm]	t[mm]	f _m [N/mm ²]	Ø f _m [N/mm ²]
65	1	8,96	404,672	240,00	50,16	12,02	20,102	17,268
	2	9,06	346,338	240,00	50,07	12,13	16,924	
	3	9,14	358,081	240,00	50,18	11,94	18,020	
	4	9,24	366,919	240,00	50,09	12,04	18,192	
	5	9,11	400,631	240,00	50,09	12,01	19,962	
	6	9,21	240,909	240,00	50,10	12,01	12,001	
	7	9,09	319,066	240,00	50,14	12,09	15,673	

Vyhodnocení pevnosti v ohybu OSB - podélný směr								
w _{rel} [%]	číslo vzorku	w[%]	F _{max} [N]	l ₁ [mm]	b[mm]	t[mm]	f _m [N/mm ²]	Ø f _m [N/mm ²]
85	1	14,02	375,253	240,00	50,11	12,55	17,116	19,251
	2	13,99	357,071	240,00	50,20	12,83	15,556	
	3	13,96	504,927	240,00	50,11	12,62	22,777	
	4	13,83	378,409	240,00	50,14	12,56	17,223	
	5	14,10	505,177	240,00	50,17	12,61	22,797	
	6	14,04	459,975	240,00	50,09	13,05	19,412	
	7	14,09	448,232	240,00	50,17	12,72	19,879	
Vyhodnocení pevnosti v ohybu OSB - příčný směr								
w _{rel} [%]	číslo vzorku	w[%]	F _{max} [N]	l ₁ [mm]	b[mm]	t[mm]	f _m [N/mm ²]	Ø f _m [N/mm ²]
85	1	13,94	356,313	240,00	50,11	12,67	15,946	14,486
	2	14,07	265,404	240,00	50,16	12,43	12,328	
	3	13,68	324,116	240,00	50,15	12,51	14,867	
	4	13,52	329,167	240,00	50,09	12,47	15,214	
	5	13,55	300,253	240,00	50,16	12,68	13,403	
	6	13,61	335,354	240,00	50,16	12,52	15,355	
	7	13,61	313,384	240,00	50,13	12,55	14,289	

Souhrn pevností v ohybu					
w _{rel} [%]	15	35	50	65	85
w _{abs} [%]	3,10	5,18	6,87	9,07	13,86
Ø f _m [N/mm ²] - podélný směr	18,860	28,899	27,310	24,796	19,251
Ø f _m [N/mm ²] - příčný směr	8,806	16,582	15,497	17,268	14,486



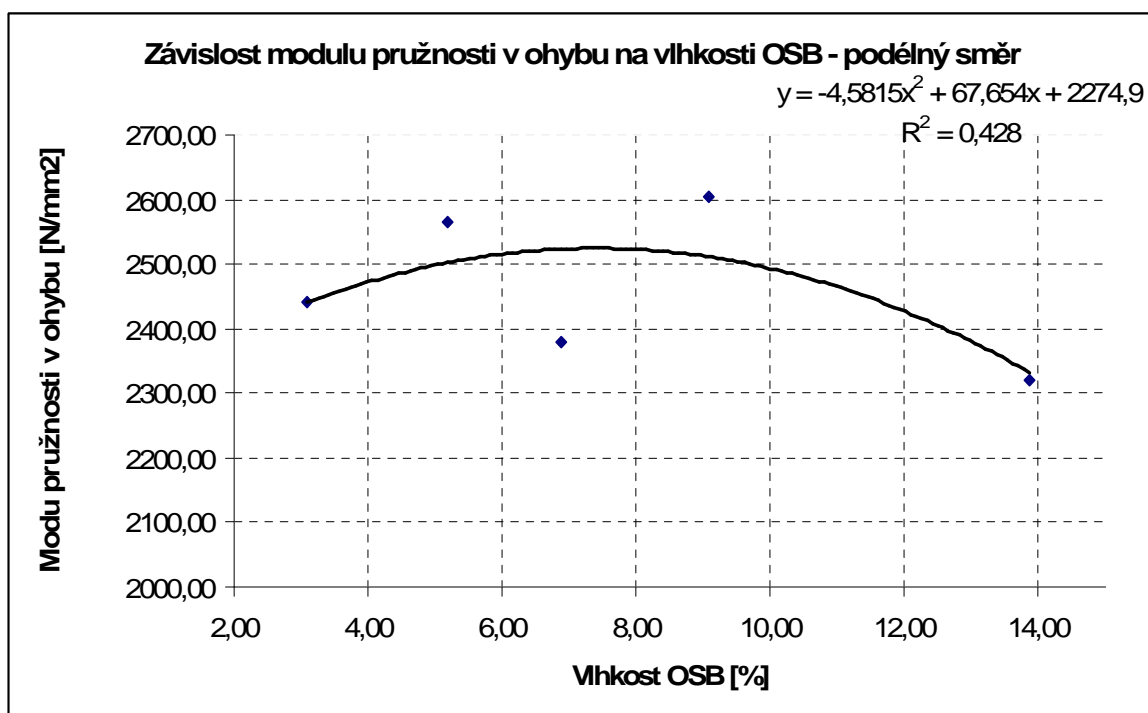


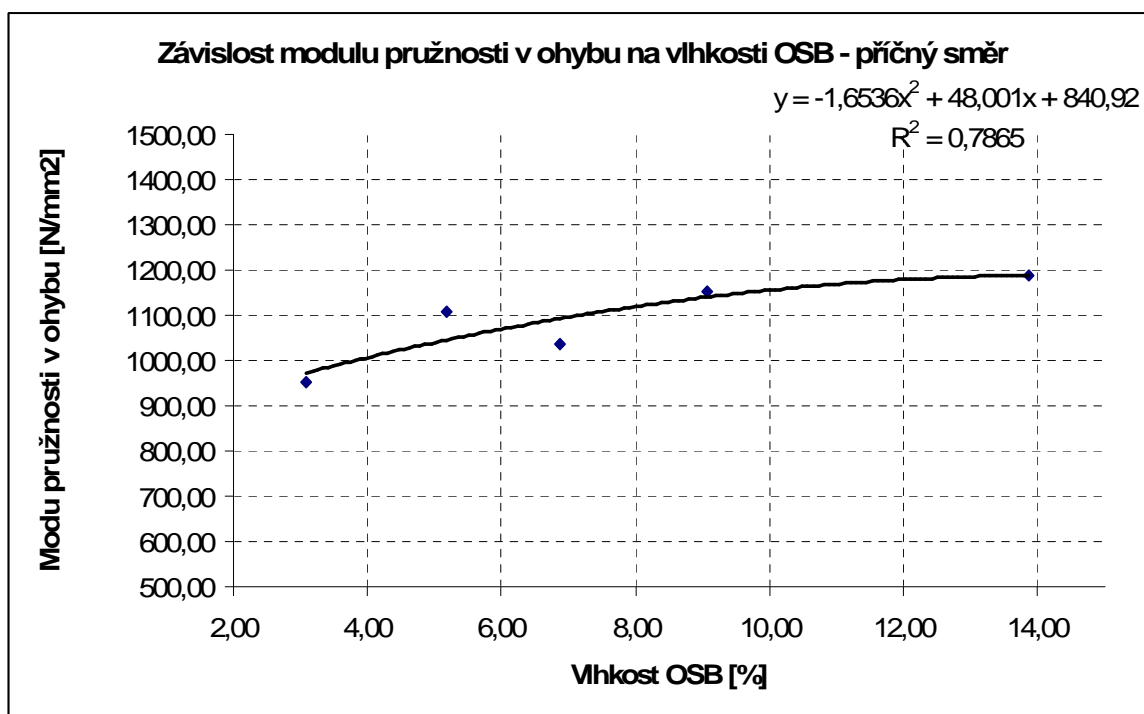
9.1.3. Stanovení modulu pružnosti v ohybu

Modul pružnosti v ohybu OSB/3							
$w_{rel}[\%]$	číslo vzorku	$w[\%]$ podélný směr	$w[\%]$ příčný směr	$E_m[N/mm^2]$ podélný směr	$E_m[N/mm^2]$ příčný směr	Průměr E_m podélný směr	Průměr E_m příčný směr
15	1	3,01	3,19	2643,080	827,926	2442,265	953,903
	2	3,09	3,11	2608,391	695,221		
	3	3,05	3,18	2022,031	874,403		
	4	3,06	3,12	2857,440	1079,803		
	5	3,05	3,02	2489,720	1388,119		
	6	3,12	3,15	1977,114	842,985		
	7	3,10	3,12	2498,080	968,862		
35	1	5,19	5,21	2770,954	1132,003	2564,620	1108,284
	2	5,25	5,22	1881,022	1064,045		
	3	5,14	5,07	2842,494	1062,650		
	4	5,13	5,15	3451,029	1093,648		
	5	5,17	5,24	2379,666	1123,057		
	6	5,20	5,26	2524,598	1161,034		
	7	5,19	5,15	2102,580	1121,548		
50	1	6,86	6,82	2692,904	1023,177	2379,396	1037,472
	2	6,89	6,92	2608,515	1002,934		
	3	6,85	6,92	2028,809	1235,378		
	4	6,87	6,90	1910,748	919,700		
	5	6,82	6,93	2118,179	1028,466		
	6	6,79	6,85	2648,630	1021,173		
	7	6,89	6,90	2647,988	1031,474		

Modul pružnosti v ohybu OSB/3							
w _{rel} [%]	číslo vzorku	w[%] podélný směr	w[%] příčný směr	E _m [N/mm ²] podélný směr	E _m [N/mm ²] příčný směr	Průměr E _m podélný směr	Průměr E _m příčný směr
65	1	9,11	8,96	2432,712	1334,665	2605,042	1151,351
	2	8,96	9,06	2151,664	1173,117		
	3	8,97	9,14	2960,254	1107,233		
	4	9,06	9,24	3190,692	1278,817		
	5	8,83	9,11	3146,353	1200,536		
	6	9,13	9,21	2249,755	944,074		
	7	9,12	9,09	2103,862	1021,014		
85	1	14,02	13,94	2015,042	1450,143	2319,135	1189,578
	2	13,99	14,07	2192,193	1169,647		
	3	13,96	13,68	2144,098	1123,849		
	4	13,83	13,52	2231,952	1232,836		
	5	14,10	13,55	2466,985	1108,294		
	6	14,04	13,61	2576,297	1212,907		
	7	14,09	13,61	2607,375	1029,373		

Souhrn modulu pružnosti v ohybu					
w _{rel} [%]	15	35	50	65	85
w _{absl} [%]	3,10	5,18	6,87	9,07	13,86
Průměr E _m podélný směr	2442,265	2564,620	2379,396	2605,042	2319,135
Průměr E _m příčný směr	953,903	1108,284	1037,472	1151,351	1189,578





9.2. Statistické vyhodnocení měření

9.2.1. Vyhodnocení naměřených hodnot při relativní vlhkosti 15%

Vyhodnocení naměřených hodnot při relativní vlhkosti 15% - podélný směr				
	$w_{abs}[\%]$	$F_{max}[N]$	$f_m[N/mm^2]$	$E_m[N/mm^2]$
aritmetický průměr výběru	3,07	366,73914	18,860123	2442,265143
směrodatná odchylka výběru	0,03994	80,112959	4,1546754	326,2473886
průměrný rozptyl výběru	0,001595	6418,0861	17,261327	106437,3586
minimum	3,01	253,662	12,989	1977,114
maximum	3,12	453,157	23,597	2857,44
variační koeficient	1,300981	21,844671	22,028888	13,35839352
Vyhodnocení naměřených hodnot při relativní vlhkosti 15% - příčný směr				
	$w_{abs}[\%]$	$F_{max}[N]$	$f_m[N/mm^2]$	$E_m[N/mm^2]$
aritmetický průměr výběru	3,13	168,34414	8,8062505	953,9027143
směrodatná odchylka výběru	0,057296	63,340358	3,2806871	225,8420358
průměrný rozptyl výběru	0,003283	4012,0009	10,762908	51004,62512
minimum	3,02	112,247	5,953	695,221
maximum	3,19	284,722	14,893	1388,119
variační koeficient	1,830534	37,625519	37,254074	23,67558372

9.2.2. Vyhodnocení naměřených hodnot při relativní vlhkosti 35%

Vyhodnocení naměřených hodnot při relativní vlhkosti 35% - podélný směr				
	$w_{abs}[\%]$	$F_{max}[N]$	$f_m[N/mm^2]$	$E_m[N/mm^2]$
aritmetický průměr výběru	5,18	572,33071	28,898714	2564,620429
směrodatná odchylka výběru	0,042233	132,35798	6,3754272	519,9528063
průměrný rozptyl výběru	0,001784	17518,635	40,646071	270350,9208
minimum	5,13	458,460	22,470	1881,022
maximum	5,25	790,531	38,676	3451,029
variační koeficient	0,814918	23,126136	22,061283	20,27406475
Vyhodnocení naměřených hodnot při relativní vlhkosti 35% - příčný směr				
	$w_{abs}[\%]$	$F_{max}[N]$	$f_m[N/mm^2]$	$E_m[N/mm^2]$
aritmetický průměr výběru	5,18	327,64086	16,582442	1108,283571
směrodatná odchylka výběru	0,065631	39,005276	2,0717379	36,49906907
průměrný rozptyl výběru	0,004307	1521,4115	4,2920977	1332,182043
minimum	5,07	250,631	12,462	1062,65
maximum	5,26	362,879	18,311	1161,034
variační koeficient	1,26587	11,904888	12,493563	3,293296951

9.2.3. Vyhodnocení naměřených hodnot při relativní vlhkosti 50%

Vyhodnocení naměřených hodnot při relativní vlhkosti 50% - podélný směr				
	$w_{abs}[\%]$	$F_{max}[N]$	$f_m[N/mm^2]$	$E_m[N/mm^2]$
aritmetický průměr výběru	6,85	534,77657	27,310412	2379,396143
směrodatná odchylka výběru	0,038436	97,019353	5,0826902	343,0713981
průměrný rozptyl výběru	0,001477	9412,7548	25,83374	117697,9842
minimum	6,79	383,838	19,652	1910,748
maximum	6,89	662,374	34,288	2692,904
variační koeficient	0,560968	18,142035	18,610815	14,41842289
Vyhodnocení naměřených hodnot při relativní vlhkosti 50% - příčný směr				
	$w_{abs}[\%]$	$F_{max}[N]$	$f_m[N/mm^2]$	$E_m[N/mm^2]$
aritmetický průměr výběru	6,89	304,96543	15,497302	1037,471714
směrodatná odchylka výběru	0,041138	42,685623	2,1872385	95,58328892
průměrný rozptyl výběru	0,001692	1822,0624	4,7840123	9136,165122
minimum	6,82	232,449	11,912	919,7
maximum	6,93	357,071	18,172	1235,378
variační koeficient	0,596855	13,996873	14,113673	9,213098305

9.2.4. Vyhodnocení naměřených hodnot při relativní vlhkosti 65%

Vyhodnocení naměřených hodnot při relativní vlhkosti 65% - podélný směr				
	$w_{abs}[\%]$	$F_{max}[N]$	$f_m[N/mm^2]$	$E_m[N/mm^2]$
aritmetický průměr výběru	9,03	507,26929	24,79583	2605,041714
směrodatná odchylka výběru	0,11065	107,84056	5,3355503	478,6854518
průměrný rozptyl výběru	0,012243	11629,587	28,468097	229139,7618
minimum	8,83	397,096	19,419	2103,862
maximum	9,13	677,526	33,605	3190,692
variační koeficient	1,225794	21,259037	21,517934	18,3753469
Vyhodnocení naměřených hodnot při relativní vlhkosti 65% - příčný směr				
	$w_{abs}[\%]$	$F_{max}[N]$	$f_m[N/mm^2]$	$E_m[N/mm^2]$
aritmetický průměr výběru	9,11	294,044	17,267649	1151,350857
směrodatná odchylka výběru	0,093003	55,901192	2,8020388	138,2283214
průměrný rozptyl výběru	0,00865	3124,9433	7,8514216	19107,06883
minimum	8,96	240,909	12,001	944,074
maximum	9,24	404,672	20,102	1334,665
variační koeficient	1,020407	19,011166	16,227101	12,00575137

9.2.5. Vyhodnocení naměřených hodnot při relativní vlhkosti 85%

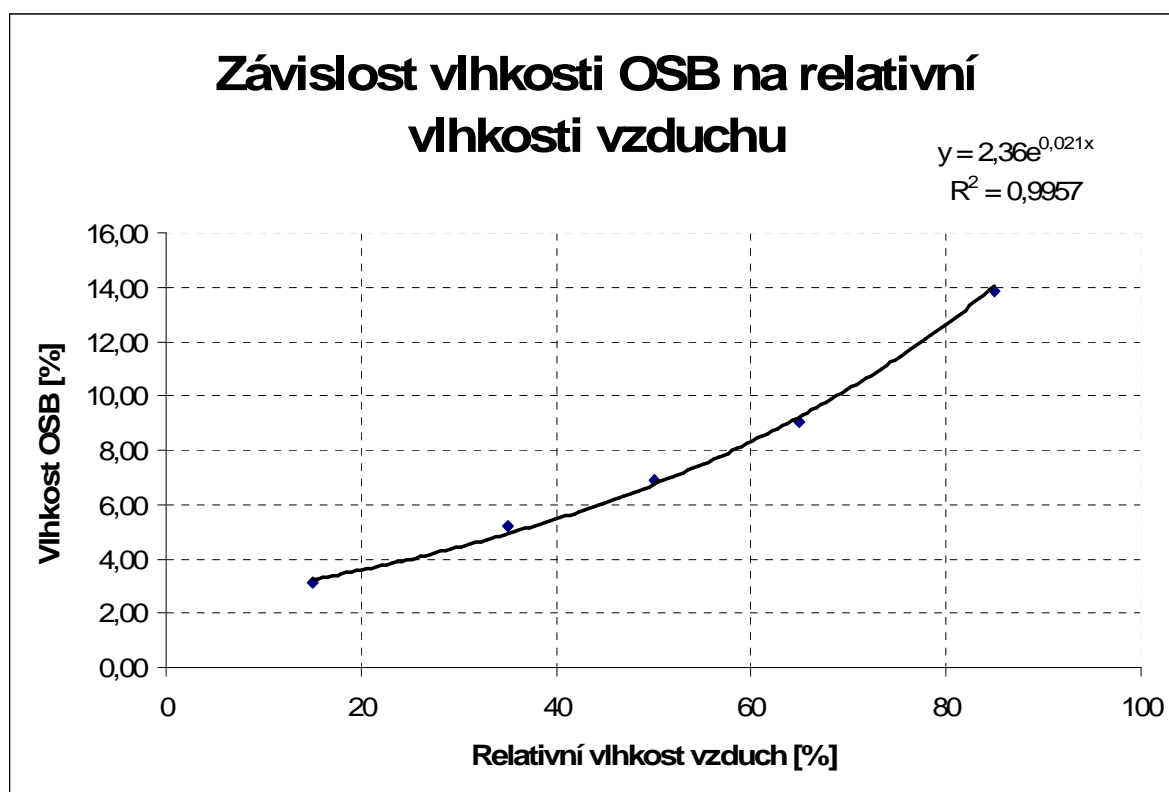
Vyhodnocení naměřených hodnot při relativní vlhkosti 85% - podélný směr				
	$w_{abs}[\%]$	$F_{max}[N]$	$f_m[N/mm^2]$	$E_m[N/mm^2]$
aritmetický průměr výběru	14,00	432,72057	19,251269	2319,134571
směrodatná odchylka výběru	0,091421	62,479646	2,8208732	230,1810393
průměrný rozptyl výběru	0,008358	3903,7061	7,9573254	52983,31087
minimum	13,83	357,071	15,556	2015,042
maximum	14,10	505,177	22,797	2607,375
variační koeficient	0,652825	14,438797	14,652921	9,925298953
Vyhodnocení naměřených hodnot při relativní vlhkosti 85% - příčný směr				
	$w_{abs}[\%]$	$F_{max}[N]$	$f_m[N/mm^2]$	$E_m[N/mm^2]$
aritmetický průměr výběru	13,71	317,713	14,485902	1189,578429
směrodatná odchylka výběru	0,210107	28,96314	1,253553	133,7285141
průměrný rozptyl výběru	0,044145	838,86345	1,5713951	17883,31549
minimum	13,52	265,404	12,328	1029,373
maximum	14,07	356,313	15,946	1450,143
variační koeficient	1,532252	9,116133	8,653607	11,24167276

10. Diskuze

V diskuzi se budeme věnovat zhodnocení výsledků naměřených zkoušek a vypočtených hodnot desek OSB/3 s hodnotami udávanými výrobcem. Norma ČSN EN 310 se využívá u OSB ke zjištění jakosti lepení. Proto naměřené hodnoty srovnávám s výrobcovými a ne s hodnotami uváděnými v normě.

Nejprve se budeme věnovat vlhkosti. Zkušební vzorky byly umístěny v klimatizační komoře, kde byla udržována relativní vlhkost na stupních 15 %, 35 %, 50 %, 65 %, 85 % při teplotě 20°C. Pro stanovení vlhkosti OSB byla použita váhová zkouška a vzorec dle ČSN. Výsledné hodnoty jsou uvedeny v tabulce viz. dále, kde je také znázorněna grafická závislost vlhkosti OSB desky na relativní vlhkosti vzduchu.

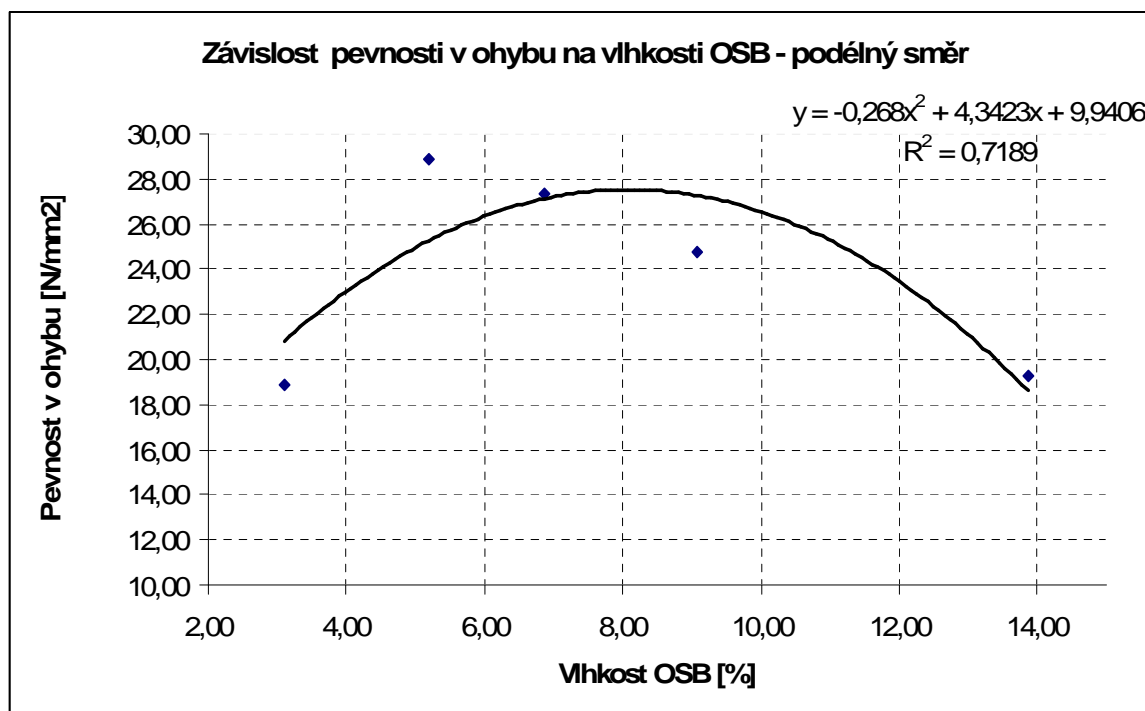
Celkové stanovení vlhkosti					
$w_{rel}[\%]$	15	35	50	65	85
$w_{abs}[\%]$	3,10	5,18	6,87	9,07	13,86

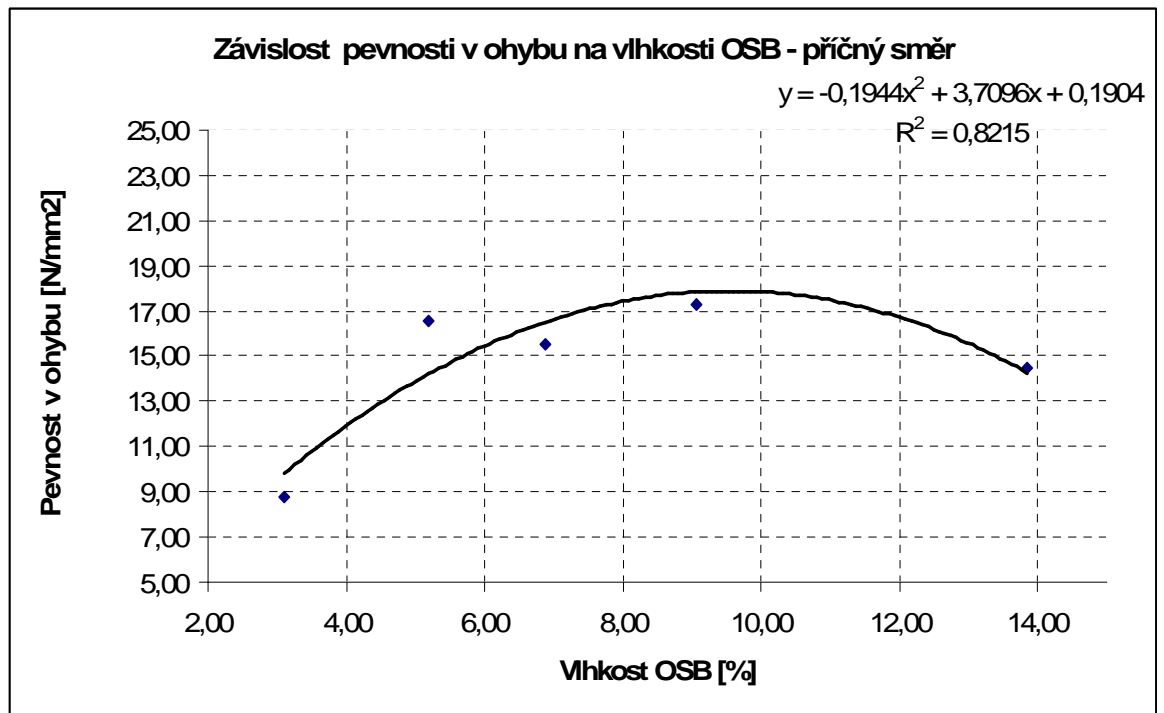


Z grafu je patrná exponenciální závislost mezi relativní vlhkostí vzduchu a vlhkostí OSB desky. Jednotlivé body grafu jsou proloženy exponenciální spojnicí trendu s rovnicí regrese a hodnotou spolehlivosti $R^2 = 0,996$. Hodnota spolehlivosti R^2 je ve statistice nazývána koeficientem determinace. Jak je patrné, tato hodnota se velmi přibližuje k hodnotě 1, což naznačuje velmi úspěšnou regresi. Z tohoto vyplývá, že pokud roste relativní vlhkost vzduchu, tak vlhkost OSB desky také roste a to s exponenciální závislostí.

Dále porovnáme hodnoty naměřené pevnosti v ohybu při jednotlivých vlhkostních stupních v podélném a příčném směru. Z naměřených hodnot jsem udělal průměry a dal jsem je do závislosti s vlhkostí OSB. Tabulka nám ukazuje hodnoty a graf znázorňuje závislost. Z průběhu závislosti pevnosti v ohybu OSB desky v podélném i příčném směru lze říci, že rozdíl pevnosti v ohybu se při zvyšování vlhkosti desek si zachovává v obou směrech přibližně stejný poměr. Hodnoty jsou v některých stupních téměř dvojnásobné.

Souhrn pevností v ohybu					
$w_{rel}[\%]$	15	35	50	65	85
$w_{abs}[\%]$	3,10	5,18	6,87	9,07	13,86
$\varnothing f_m [N/mm^2]$ - podélný směr	18,860	28,899	27,310	24,796	19,251
$\varnothing f_m [N/mm^2]$ - příčný směr	8,806	16,582	15,497	17,268	14,486





Dále lez říci, že pevnost v ohybu má stoupající tendenci až do 50% relativní vlhkosti. Poté začíná opět mírně klesat což se dalo očekávat vzhledem ke vzrůstající vlhkosti. Hodnoty regrese jsou podstatně vysoké. Výsledky můžeme považovat za spolehlivé.

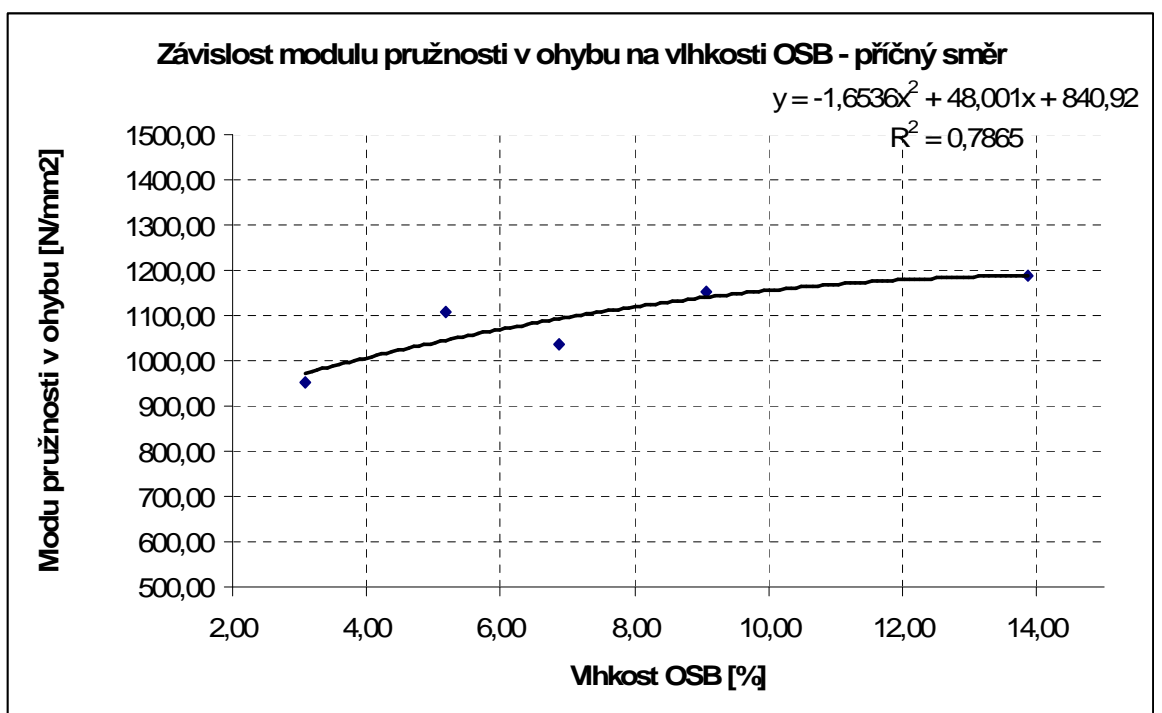
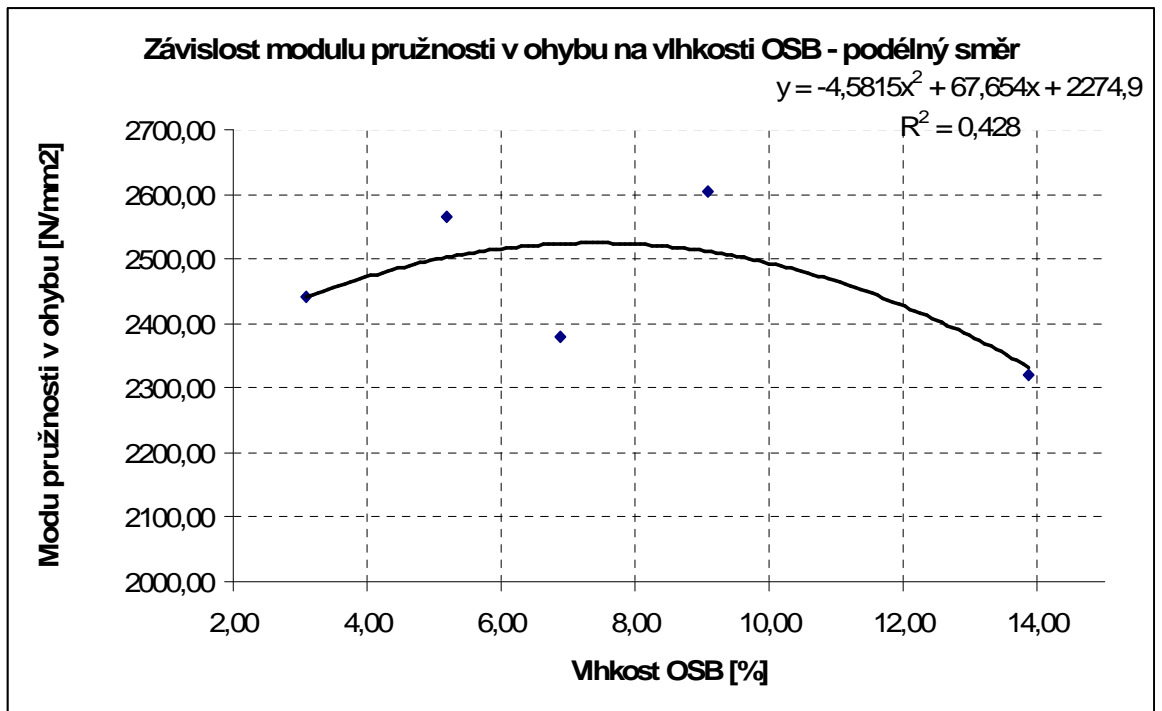
Tabulka 8 nám ukazuje hodnoty pro zkoušku podle normy ČSN EN 310, jež udává výrobce. Hodnoty měření ve většině průběhu funkce, zobrazené v grafech výše, nabývají, ale i překračují tyto hodnoty udávané výrobcem. Krajiní hodnoty funkce, kde jsou hodnoty nižší, se dají považovat za neprůkazné. Mohly být zaviněny nepřesnostmi v měření.

Tab 8 - Hodnoty udávané výrobcem (Kronospan)

vlastnosti		zkušební postup	tloušťka			
			6 až 10 mm	>10 až <18 mm	18 až 25 mm	>25 až 32 mm
pevnost v ohybu	hlavní osa	EN 310	22 MPa	20 MPa	18 MPa	16 MPa
	vedlejší osa	EN 310	11 MPa	10 MPa	9 MPa	8 MPa
modul pružnosti v ohybu	hlavní osa	EN 310	3 500 MPa			
	vedlejší osa	EN 310	1 400 MPa			
rozlupčivost		EN 319	0,34 MPa	0,32 MPa	0,30 MPa	0,29 MPa
	po varném testu	EN 1087-1	0,15 MPa	0,13 MPa	0,12 MPa	0,06 MPa
	po zkoušce cyklováním	EN 321	0,18 MPa	0,15 MPa	0,13 MPa	0,10 MPa
pevnost v ohybu po zkoušce cyklováním - hlavní osa (pouze OSB/3)		EN 321	9 MPa	8 MPa	7 MPa	6 MPa
bobtnání	OSB/2	EN 317	20 %			
	OSB/3	EN 322	15 %			

Poslední zkoušenou pevnostní veličinou je modul pružnosti v ohybu. Ten vypočetl sám přístroj v průběhu měření. Průběhy funkcí v závislosti na vlhkosti se dost liší až na počátek jak je vidět z grafu níže. Regrese je u tohoto podstatně nižší a tak můžeme konstatovat, že přesnost měření byla něčím ovlivněna (nepřesné měření šuplerou, nedostatečný čas klimatizace, atd.) Modul pružnosti pevnost v ohybu jsou veličiny které velmi ovlivňuje postup výroby, velikost třísek v bodě zlomu i správnost měření.

Souhrn modulu pružnosti v ohybu					
$w_{rel}[\%]$	15	35	50	65	85
$w_{abs}[\%]$	3,10	5,18	6,87	9,07	13,86
Průměr E_m podélný směr	2442,265	2564,620	2379,396	2605,042	2319,135
Průměr E_m příčný směr	953,903	1108,284	1037,472	1151,351	1189,578



Variační koeficient pevnosti v ohybu nemá zanedbatelnou hodnotu, ale výsledky měření odpovídají hodnotám udávanými výrobcem a proto je považují za vypovídající. U modulu pružnosti jsou hodnoty variačního koeficientu o něco nižší a tak se dá říci, že jsou přesnější.

Variační koeficient naměřených pevnostních charakteristik							
Podélný směr				Příčný směr			
$w_{absL}[\%]$	$F_{max}[N]$	$f_m[N/mm^2]$	$E_m[N/mm^2]$	$w_{absL}[\%]$	$F_{max}[N]$	$f_m[N/mm^2]$	$E_m[N/mm^2]$
15	21,84467	22,02889	13,35839	15	37,62552	37,25407	23,67558
35	23,12614	22,06128	20,27406	35	11,90489	12,49356	3,29330
50	18,14203	18,61081	14,41842	50	13,99687	14,11367	9,21310
65	21,25904	21,51793	18,37535	65	19,01117	16,22710	12,00575
85	14,43880	14,65292	9,92530	85	9,11613	8,65361	11,24167

11. Závěr

V této diplomové práci jsem se zabýval hodnocením vlivu vlhkosti OSB na pevnost v ohybu a na modul pružnosti v ohybu. Popsal jsem teorii postup výroby OSB a vlastnosti lepidel využívaných při výrobě. Dále jsem uvedl faktory ovlivňující mechanicko – fyzikální vlastnosti OSB desek. Zabýval jsem se i formaldehydem (jeho vlastnosti, množství výskytu v OSB desce) a popsal jsem dělí desky podle mnoha kritérií. Z norem jsem zjistil co všechno je třeba k provedení stanovených zkoušek a jak správně je provést. Hodnoty získané během měření jsem vyhodnotil a analyzoval.

Na základě získaných dat jsem stanovil závislosti jenž jsem si předsevzal na začátku. Zhodnocení všech naměřených dat jsem provedl v diskuzi. Výsledky se mohou jevit v některých veličinách nepřesně, ale všechny úkony mnou konané odpovídali normám.

Seznam použité literatury

Hrázský, J., Král, P., Kompozitní materiály na bázi dřeva, MZLU Brno, 2007

Štefka, V., Kompozitné drevné materiály II, Technológia aglomerovaných materiálů, TU Zvolen, 2002

Eisner, K., Havlíček, V., Osten, M., Dřevo a plasty, SNTL Praha 1983

Sedliačik, J., Procesy lepenia dreva plastov a kovov, TU Zvolen, 2005

Kníže, J., OSB desky - základní pojmy a časté otázky, Stavebnictví a interiér, 2007

Kníže, J., Desky OSB a běžné třískové desky nelze zaměňovat, Rozdílné posuzování desek na bázi dřeva, 2007

Matovič, A., Fyzikální a mechanické vlastnosti dřeva a materiálů na bázi dřeva, MZLU Brno, 1993

Srba, J., 2006: Zjišťování vybraných mechanických vlastností OSB desek pro aplikaci ve stavebnictví. Diplomová práce, Česká zemědělská univerzita v Praze

Švestka, O., 2008: Hodnocení vlivu vlhkosti na pevnostní charakteristiky OSB desek pro stavební účely. Diplomová práce, Česká zemědělská univerzita v Praze

Souček, M., 2002: Únik formaldehydu z desek na bázi dřeva. Diplomová práce, Česká zemědělská univerzita v Praze

ČSN EN 300 Desky z orientovaných plochých třísek (OSB) - Definice, klasifikace a požadavky, Český normalizační institut, 1998

ČSN EN 326 - 1 Desky ze dřeva - Odběr vzorků, nařezávání a kontrola - Část 1: Odběr vzorků, nařezávání zkušebních těles a vyjádření výsledků zkoušek, Český normalizační institut, 1997

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

ČSN EN 310 – Stanovení modulu pružnosti v ohybu a pevnosti v ohybu, Český normalizační institut, 1995

<http://www.chemie.utb.cz/org/organika.pdf>

<http://www.kronospan.cz>

Seznam tabulek

Tab 1 - Typické formáty desek OSB (Hrázský, Král, 2007)

Tab 2 - Původ Fd v ovzduší vyjádřeno v procentech podle zdroje (Souček M., 2002)

Tab 3 - Fyziologické působení formaldehydu na organismu (Souček M., 2002)

Tab 4 - Všeobecné požadavky na všechny typy OSB desek (ČSN EN 300, 1988)

Tab 5 – Technické požadavky na OSB desky typu OSB/2 a OSB/3 (Kronospan)

Tab 6 - Minimální počet m malých zkušebních těles z každé desky (ČSN EN 326-1, 1997)

Tab 7 - Charakteristické hodnoty desek podle EN 300: OSB/2: Nosné desky pro použití v suchém prostředí a OSB/3: Nosné desky pro použití ve vlhkém prostředí (ČSN EN 12369-1, 2001)

Tab 8 - Hodnoty udávané výrobce (Kronospan)

Seznam tabulek

- Obr 1 - Schéma rotorového odkorňovače Valon Kone (Hrázský, Král, 2007)
- Obr 2 - Schéma jednocestné bubnové sušárny Kvaerner (Hrázský, Král, 2007)
- Obr 3 - Schéma bubnové nanášečky typu Dreis (Štefka, 2002) 1. vstup, 2. míchadlo, 3. trysky na lepidlo, 4. vyprazdňovací válec, 5. výstup
- Obr 4 - Principy mechanické orientace třísek (Hrázský, Král, 2007)
- Obr 5 - Princip elektrostatického orientování třísek (Hrázský, Král, 2007)
- Obr 6 - Schéma kontinuálního lisu ContiRoll (Hrázský, Král, 2007) 1. ocelový pás, 2. vtahovací řetězy, 3. válečkový řetěz přenášející teplo a tlak
- Obr 7 - Vzorec vytvrzené UF pryskyřice (Sedliačik, 2005)
- Obr 8 - Vliv molového poměru močoviny a formaldehydu na obsah volného formaldehydu v UF lepidlech [Sedliačik, 2005]
- Obr 9 - Vzorec vytvrzené PF pryskyřice [Sedliačik, 2005]
- Obr 10 - Vliv molového poměru fd k fenolu v PF lepidle na obsah [Sedliačik, 2005]
- Obr 11 - Struktura průmyslově významných diizokyanátů (chemie.utb.cz/org/organika.pdf)
- Obr 12 - Profil hustoty TD v závislosti na době uzavírání lisu – rychlosti zhušťování. Doba uzavírání lisu 1-30 s, 2-90 s, 3-150s (Štefka, 2002)
- Obr 13 - Schéma profilu hustoty TD s rovinami broušení – tloušťkové egalizace (Štefka, 2002)
- Obr 14 - Vývoj množství volného formaldehydu v třískových deskách během let 1965 – 95 (měřeno perforátorovou metodou) (Souček M., 2002)
- Obr 15 - Třídy odolnosti vůči relativní vlhkosti (Kronospan)
- Obr 16 - Příklad nařezávacího plánu malých zkušebních těles pro stanovení určitých vlastností (ČSN EN 326-1, 1997)
- Obr 17 - Uspořádání ohybové zkoušky (ČSN EN 310, 1995)
- Obr 18 - Zatěžovací křivka v oblasti pružné deformace (ČSN EN 310, 1995)