

Mendelova univerzita v Brně
Lesnická a dřevařská fakulta
Ústav nauky o dřevě

Vliv lepidla na vlastnosti kompozitních materiálů na bázi dřeva

Bakalářská práce

Vedoucí práce:

doc. Dr. Ing. Pavel Král

Hana Martinková

Brno 2017

Poděkování

Touhle cestou bych chtěla poděkovat doc. Dr. Ing. Pavlu Králi, vedoucímu bakalářské práce, za odborné vedení a čas, který mi věnoval spolu s doktorandem Ing. Tomášem Pipíškou na Ústavu nauky o dřevě nejen při experimentálním měření. Jejich cenné rady a věcné připomínky mi byly velkou oporou při tvorbě práce i její finální podoby. Dále bych chtěla poděkovat rodině a přátelům za jejich podporu během psaní této bakalářské práce.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: **Vliv lepidla na vlastnosti kompozitních materiálů na bázi dřeva** vypracovala samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a v souladu s platnou *Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Jsem si vědoma, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 Autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne 24. března 2017

Abstrakt

Martinková Hana – Vliv lepidla na vlastnosti kompozitních materiálů na bázi dřeva – Tato bakalářská práce pojednává o porovnání vlivu lepidel, konkrétně močovino-formaldehydového lepidla s vysokým a nízkým obsahem formaldehydu, na fyzikální a mechanické vlastnosti třívrstevných překližovaných desek z buku. Práce je zaměřena na výrobu a experimentální měření vzorků překližované desky a následné porovnání naměřených výsledků mezi sebou a s rostlým bukovým dřevem. Z hlediska měření fyzikálních vlastností se jedná konkrétně o hustotu a obsah vlhkosti. U mechanických zkoušek a následného porovnání se jedná hlavně o tříbodový ohyb a pevnost lepeného spoje ve smyku.

Klíčová slova

Překližovaná deska, močovino-formaldehydové lepidlo, vliv lepidla, pevnost, pružnost

Abstract

Martinková Hana – The effect of adhesive on the properties of wood-based composite materials – This bachelor thesis deals with the comparison of the effect of adhesives, namely urea-formaldehyde adhesive with a high and low content of formaldehyde, on the physical and mechanical properties of three ply plywood beech boards. The thesis is focused on production and experimental measurement of samples of plywood and subsequent comparison of the measured results with each other and with the beech wood. In terms of measuring physical properties, it is specifically the density and moisture content. For mechanical tests and subsequent comparison, these are mainly three-point bending and shear bond strength.

Keywords

Plywood, urea-formaldehyde adhesive, effect of adhesive, strength, elasticity

Obsah

1	Úvod	9
2	Cíl práce	11
3	Literární přehled	12
3.1	Materiály na bázi dřeva.....	12
3.2	Překližované desky.....	12
3.3	Výroba překližovaných desek	13
3.3.1	Příprava lepicí směsi.....	13
3.3.2	Nanášení lepicí směsi	15
3.3.3	Skládání souboru.....	16
3.3.4	Lisování překližovaných desek.....	16
3.4	Fyzikální a mechanické vlastnosti překližované desky.....	17
3.4.1	Zjišťování vlhkosti překližované desky dle normy ČSN EN 322.....	17
3.4.2	Zjišťování hustoty překližované desky dle normy ČSN EN 323	17
3.4.3	Pevnost a pružnost překližované desky v ohybu dle normy ČSN EN 310	18
3.4.4	Pevnost lepeného spoje ve smyku dle normy ČSN EN 314-1	19
4	Materiál	21
5	Metodika	23
5.1	Fyzikální zkoušky	23
5.1.1	Stanovení hustoty	23
5.1.2	Stanovení vlhkosti.....	23
5.2	Mechanické zkoušky	23

5.2.1	Statický tříbodový ohyb.....	23
5.2.2	Pevnost lepeného spoje ve smyku.....	25
6	Výsledky	27
6.1	Stanovení hustoty a vlhkosti.....	27
6.2	Pevnost lepeného spoje ve smyku.....	29
6.3	Pevnost v ohybu.....	32
7	Diskuse	35
8	Závěr	37
9	Summary	38
10	Seznam použité literatury	39
A	Fotky zkušebních těles	41
B	Tabulky naměřených hodnot	44
C	Technický list lepidla A201	49
D	Technický list lepidla 1206	53

Seznam obrázků

Obr. 1	Schéma zatížení vzorku při zkoušce tříbodého ohybu Zdroj: Král, 2012	25
Obr. 2	Schéma vzorku pro zkoušku pevnosti lepeného spoje ve smyku Zdroj: Král, 2012	26
Obr. 3	Vliv lepidla na hustotu překližované desky	28
Obr. 4	Vliv lepidla na vlhkost překližované desky	29
Obr. 5	Vliv lepidla na pevnost lepeného spoje ve smyku u překližovaných desek	31
Obr. 6	Vliv lepidla na podíl porušení ve smyku u překližovaných desek	31
Obr. 7	Vliv lepidla na pevnost ohybu překližovaných desek	34
Obr. 8	Vliv lepidla na modul pružnosti v ohybu překližovaných desek	34
Obr. 9	Těleso porušené ve smyku lepené lepidlem A201 s nízkým obsahem formaldehydu	41
Obr. 10	Těleso porušené ve smyku lepené lepidlem 1206 s vysokým obsahem formaldehydu	41
Obr. 11	Těleso porušené v ohybu podél vláken, lepené lepidlem A201	42
Obr. 12	Těleso porušené v ohybu podél vláken, lepené lepidlem 1206	42
Obr. 13	Těleso porušené v ohybu napříč vláken, lepené lepidlem A201	43
Obr. 14	Těleso porušené v ohybu napříč vláken, lepené lepidlem 1206	43

Seznam tabulek

Tab. 1	Statistické hodnoty pro hustotu a vlhkost	27
Tab. 2	Statistické hodnoty pro pevnost lepeného spoje ve smyku	30
Tab. 3	Statistické srovnání meze pevnosti a podílu porušení ve smyku	30
Tab. 4	Statistické hodnoty pro mez pevnosti a modul pružnosti v ohybu	32
Tab. 5	Statistické srovnání meze pevnosti a modulu pružnosti v ohybu	33
Tab. 6	Tabulka naměřených hodnot hustoty a vlhkosti pro lepidlo A201	44
Tab. 7	Tabulka naměřených hodnot hustoty a vlhkosti pro lepidlo 1206	44
Tab. 8	Tabulka naměřených hodnot pro pevnost lepeného spoje ve smyku pro lepidlo A201	45
Tab. 9	Tabulka naměřených hodnot pro pevnost lepeného spoje ve smyku pro lepidlo 1206	46
Tab. 10	Tabulka naměřených hodnot pro pevnost v ohybu podél vláken pro lepidlo A201	47
Tab. 11	Tabulka naměřených hodnot pro pevnost v ohybu podél vláken pro lepidlo 1206	47
Tab. 12	Tabulka naměřených hodnot pro pevnost v ohybu napříč směru vláken pro lepidlo A201	48
Tab. 13	Tabulka naměřených hodnot pro pevnost v ohybu napříč směru vláken pro lepidlo 1206	48

1 Úvod

Dřevo je základní materiál pro výrobu staveb, nábytku a nástrojů už odedávna. Je to jeden z trvale obnovitelných, ekologických a velmi oblíbených materiálů vůbec. Ačkoliv je dřevo velmi kvalitní pružný ale zároveň i pevný materiál, který lze velmi dobře opracovávat, ať už třískově či beztřískově, a má vynikající izolační a akustické vlastnosti, najde se zde i několik vlastností, které jsou, z pohledu nábytkáře či truhláře, nežádoucí. Jsou to například hořlavost dřeva, značná navlhavost a nasáklivost, které souvisí s bobtnáním a sesycháním dřeva. Díky těmto vlastnostem dochází ke změnám rozměrů, deformacím, trhlinám, ale i jiným vadám jako jsou například suky, točivost vláken či nepravidelnosti struktury dřeva. Proto dřevo s těmito vadami dnes spíše používáme k výrobě kompozitních materiálů nebo obalových materiálů ze dřeva s nižší kvalitou, ale i k výrobě prvků s originální kresbou dřeva, jako kořenicové dýhy použité většinou jako dekorační dýhy nebo jako intarzie.

Mezi nejrozšířenější plošné kompozitní materiály na bázi dřeva řadíme aglomerované materiály (dřevotřískové, dřevovláknité desky) a překližované materiály (překližované desky zvané překližky). Na tyto materiály, především dřevotřískové desky, se používá dřeva horší kvality a tyto materiály jsou pak cenově výhodnější než dřevo surové. Výhodou těchto materiálů je stejnoměrnost mechanických vlastností, jako jsou pevnost a pružnost. Další výhodou kompozitních materiálů na bázi dřeva je jejich recyklovatelnost. Nevýhodou je však snížení možnosti využití mechanických a fyzikálních vlastností, než je tomu u surového dřeva. Překližované desky se vyrábějí lepením vrstev dýh, přičemž každá nová vrstva se při skládání souboru otočí o devadesát stupňů oproti vrstvě předchozí a následným lisováním pod vysokým tlakem. Proto má na mechanické a fyzikální vlastnosti překližovaných desek zejména vliv výběr použitého lepidla.

Jedna z výhod překližek je, že si deska zachovává vzhled rostlého dřeva. Druhá je, že překližka z bukového dřeva má větší ohybovou pevnost, tudíž ji lze po napaření ohnout do požadovaného tvaru. Nejčastějším dřevem na výrobu překližek je

buk, protože je v našich lesích druhou nejvíce zastoupenou listnatou dřevinou, zaujímá 6,2 % lesní půdy, což představuje 160 976 ha porostní plochy. (Šlezingerová, 2012) Ohýbaná buková překližka se nejčastěji používá jako sedák a opěrák židlí. Plošnou překližku je možno použít na záda skříňového nábytku, také i jako výplň dveří. Řezivo a překližka z měkkého dřeva se používají v konstrukcích pro lešení, rámování, opláštění, podlahoviny, obložení, skříně, sloupy a piloty a mnoho dalších stavebních prvků. (Forest Products Laboratory, 2010)

2 Cíl práce

Cílem práce je pomocí experimentu zjistit jakou pevnost, pružnost a pevnost lepeného spoje má třívrstvá buková překližovaná deska, lepená močovinoformaldehydovým lepidlem s vysokým a nízkým obsahem formaldehydu. Dále také zjistit jak velký vliv má volba lepidla na vlastnosti desky. Porovnání těchto mechanických vlastností, vyjma pevnosti lepeného spoje, budu provádět na vzorcích jak s podélným, tak i s příčným průběhem vláken vrchních vrstev desky. Mimo jiné budu zjišťovat i fyzikální vlastnosti jako hustota a vlhkost. Následně budou zjištěné výsledky statisticky vyhodnoceny a porovnány mezi sebou a s rostlým bukovým dřevem.

3 Literární přehled

3.1 Materiály na bázi dřeva

Dřevěné materiály jsou desky nebo tvarované dílce slepené nebo slisované z vrstev dřeva stejné nebo rozdílné tloušťky (většinou z dýh), z dřevěných třísek nebo dřevních vláken s různými druhy lepidel nebo pojiv. Dřevěné materiály mají rovnoměrnější a rozměrově stálější strukturu než masivní dřevo a umožňují tak výrobu velkoplošných dřevěných konstrukcí. (Nutsch, 2006)

Mezi hlavní průmyslové odvětví výroby materiálů na bázi dřeva patří ty, které převádějí dřevo na tenké plátky (dýha), částice (štěpky, vločky) nebo vláknité buničiny a znovu sestavují prvky pro výrobu různých typů konstruovaných panelů, jako jsou překližky, dřevotřískové desky, OSB desky, papír, lepenka a dřevovláknité výrobky. (Forest Products Laboratory, 2010)

3.2 Překližované desky

Překližky se skládají z loupáných dýh lepených křížově na sebe. Proto nemohou jednotlivé vrstvy dýh pracovat; jsou vzájemně vázané, odstraňují anizotropní charakter dřeva. (Nutsch, 2006)

Překližky se nejčastěji vyrábí lepením z bukových či březových dýh za pomoci močovino-formaldehydového lepidla. Překližované desky klasifikujeme podle výsledného tvaru, jsou tedy buď tvarované, nebo plošné. Dále je můžeme rozdělit i podle životnosti, tedy zda jsou určeny do interiéru, exteriéru, či do vlhkého nebo suchého prostředí. Podle způsobu úpravy povrchu je dělíme na broušené, nebroušené, povrchově upravené (lakované, mořené, atd.) a na opláštěvané (používá se například folie, impregnovaný papír, či dekorační dýha a jiné). Podle vzhledu povrchu a podle počtu vad se překližky třídí do pěti kvalitativních tříd, které se značí značkami E, I, II, III, IV.

3.3 Výroba překližovaných desek

Mezi kompozitní materiály na bázi dřeva patří mimo jiné i překližované desky, zvané překližky. Překližka je deska vyrobená z dýh, které jsou vzájemně slepené tak, aby směry vláken sousedních vrstev byly na sebe kolmé. Překližky mohou být třívrstvé až devítivrstvé.

3.3.1 Příprava lepicí směsi

Jako spojovací materiál jednotlivých vrstev (dýh) pro výrobu překližovaných materiálů se používá lepidlo, na kterém také závisí kvalita překližovaných desek. Rostlinné a živočišné klihy byly prvními lepidly, které se používaly na spojování materiálů. Syntetická lepidla, která se dnes používají a vyrábějí pomocí polykondenzace a polymerace, byla vyvinuta v důsledku stoupajících požadavků na kvalitu lepení, způsobu technologické výroby a na prostředí, ve kterém budou použity finální výrobky. Mezi nejvíce používaná a rozšířená lepidla, která se používají ve výrobě překližek, jsou močovino-formaldehydová lepidla a fenol-formaldehydová lepidla. Fenol-formaldehydová lepidla jsou vodovzdorná a velmi odolná proti povětrnostním vlivům.

Lepidla jsou tedy látky většinou kapalně, nebo alespoň v době lepení jsou ve stavu kapalném, rozpuštěném či plastickém. Pevnost lepeného spoje závisí hlavně na dobré přilnavosti lepidla (adhesiva), na kvalitně opracovaném podkladu (adherendu) a na vysoké kohezi lepidla s lepeným podkladem.

Příprava lepicí směsi probíhá tak, že se do lepidla přidává nastavovadlo, plnivo, tvrdidlo, a další přísady.

Močovino-formaldehydové lepidlo

Močovino-formaldehydové lepidla jsou dnes nejrozšířenější a nejpoužívanější lepidla na dřevo a na kompozitní materiály na bázi dřeva. U kompozitních materiálů se používají nejčastěji při výrobě překližovaných a dřevotřískových desek. Jejich velkou výhodou je to, že vytvrzují za poměrně krátkou dobu a ve vysokém rozmezí

teplot, až 150 °C. Močovino-formaldehydová lepidla jsou vlastně bezbarvá lepidla, která mají formu vodného roztoku a pro vytvrzení lepidla se musí přidat tvrdidlo. UF lepidla se vyrábí pomocí kondenzace formaldehydu a močoviny a jejich skladovatelnost je 2 až 3 měsíce. Jejich viskozita se postupně zvyšuje na základě kondenzační reakce, probíhající i za normální pokojové teploty. Močovino-formaldehydová lepidla mají po vytvrzení omezenou schopnost odolávat studené vodě a nejsou vůbec odolné proti vodě horké. Teplé vodě do 70 °C odolávají jen omezenou dobu. Odolnost proti vodě snižují přidávaná plniva a nastavovadla. (Král, 2011) Nevýhodou je unikání formaldehydu neboli methanalu z lepidla, který je zdraví škodlivý a dráždící sliznice. Formaldehyd může z desek unikat i během skladování či používání výrobku z těchto desek, proto se nedoporučuje používat lepidlo obsahující formaldehyd na výrobu dětského nábytku. Formaldehyd (methanal) se vyskytuje při normální teplotě jako bezbarvý ostře zapáchající plyn. Močovina je bílá krystalická látka, která je dobře rozpustná ve vodě a má slabou alkalickou reakci. Vyrábí se nejčastěji z oxidu uhličitého (CO₂) a amoniaku (NH₃) za zvýšené teploty.

Nastavovadlo

Nastavovadla zahušťují lepidlo (zvyšují viskozitu), zvyšují stálost lepeného spoje a snižují výrobní náklady snížením spotřeby vlastního lepidla. Používá se obilná mouka (pšeničná, rýžová, kukuřičná), bramborový škrob, krevní albumin, aj. Nejvhodnějšími nastavovadly jsou látky, které mají určitou schopnost lepení. Pokud se použijí do množství asi 20 %, nemají podstatnější vliv na pevnost a vodovzdornost spoje. (Král, 2011)

Plnivo

Vytvrzený film močovino-formaldehydového lepidla by neměl být silnější jak 0,1 mm, protože se stoupající tloušťkou se stává tento film křehčím, rychleji stárne a jeho mechanická pevnost se snižuje. Při vytvrzování lepidla se zmenšuje (smršťuje) objem filmu. (Král, 2011)

Organická plniva:

- Dřevní moučka (nevýhodou je, že bobtná)
- Hydrolyzované piliny (např. Hycofil)
- Mleté odpady vytvrzených PF pryskyřic (mají malou nasáklivost)
- Moučka z vlašských ořechů (obsahuje vosky) (Král, 2011)

Anorganická plniva:

- Mletý sádrovec
- Perlit (výhodou je, že má velký objem, avšak otupuje řezné nástroje)
- Baryt (BaSO_4)
- Kaolín (Král, 2011)

Tvrdidlo

Tvrdidlo je látka, která snižuje hodnotu pH. Optimální hodnoty pH pro vytvrzování se udávají 3 až 3,5. Nejběžněji se používá NH_4Cl (chlorid amonný), který ve vodním roztoku disociuje a roztok v důsledku vzniklé kyseliny chlorovodíkové reaguje kyselé. Všeobecně jsou tvrdidla pro močovino-formaldehydová lepidla soli silných kyselin a slabých zásad. (Král, 2011)

3.3.2 Nanášení lepící směsi

Nanášení lepící směsi se provádí buď ručně (převážně v malých provozech), pomocí stěrky, nebo pomocí válcové nanášečky. Válcová nanášečky má délku válců od 1300 do 2800 mm a možnost regulace rychlosti posuvu 10 – 60 m/min a regulací nánosu v rozmezí 70 – 240 g/m². (Král, 2011) Regulace nánosu se provádí pomocí oddalování či přibližování dávkovacího válce s válcem nanášecím. Nanášecí válce mohou být i s gumovým povrchem nebo také celooceľové. Tyto válcové nanášečky mohou být dvouválcové i čtyřválcové. Nanášení lepící směsi lze provádět i jinými způsoby, například poléváním či rozprašováním.

3.3.3 Skládání souboru

Při výrobě překližek je nutno dodržovat pravidlo symetrie, tedy aby platilo, že od středové dýhy jsou ostatní dýhy (vrstvy) symetricky uspořádány. Dále je nutno dodržovat pravidlo symetrie, tak aby platilo, že na každou stranu od střední dýhy musí být stejný počet dých, počet vrstev překližované desky musí být lichý. Dále musí být dýhy uloženy ve stejné vzdálenosti od osy symetrie ze stejného druhu dřeva a stejné tloušťky a musí být vyrobeny stejným technologickým způsobem, tedy krájením nebo loupáním. Poslední podmínkou je, že dýhy musí mít stejný průběh vláken a stejné mechanické a fyzikální vlastnosti, jinak dojde ke vzniku vad, kroucení a poškození desky. Skládání souboru se může provádět buď ručně, nebo mechanicky například na automatizované lince.

3.3.4 Lisování překližovaných desek

Lisování je proces, při kterém dosáhneme slepení souboru v jeden celek. Při lisování dosáhneme styku lepených povrchů do doby, než vytvrdne lepidlo a vytvoří se tenká vrstvička lepidla v lepeném spoji. Mezi základní parametry při lisování patří lisovací doba, lisovací tlak a lisovací teplota.

Lisovací doba je čas, po který je lisovaný soubor uzavřen v lisu, přičemž na něj působí teplota a tlak. Během této lisovací doby zde musí proběhnout fyzikálně-chemické procesy tak, aby byla dosažena požadovaná kvalita lepení. Lisovací čas závisí na druhu dřeva, velikosti nánosu lepidla, počtu vrstev a tloušťce překližky, dále na teplotě lisovacích desek a velikosti lisovacího tlaku.

Lisovací tlak je síla, která po dobu lisování při dané teplotě působí na lisovaný soubor (překližku) a je odvozen z měrného tlaku a velikosti plochy překližky. Čím vyšší je hustota dřeva, nižší vlhkost dých a vyšší viskozita lepidla, tím je velikost lisovacího tlaku vyšší. Při lisování za studena se používá tlak 0,7 – 1,4 MPa a při lisování za tepla u celobukových překližek se používá tlak v rozmezí 1,8 – 2,0 MPa.

Lisovací teplota je teplota, při které dochází k vytvrzení lepidla. Je závislá na druhu lisovaného materiálu, teplotě lisovacích desek, tloušťce souboru a počtu dých

(vrstev). Pro lisování překližek lepených močovino-formaldehydovým lepidlem se používá lisovací teplota v rozmezí teplot 105 – 130 °C.

3.4 Fyzikální a mechanické vlastnosti překližované desky

3.4.1 Zjišťování vlhkosti překližované desky dle normy ČSN EN 322

Podstatou metody je zjištění ztráty hmotnosti zkušebního tělesa vážením mezi jeho stavem v době odběru vzorků a po jejich vysušení na konstantní hmotnost při 103 ± 2 °C, výpočet ztráty hmotnosti v procentech z hmotnosti zkušebního tělesa po vysušení a použití výsledků na určení vlhkosti celé desky. (Král, 2012)

Odběr vzorků a řezání zkušebních těles se provádí podle ČSN EN 326-1. Zkušební tělesa musí mít minimální počáteční hmotnost 20 g a musí být očištěna od třísek a pilin. Velikost a tvar těles nejsou důležité. (Král, 2012)

Vlhkost desky je aritmetickým průměrem vlhkosti všech zkušebních těles této desky vyjádřený v 0,1 %. (Král, 2012)

3.4.2 Zjišťování hustoty překližované desky dle normy ČSN EN 323

Podstatou metody je zjištění hustoty jako poměru hmotnosti zkušebního tělesa k jeho objemu, přičemž obě měření se vykonávají při stejné vlhkosti. Tyto výsledky se použijí na vyhodnocení hustoty celé desky. (Král, 2012)

Odběr vzorků a řezání zkušebních těles se provádí podle ČSN EN 326-1. Rozměry a tvar těles je čtvercový, s jmenovitou délkou strany 50 mm. Zkušební tělesa se v případě potřeby klimatizují v prostředí s relativní vlhkostí vzduchu 65 ± 5 % a teplotou 20 ± 2 °C do ustálení své hmotnosti. Hmotnost se považuje za ustálenou, když výsledky 2 měření provedených za sebou v intervalu 24 hodin se vzájemně neliší o více než 0,1 % hmotnosti zkušebního tělesa. (Král, 2012)

Hustota desky se vypočítá jako aritmetický průměr hustoty všech těles, odebraných ze stejné desky. Tato hodnota je vyjádřena v kg/m^3 s přesností na 3 desetinná místa. (Král, 2012)

3.4.3 Pevnost a pružnost překližované desky v ohybu dle normy ČSN EN 310

Metoda spočívá v ohybové zkoušce zkušební tělesa, které se umístí na dvě podpěry a uprostřed se zatěžuje osamělým břemenem. Při zkoušce se odměří vzdálenost mezi podpěrami, šířka a tloušťka zkušební tělesa, průhyb při zatížení a zlomové (největší) zatížení. Modul pružnosti v ohybu se vypočítá z lineární části křivky zatížení – průhyb a z rozpětí podpěr, šířky a tloušťky zkušební tělesa. Vypočítaná hodnota je zdánlivý, ne skutečný modul pružnosti, protože zkušební metoda zahrnuje kromě ohybu také smyk. Pevnost v ohybu každého zkušební tělesa se vypočítá jako podíl ohybového momentu M při největším zatížení zkušební tělesa F_{MAX} k momentu jeho celého průřezu. (Král, 2012)

Výběr zkušebních těles ze vzorkových desek, jejich počet, přesnost vyhotovení apod. se provádí podle ČSN EN 326-1. Z každé vzorkové desky se vyhotoví zkušební tělesa tak, aby polovina těles byla svojí podélnou osou rovnoběžná s délkou desky a druhá polovina s šířkou desky. Zkušební tělesa musí být pravoúhlá a musí mít tyto rozměry: šířka b plných desek musí být 50 ± 1 mm; délka l_1 musí být 20násobkem jmenovité tloušťky desky zvětšeným o 50 mm, s největší délkou 1050 mm a nejméně 150 mm. Zkušební tělesa z překližkových desek jsou bez viditelných vad snižujících ohybovou pevnost. Zkušební tělesa se klimatizují při teplotě 20 ± 2 °C a relativní vlhkosti vzduchu 65 ± 5 % do ustálení hmotnosti. Hmotnost zkušební tělesa se považuje za konstantní, pokud se v intervalu 24 hodin výsledky vážení neliší o více než 0,1 % hmotnosti zkušební tělesa. (Král, 2012)

Modul pružnosti v ohybu každého zkušební tělesa musí být vyjádřen na tři platné číslice. Modul pružnosti každé skupiny zkušebních těles, odebraných z jedné vzorkové desky, je aritmetický průměr modulů pružnosti v ohybu odpovídajících zkušebních těles, vyjádřených na tři platné číslice. Pevnost v ohybu každé skupiny zkušebních těles, odebraných z jedné vzorkové desky, je aritmetický průměr pevnosti v ohybu příslušných zkušebních těles, vyjádřený na tři platné číslice. (Král, 2012)

3.4.4 Pevnost lepeného spoje ve smyku dle normy ČSN EN 314-1

Pro tři až devítivrstvé překližované desky může být tloušťka zkušebních těles stejná jako tloušťka desky. U desek, které mají víc než 9 vrstev, musí být nadpočetné vrstvy odstraněny frézováním, řezáním nebo broušením. U desek, které mají případně 6 vrstev a symetrickou skladbu, je zapotřebí povrchovou dýhu (překližovačku) odbrousit. Odběr vzorků se provádí podle ČSN EN 326-1, přičemž zkušební těleso nesmí mít v místě smyku viditelné vady. (Král, 2012)

Zkušební tělesa musí být zhotovena tak, aby směr vláken vrstvy, která se nachází mezi dvěma zkoušenými lepenými spoji, byl kolmý na délku zkušebního tělesa. Řezy pilou se provádí tak, aby mohl být zkoušen každý lepený spoj. Zářezy musí končit uvnitř dýhy. (Král, 2012)

Porušení nastává zpravidla ve dřevě nebo v lepených spoji, to znamená mezi zářezy. Pokud porušení nastane mimo smykové plochy, nebo více než 50 % porušení je v povrchové vrstvě, výsledek zkoušky se zamítne a zkouška se opakuje s délkou. Zkušební tělesa se před zjištěním podílu porušených dřevních vláken vysuší. Podíl se zjistí porovnáním s obrázkem v příloze normy. Stanoví se podíl porušení dřevních vláken od 0 % do 100 %, pokud možno s intervalem 5 %. Podíl se stanoví s přesností na 10 % plochy. Podstata fototechniky umožňuje zobrazit jen překližku lepenou hnědým lepidlem. Při tomto stanovení se berou v úvahu všechna dřevní vlákna na porušených plochách. Jemná vlákna, která jsou bez lupy (10násobné zvětšení) těžko viditelná, se musí zohlednit jako větší shluky vláken. Dřevní prach se nezapočítává. (Král, 2012)

Při stanovení podílu plochy porušení by se měla brát v úvahu tato pravidla:

- Dostatečné osvětlení a lupa s 10násobným zvětšením je nezbytná pro správné stanovení plochy porušení
- Části ploch porušených zcela v dýze a sousedících s lepenou spárou nebo plochy lepené spáry, které jsou zakryty neprůhledným povlakem dřevních vláken, se mají hodnotit jako porušení ve dřevě

-
- Plochy porušení s hrubým plamencovitým povrchem na podkladě s jemnými vlákny na povrchu lepené spáry se mají hodnotit jako porušení ve dřevě
 - Tenká průhledná vrstva jemných vláken na lepené spáře se má rovněž hodnotit jako porušení ve dřevě, jeví-li se všeobecně jako povlak vláken
 - Lepená spára, která je vidět přes povlak jemných vláken, se má hodnotit jako porušení ve dřevě jen tehdy, když se lepená spára ukazuje jako výrazné místo pod tímto obecným povlakem
 - Plochy lepené spáry, na nichž nebylo při lepení žádné lepidlo, se mají hodnotit jako porušení v lepené spáře (ČSN EN 314-1)

4 Materiál

Vstupním materiálem pro měření vzorků této práce je třívrstvá buková překližka rozměru 600×600 mm. Dýhy použité na výrobu těchto překližek byly bukové o tloušťce 1,2 mm. Překližka je lepená močovino-formaldehydovým lepidlem s nánosem 150 g/m², a která se lisovala při teplotě 125 °C a tlaku 1,8 MPa. Desky se lisovaly v jednoetážovém lisu a lisovací čas byl 4 minuty. Překližka byla vyrobena celkem 6x, 3x pro desky s nízkým obsahem formaldehydu a 3x pro desky s vysokým obsahem formaldehydu. Použité močovino-formaldehydové lepidlo bylo 1206 s vysokým obsahem formaldehydu. Lepidlo 1206 je tekuté bílé lepidlo s hodnotou pH v rozmezí 7,5 až 9 při 25 °C. Hustota lepidla 1206 byla 1300 kg/m², doba skladování při teplotě 25 °C je 3,5 měsíce a obsah volného formaldehydu je více než 0,7 %. Druhé močovino-formaldehydové lepidlo bylo A201 s nízkým obsahem formaldehydu. Lepidlo A201 je tekuté bílé lepidlo s hodnotou pH v rozmezí 8 až 10 při 25 °C. Hustota lepidla 1206 byla 1300 kg/m², doba skladování při teplotě 20 °C je 2,5 měsíce a obsah volného formaldehydu je méně než 0,1 %.

Následně byly desky překližky pomocí formátovací pily rozřezány na vzorky s podélným a s příčným směrem vláken vrchních vrstev desky, vzorky pro smykovou pevnost se drážkovaly drážkovacím kotoučem tak, aby smyková plocha byla 15×25 mm. Tyto vzorky jsou pak již připraveny na fyzikální a mechanické zkoušky.

Použité vzorky na jednotlivé zkoušky:

- Fyzikální zkoušky
 - Stanovení hustoty a vlhkosti
 - Vzorky rozměru 50×150 mm s podélným směrem vláken vrchních vrstev desky pro lepidlo s nízkým obsahem formaldehydu: 15 ks
 - Vzorky rozměru 50×150 mm s podélným směrem vláken vrchních vrstev desky pro lepidlo s vysokým obsahem formaldehydu: 15 ks

- Mechanické zkoušky
 - Tříbodový ohyb
 - Vzorky rozměru 50×150 mm s podélným směrem vláken vrchních vrstev desky pro lepidlo s nízkým obsahem formaldehydu: 21 ks
 - Vzorky rozměru 50×150 mm s podélným směrem vláken vrchních vrstev desky pro lepidlo s vysokým obsahem formaldehydu: 21 ks
 - Vzorky rozměru 50×150 mm s příčným směrem vláken vrchních vrstev desky pro lepidlo s nízkým obsahem formaldehydu: 18 ks
 - Vzorky rozměru 50×150 mm s příčným směrem vláken vrchních vrstev desky pro lepidlo s vysokým obsahem formaldehydu: 18 ks
 - Pevnost lepeného spoje
 - Vzorky rozměru 25×110 mm s podélným směrem vláken vrchních vrstev desky pro lepidlo s nízkým obsahem formaldehydu: 26 ks
 - Vzorky rozměru 25×110 mm s podélným směrem vláken vrchních vrstev desky pro lepidlo s vysokým obsahem formaldehydu: 24 ks

5 Metodika

5.1 Fyzikální zkoušky

Zkoušky byly provedeny pro oba typy lepidel, jak pro lepidlo s vysokým obsahem formaldehydu, tak i pro lepidlo s nízkým obsahem formaldehydu.

5.1.1 Stanovení hustoty

Pro stanovení hustoty bylo nutné nejdříve vzorky rozměru 50×150 mm zvážit [g] a změřit [mm]. Měříme délku, šířku a tloušťku, ze kterých následně vypočteme objem (V) v jednotkách [m^3]. Z objemu a hmotnosti je pak možno vypočíst hustotu dle vzorce:

$$\rho = \frac{m}{V} [kg/m^3]$$

5.1.2 Stanovení vlhkosti

Při stanovení vlhkosti pomocí nejpřesnější váhové (gravimetrické) metody je třeba znát hmotnost tělesa při dané vlhkosti (m_w) a hmotnost tělesa po vysušení na nulovou hmotnost (m_0). Z těchto dvou hodnot pak lze přesně vypočíst vlhkost tělesa. Zkoušené vzorky měly rozměr 50×150 mm. Pro stanovení vlhkosti váhovou (přímo) metodou byl použit vzorec:

$$w = \left(\frac{m_w - m_0}{m_0} \right) \times 100 [\%]$$

5.2 Mechanické zkoušky

5.2.1 Statický tříbodový ohyb

Pro zkoušení statického tříbodového ohybu byl použit univerzální zkušební stroj Zwick Z050. Po vložení zkušebního vzorku rozměru 50×150 mm do čelistí stroje, vzorek spočíval na dvou podpěrách, jejichž rozteč byla 20násobek tloušťky desky (vzorku), tedy 100 mm, a ve středu vzorku působila svislá statická síla. Po násled-

ném proběhnutí zkoušky, která byla ukončena zlomením vzorku se získala z naměřených dat maximální síla v bodě porušení, před zlomením. Pomocí maximální síly lze vypočítat mez pevnosti (σ) při dané vlhkosti pro tříbodový ohyb podle následujícího vzorce:

$$\sigma_w = \frac{3 \times F_{MAX} \times l}{2 \times b \times h^2} [MPa]$$

Kde:

F_{MAX} – maximální síla v bodě porušení [N]

l – rozpětí podpor [mm]

b – šířka průřezu vzorku [mm]

h – výška průřezu vzorku [mm]

Modul pružnosti (E) při dané vlhkosti pro tříbodový ohyb lze vypočíst dle následujícího vzorce:

$$E_w = \frac{F \times l^3}{4 \times b \times h^3 \times f} [MPa]$$

Kde:

F – rozdíl zatěžujících sil [N]

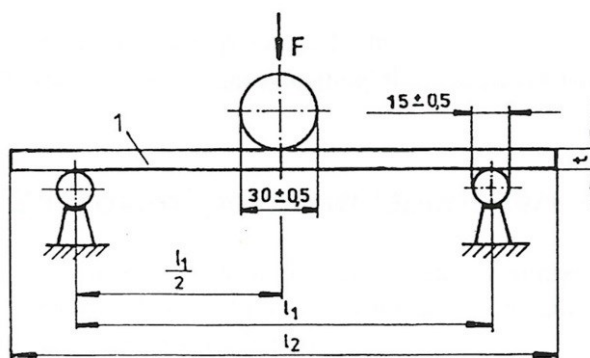
l – rozpětí podpor [mm]

b – šířka průřezu [mm]

h – výška průřezu [mm]

f – rozdíl průhybů při daném rozdílu sil [mm]

Zkoušku jsem provedla pro oba typy lepidel, jak pro lepidlo s nízkým obsahem formaldehydu, tak i pro lepidlo s vysokým obsahem formaldehydu. Zkouška byla taktéž provedena jak pro vzorky s podélným směrem vláken vrchních vrstev desky, tak i pro vzorky s příčným směrem vláken vrchních vrstev desky.



1 – zkušební těleso, F – zatížení,
t – tloušťka zkušebního tělesa

$$l_1 = 20 \cdot t$$

$$l_2 = l_1 \pm 50$$

Obr. 1 Schéma zatížení vzorku při zkoušce tříbodého ohybu
Zdroj: Král, 2012

5.2.2 Pevnost lepeného spoje ve smyku

Vzorek překližky rozměru 25×110 mm je z každé strany plochy naříznut tak, by řez pily procházel jednou lepenou spárkou; tedy aby mohl být zkoušen každý lepený spoj. Smyková plocha je tedy 25×15 mm. Takto upravený zkušební vzorek se vloží do vroubkovaných čelistí zkušebního stroje a namáhá na tah, tak dlouho, až se vzorek poruší. K porušení by mělo dojít v části vzorku mezi zářezy pilou. Po porušení vzorku se odečte z počítače smykovou pevnost lepeného spoje a vizuálně se stanoví podíl porušení. Podle normy ČSN EN 314 – 1 se podíl porušení ve dřevě uvádí zaokrouhlený na 5%. Smykovou pevnost (f_v), která se udává v N/mm² lze vypočítat podle vzorce:

$$f_v = \frac{F}{l \times b} \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

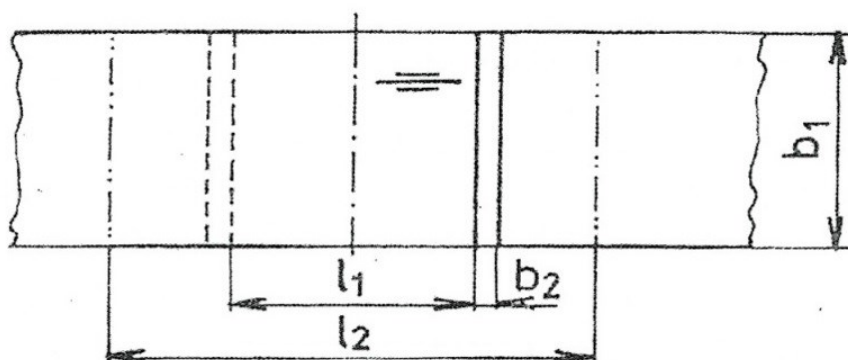
Kde:

F – síla při porušení zkušebního tělesa [N]

l – délka smykové plochy [mm]

b – šířka smykové plochy [mm]

Zkouška opět proběhla pro oba typy lepidel, jak lepidla s nízkým obsahem formaldehydu tak i pro lepidlo s vysokým obsahem formaldehydu. Tato zkouška byla provedena pouze se vzorky s podélným směrem vláken vrchních vrstev desky.



kde: l_1 délka smykové plochy, je rovna $(25 \pm 0,5)$ mm
 b_1 šířka zkušebního tělesa, je rovna $(25 \pm 0,5)$ mm (šířka smykové plochy)
 l_2 nejmenší vzdálenost mezi upínacími čelistmi, je rovna 50 mm
 b_2 šířka zářezu = 2,5 - 4 mm
 Tloušťka zkušební vzorku = tloušťka desky
 Směr vláken vnější vrstvy je podélný

Obr. 2 Schéma vzorku pro zkoušku pevnosti lepeného spoje ve smyku
 Zdroj: Král, 2012

6 Výsledky

Tato kapitola pojednává o vyhodnocení naměřených a následně i vypočtených hodnot jednotlivých veličin pro všechna zkušební tělesa u daných zkoušek.

6.1 Stanovení hustoty a vlhkosti

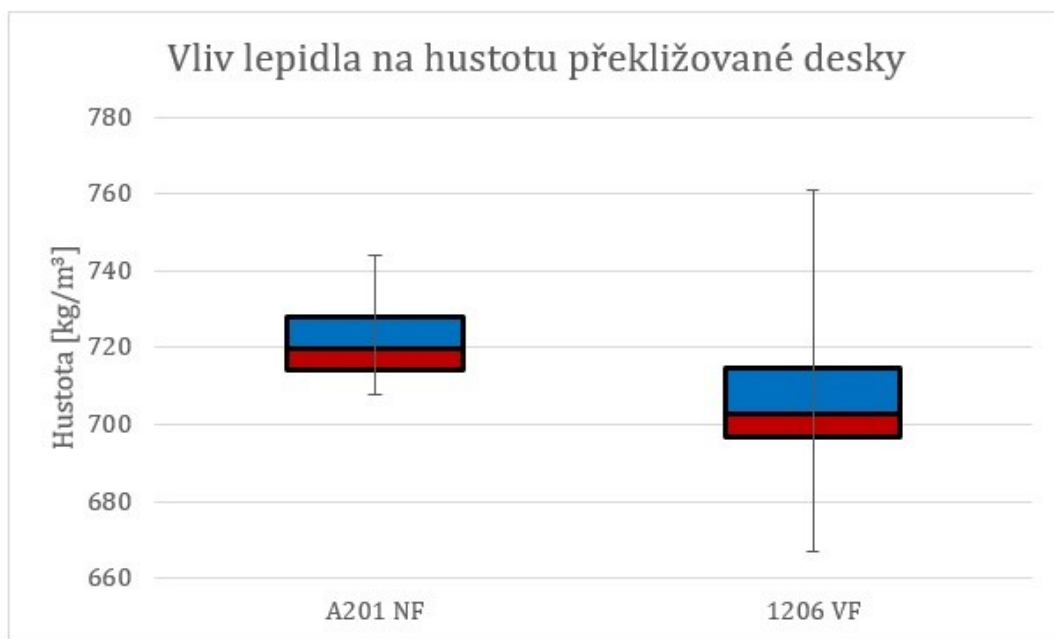
V následující tabulce 1 vidíme, že průměrná hustota překližky lepené močovinoformaldehydovým lepidlem A201 s nízkým obsahem formaldehydu je velmi podobná hustotě překližky lepené lepidlem 1206 s vysokým obsahem formaldehydu. Hustota dřeva buku, které se řadí mezi dřeva se střední hustotou, je 720 kg/m^3 . (Horáček, 2008) Hustota dřeva buku je v porovnání s hustotou lepených překližek podobná. V této tabulce také vidíme, že vlhkost těles z překližek u obou druhů lepidel je velmi podobná.

Tab. 1 Statistické hodnoty pro hustotu a vlhkost

Statistické hodnoty pro UF lepidlo s nízkým a vysokým obsahem formaldehydu					
Druh UF lepidla	Statistická hodnota	Hustota	Hmotnost před sušením	Hmotnost po sušení	Vlhkost
		[kg/m^3]	[g]	[g]	[%]
A201 NF	Minimum	708,0	24,907	23,164	7,0
	Maximum	744,2	25,845	24,059	7,9
	Průměr	721,7	25,232	23,485	7,4
	Variační koeficient	0,014	0,010	0,011	0,033
	Směrodatná odchylka	10,247	0,259	0,247	0,246
1206 VF	Minimum	666,8	23,523	21,903	7,2
	Maximum	761,2	26,214	24,319	8,2
	Průměr	706,4	24,623	22,878	7,6
	Variační koeficient	0,031	0,033	0,032	0,039
	Směrodatná odchylka	21,749	0,814	0,742	0,297

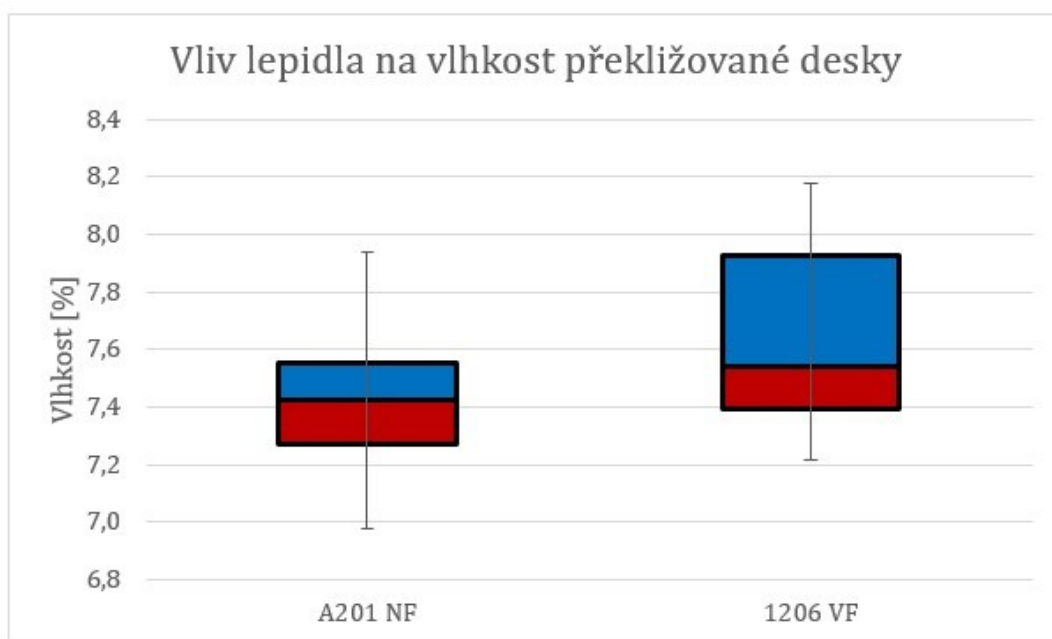
Obrázek 3 ukazuje, že překližka lepená lepidlem A201 má v porovnání s lepidlem 1206 vyšší hustotu. Při porovnání obou druhů lepidel bylo zjištěno, že u lepidla

A201 byla střední hodnota kolem 719 kg/m^3 a u lepidla 1206 byla střední hodnota kolem 702 kg/m^3 . Z obrázku 3 je patrné, že lepidlo 1206 má malý vliv na hustotu. Z toho vyplývá, že druh lepidla má vliv na hustotu desky, ale velmi malý či skoro zanedbatelný.



Obr. 3 Vliv lepidla na hustotu překližované desky

V následujícím obrázku 4 vidíme, že střední hodnoty vlhkosti desek u obou lepidel jsou v rozmezí 7,4 – 7,6 %. Tedy u překližky lepené lepidlem A201 s nízkým obsahem formaldehydu je střední hodnota vlhkosti 7,42 % a u překližky lepené lepidlem 1206 s vysokým obsahem formaldehydu je střední hodnota vlhkosti 7,54 %. Lze přitom říct, že druh lepidla má na vlhkost velmi malý vliv.



Obr. 4 Vliv lepidla na vlhkost překližované desky

6.2 Pevnost lepeného spoje ve smyku

Při pevnosti lepeného spoje ve smyku bylo zjištěno, že vyšší mez pevnosti měly vzorky překližky lepené močovino-formaldehydovým lepidlem 1206 s vysokým obsahem formaldehydu, jak je patrné z tabulky 2. V tabulce 3 lze vidět, že se jedná o statisticky nevýznamný rozdíl ve srovnání lepidel v mezi pevnosti a podílu porušení.

Tab. 2 Statistické hodnoty pro pevnost lepeného spoje ve smyku

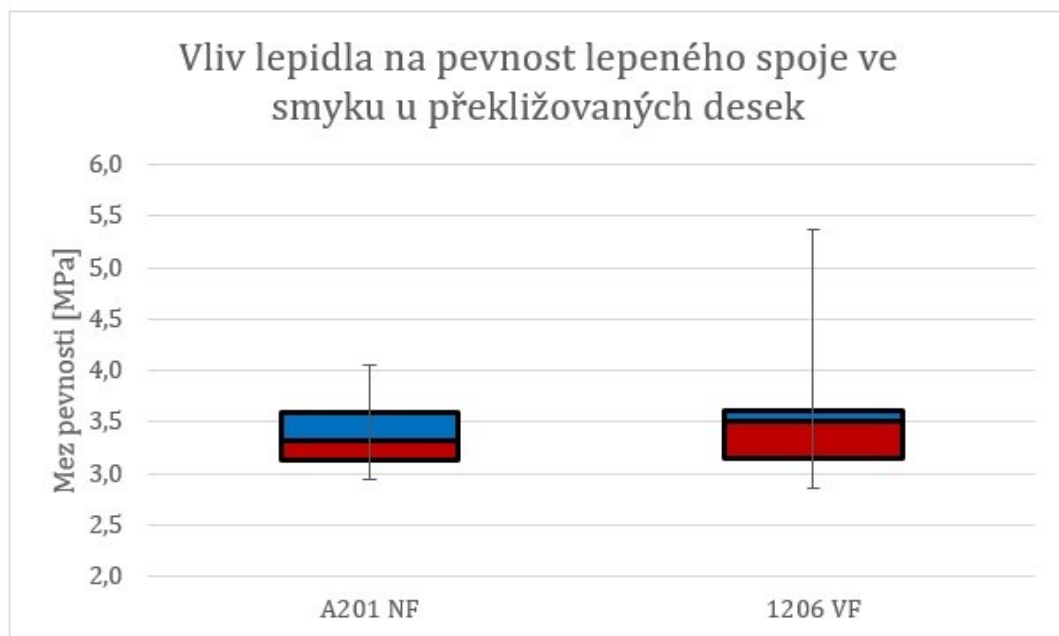
Statistické hodnoty pro UF lepidlo s nízkým a vysokým obsahem formaldehydu					
Druh UF lepidla	Statistická hodnota	Maximální síla	Mez pevnosti ve smyku	Modul pružnosti	Podíl porušení
		[N]	[Mpa]	[Mpa]	[%]
A201 NF (SMYK)	Minimum	1175,12	2,94	1035,57	0
	Maximum	1612,88	4,06	1274,84	100,00
	Průměr	1343,11	3,38	1127,32	28,08
	Variační koeficient	0,087	0,088	0,051	1,010
	Směrodatná odchylnka	116,843	0,296	57,690	28,355
1206 VF (SMYK)	Minimum	1127,31	2,86	700,10	10,00
	Maximum	2140,48	5,38	1394,42	100,00
	Průměr	1382,09	3,51	1098,46	76,04
	Variační koeficient	0,146	0,144	0,141	0,389
	Směrodatná odchylnka	201,128	0,506	154,451	29,544

Tab. 3 Statistické srovnání meze pevnosti a podílu porušení ve smyku

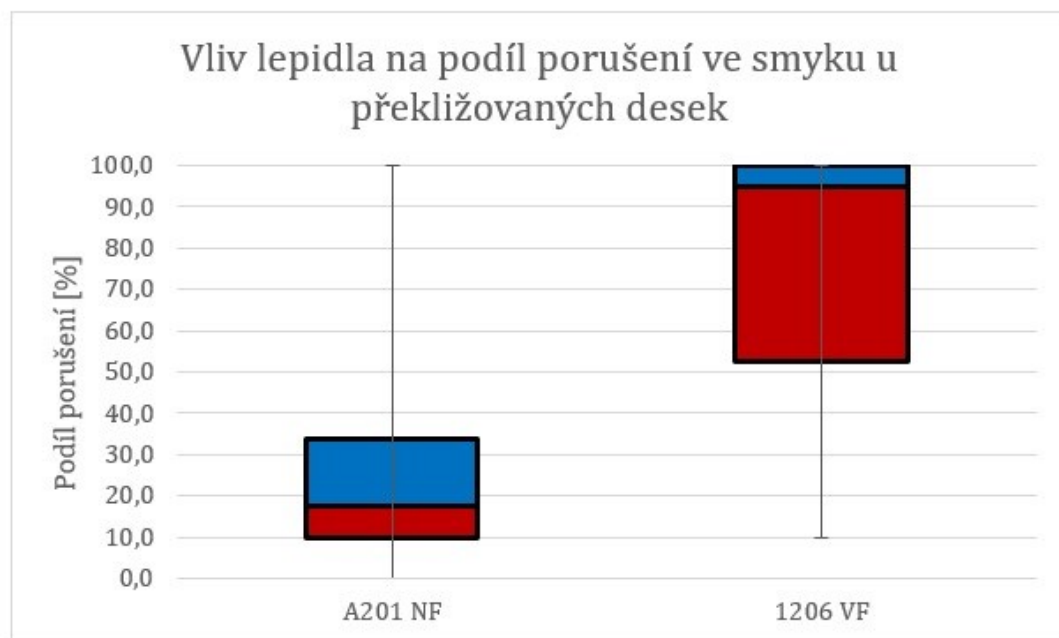
Porovnávané druhy lepidel	Statistické srovnání meze pevnosti ve smyku u vzorků PDP-BK				
	TK	KH	Pv	Ps	Výsledek
A201 NF × 1206 VF	-1,036	2,011	0,305	0,05	SHODA
Porovnávané druhy lepidel	Statistické srovnání podílu porušení ve smyku u vzorků PDP-BK				
	TK	KH	Pv	Ps	Výsledek
A201 NF × 1206 VF	-5,728	2,012	6,920E-07	0,05	SHODA

Vyšší pevnost lepeného spoje však měla zkušební tělesa vyrobená z překližky lepené lepidlem 1206 s vysokým obsahem formaldehydu, jak je patrné z obrázku 5. V tomto grafu můžeme vidět, že střední hodnota meze pevnosti u lepidla 1206 je 3,51 MPa a střední hodnota meze pevnosti u překližek lepených lepidlem A201 s nízkým obsahem formaldehydu je 3,32 MPa. Mez pevnosti ve smyku je u dřeva buku ve směru vláken v radiální rovině 11,6 MPa a v tangenciální rovině 14,5 MPa. Ve směru vláken napříč je mez pevnosti buku v radiální rovině 7,7 MPa a v tangenciální rovině 7,6 MPa. (Požgaj, 1997) Střední hodnota podílu porušení, jak je vidět v obrázku 6, u překližky lepené lepidlem A201 je 17,5 % a u překližky lepené lepi-

dlem 1206 je střední hodnota podílu porušení 95 %. Obrázky 9 a 10 v příloze, zobrazují porušení vzorku ve smyku pro oba typy lepidel.



Obr. 5 Vliv lepidla na pevnost lepeného spoje ve smyku u překližovaných desek



Obr. 6 Vliv lepidla na podíl porušení ve smyku u překližovaných desek

6.3 Pevnost v ohybu

Rozdíly meze pevnosti a modulu pružnosti v podélném směru vláken se od sebe příliš neliší i v případě příčného směru vláken, jak ukazuje tabulka 4. Tudíž se jedná o spíše zanedbatelný rozdíl. V porovnání podélného směru vláken s příčným je však rozdíl přibližně 5násobný. Mez pevnosti bukového dřeva v ohybu je 109 MPa. (Ugolev, 1986)

Tab. 4 Statistické hodnoty pro mez pevnosti a modul pružnosti v ohybu

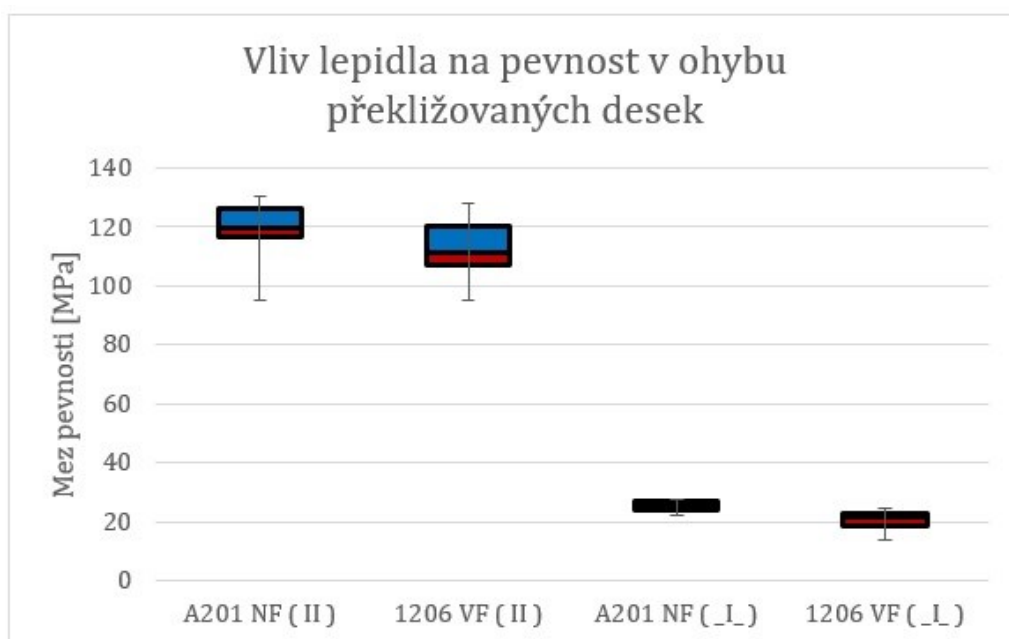
Statistické hodnoty pro UF lepidlo s nízkým a vysokým obsahem formaldehydu				
Druh UF lepidla	Statistická hodnota	Maximální síla	Modul pružnosti	Mez pevnosti
		[N]	[Mpa]	[Mpa]
A201 NF (OHYB II)	Minimum	615,39	11116,57	95,06
	Maximum	887,86	15353,69	130,40
	Průměr	789,21	13819,21	119,74
	Variační koeficient	0,072	0,072	0,065
	Směrodatná odchylka	56,619	992,947	7,740
1206 VF (OHYB II)	Minimum	614,96	11530,83	95,19
	Maximum	838,56	15389,53	128,17
	Průměr	715,80	12943,74	112,62
	Variační koeficient	0,101	0,071	0,081
	Směrodatná odchylka	71,956	925,197	9,140
A201 NF (OHYB _I_)	Minimum	142,92	915,87	22,07
	Maximum	183,04	1311,01	27,82
	Průměr	163,37	1119,79	25,15
	Variační koeficient	0,075	0,086	0,076
	Směrodatná odchylka	12,200	96,501	1,911
1206 VF (OHYB _I_)	Minimum	85,67	602,41	13,99
	Maximum	169,93	1377,77	24,58
	Průměr	132,85	1040,13	20,36
	Variační koeficient	0,181	0,206	0,166
	Směrodatná odchylka	24,082	214,417	3,372

Tabulka 5 poukazuje na fakt, že při statistickém srovnání obou druhů lepidel u vzorků se stejným směrem vláken, jak u meze pevnosti, tak i u modulu pružnosti, se jedná o statisticky nevýznamný rozdíl. Avšak při srovnání u meze pevnosti a modulu pružnosti mezi oběma druhy lepidel u vzorků se stejným průběhem vláken (tedy jak v příčném, tak podélném směru vláken vzorku) a mezi jedním druhem lepidla v příčném a podélném směru vláken vzorku, se již jedná o statisticky významný rozdíl.

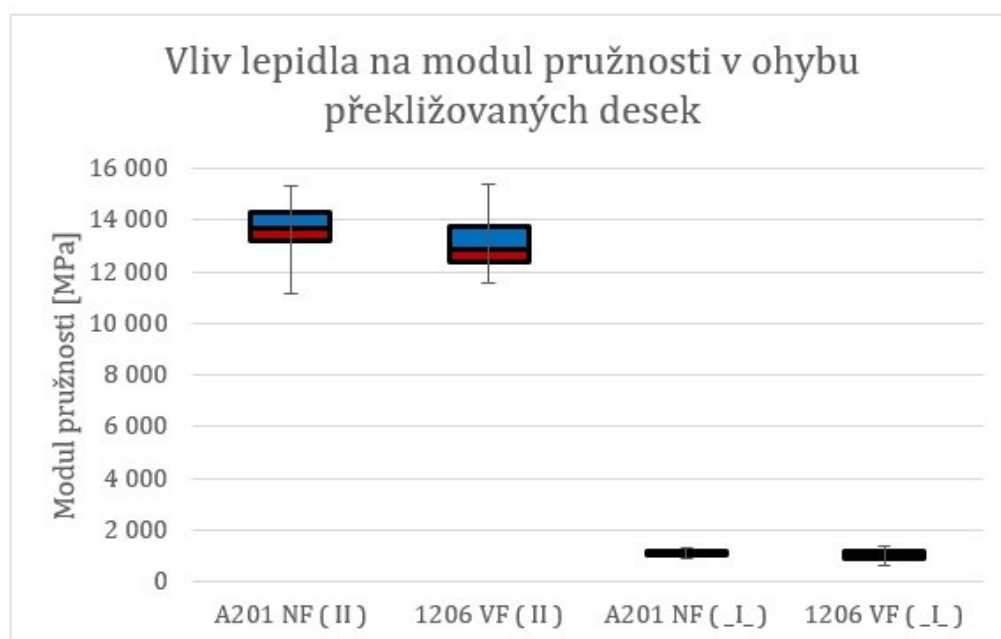
Tab. 5 Statistické srovnání meze pevnosti a modulu pružnosti v ohybu

Porovnávané druhy lepidel	Statistické srovnání meze pevnosti v ohybu u vzorků PDP-BK				
	TK	KH	Pv	Ps	Výsledek
1206 VF II × A201 NF _I_	41,737	2,074	1,921E-22	0,05	NESHODA
A201 NF II × 1206 VF _I_	51,915	2,048	2,217E-29	0,05	NESHODA
1206 VF II × A201 NF II	-2,660	2,021	1,119E-02	0,05	SHODA
1206 VF _I_ × A201 NF _I_	-5,093	2,052	2,373E-05	0,05	SHODA
1206 VF II × 1206 VF _I_	41,909	2,056	2,113E-25	0,05	NESHODA
A201 NF II × A201 NF _I_	52,791	2,069	1,652E-25	0,05	NESHODA
Porovnávané druhy lepidel	Statistické srovnání modulu pružnosti v ohybu u vzorků PDP-BK				
	TK	KH	Pv	Ps	Výsledek
1206 VF II × A201 NF _I_	56,791	2,080	1,781E-24	0,05	NESHODA
A201 NF II × 1206 VF _I_	56,039	2,074	3,117E-25	0,05	NESHODA
1206 VF II × A201 NF II	-2,885	2,021	6,280E-03	0,05	SHODA
1206 VF _I_ × A201 NF _I_	-1,397	2,064	1,752E-01	0,05	SHODA
1206 VF II × 1206 VF _I_	55,803	2,069	4,655E-26	0,05	NESHODA
A201 NF II × A201 NF _I_	56,882	2,086	1,353E-23	0,05	NESHODA

Tento statisticky významný rozdíl nám ukazují i obrázky 7 a 8. Rozdíl je patrný i na obrázcích 11, 12, 13 a 14 v příloze.



Obr. 7 Vliv lepidla na pevnost ohybu překližovaných desek



Obr. 8 Vliv lepidla na modul pružnosti v ohybu překližovaných desek

7 Diskuse

Z naměřených dat vyplývá, že druh lepidla použitý k výrobě překližovaných desek skutečně ovlivňuje mechanické a fyzikální vlastnosti těchto desek. U mechanických vlastností je tento vliv větší než u fyzikálních.

Na fyzikální a mechanické vlastnosti má vliv mimo jiné i tloušťka použitých dých, nános a druh použitého lepidla, ale i druh dřeva, ze kterého jsou dýhy použité na výrobu překližovaných desek.

Z hlediska mechanických vlastností v případě zkoušky pevnosti lepeného spoje ve smyku vyšlo lépe lepidlo 1206 s vysokým obsahem formaldehydu, které mělo vyšší pevnost, ale zároveň i vyšší podíl porušení ve dřevě, než lepidlo A201 s nízkým obsahem formaldehydu.

Naopak u zkoušky pevnosti a pružnosti v ohybu mělo vyšší pevnost lepidlo A201. Tudíž lze konstatovat, že na mechanické vlastnosti překližovaných desek kromě druhu použitého lepidla má vliv i obsah formaldehydu v daném druhu lepidla a směr vláken vrchních vrstev dých překližky. Pevnost v ohybu u lepidla 1206 s vysokým obsahem formaldehydu je průměrně 113 MPa a lepidla A201 s nízkým obsahem formaldehydu je průměrně 120 MPa ve směru vláken vrchních vrstev dých, přičemž pevnost bukového dřeva v ohybu ve směru vláken je podle Ugoleva (1986) 109 MPa.

Vyšší pevnost překližky může být dána mimo jiné i tím, že bukové dřevo jako takové má anizotropní charakter, kdežto překližka má anizotropní charakter potlačen v důsledku křížového lepení dých při její výrobě.

U fyzikálních vlastností ve stanovení hustoty a vlhkosti nebyl rozdíl mezi těmito druhy lepidel velký, dalo by se říct, že byl velmi malý až zanedbatelný. Z toho vyplývá, že na fyzikální vlastnosti překližovaných materiálů nemá obsah formaldehydu v lepidle velký vliv.

Překližované desky se používají především v nábytkářském průmyslu jako dílce jednotlivých kusů nábytku, jako jsou například záda skříní, dna zásuvek apod. V tomto případě se jedná o překližované desky plošného formátu. Dále jak již bylo

řečeno v literárním přehledu, se mohou vyrábět i překližované desky tvarované, pomocí lisu, které se nejčastěji používají jako sedáky a opěráky židlí, či jako spojená konstrukce židle – opěrák spojený se sedákem v jeden kus. Tyto překližky používané na výrobu židlí jsou většinou devíti vrstvé. Dále mohou být překližované desky použité v dřevostavbách jako podlahy, stěny a stropy. V tomto případě se ale nejedná o překližky vyrobené z bukových dýh, ale ze smrkových, které jsou cenově dostupnější z hlediska množství použitého na stavbě.

Vodovzdorné překližované desky lepené fenol-formaldehydovým lepidlem, které dobře odolává vlhkosti, a opatřené fenolickou folií se používají například na betonářské bednění, podlahy železničních vagonů, autobusů a jiných dopravních prostředků.

Jak již bylo řečeno, tak lepidla obsahující formaldehyd, použitá na výrobu překližovaných desek, mají sice vliv na vyšší pevnost a pružnost, ale zároveň jsou zdraví škodlivá. Protože se z nich, ale i z výrobků tyto lepidla obsahujících, uvolňuje formaldehyd, který je pro člověka a zvláště pro malé děti zdraví škodlivý. Formaldehyd je totiž těkavá organická látka, která způsobuje vážné podráždění sliznic, respirační problémy a bolesti hlavy. Proto by děti a zvláště velmi malé děti, neměly být vystaveny jeho účinkům a měly by být eliminovány předměty obsahující formaldehyd z jejich dosahu a blízkosti.

8 Závěr

Cílem této práce bylo pomocí experimentu zjistit jakou pevnost, pružnost a pevnost lepeného spoje má třívrstvá buková překližovaná deska, lepená močovinoformaldehydovým lepidlem s vysokým a nízkým obsahem formaldehydu. Poté porovnat jak velký vliv má druh vybraného lepidla na tyto mechanické vlastnosti a také na fyzikální vlastnosti překližované desky.

U fyzikálních vlastností jako je stanovení hustoty a vlhkosti, byl vliv lepidla A201 s nízkým obsahem formaldehydu a lepidla 1206 s vysokým obsahem formaldehydu velmi malý až zanedbatelný.

Z hlediska mechanických vlastností u zkoušky pevnosti lepeného spoje ve smyku mělo větší vliv na pevnost lepeného spoje lepidlo 1206 s vysokým obsahem formaldehydu. Taktéž mělo lepidlo 1206 i vyšší podíl porušení.

U zkoušky pevnosti a pružnosti v ohybu mělo větší vliv lepidlo A201 s nízkým obsahem formaldehydu, jak při zkoušce v podélném směru dřevních vláken, tak i v příčném směru dřevních vláken.

9 Summary

The goal of this thesis was to find out the strength, elasticity and strength of the glued joint using a three-layer beech plywood, glued with a urea-formaldehyde adhesive with a high and low content of formaldehyde. Then compare the effect of selected type of adhesive on these mechanical properties of the plywood as well as on the physical properties of the plywood.

For physical properties such as density and moisture, the adhesive effect of A201 adhesive with low-content of formaldehyde and 1206 adhesive with a high content of formaldehyde is very small and insignificant.

In terms of mechanical properties for adhesive strength in shear test had greater effect on the strength of the adhesive bond 1206 adhesive with a high content of formaldehyde. Also, the 1206 adhesive had a higher rate of the failure.

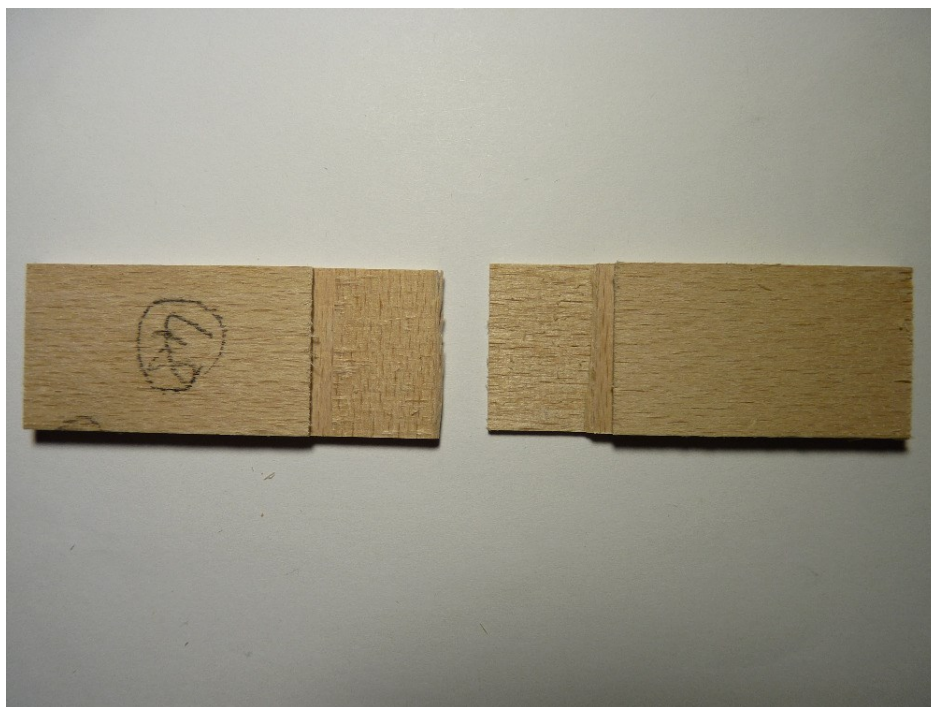
In the strength and elasticity in bending tests had greater effect A201 adhesive with a low content of formaldehyde, the same as in the longitudinal direction of the wood fibres, and transverse direction of the wood fibres.

10 Seznam použité literatury

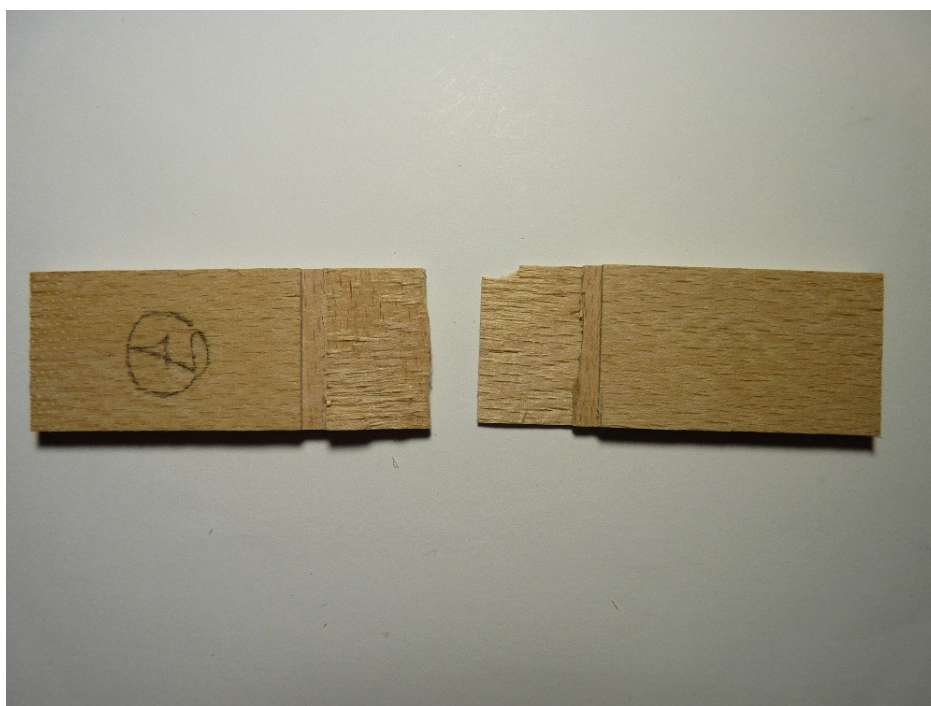
- KRÁL, PAVEL. *Dýhy, překližky a lepené materiály*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2011. ISBN 978-80-7375-552-2.
- KRÁL, PAVEL. *Dýhy, překližky a lepené materiály: cvičení*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2012. ISBN 978-80-7375-654-3.
- ŠLEZINGEROVÁ, J., GANDELOVÁ, L. *Stavba dřeva: cvičení*. 2., nezměn. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2008. ISBN 978-80-7375-168-5.
- HORÁČEK, PETR. *Fyzikální a mechanické vlastnosti dřeva I. 2.*, přeprac. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2008. ISBN 978-80-7375-169-2.
- NUTSCH, WOLFGANG. *Příručka pro truhláře*. 2., přeprac. vyd. Praha: Europa-Sobotáles, 2006. ISBN 80-867-0614-1.
- FOREST PRODUCTS LABORATORY. *Wood Handbook: Wood as an Engineering Material*. Madison, Wisconsin: United States Department of Agriculture Forest Service, 2010. ISBN 978-1484859704
- POŽGAJ, A., CHOVANEC, D., KURJATKO, S., BABIAK, M. *Štruktúra a vlastnosti dreva*. Bratislava: Príroda, 1993. ISBN 8007006001.
- UGOLEV, V., N. *Drevesinovedenje s osnovami lesno tovarovedenija*. Moskva, 1986, 365 s.
- ČSN EN 310. *Desky ze dřeva. Stanovení modulu pružnosti v ohybu a pevnosti v ohybu*. 1995.
- ČSN EN 314-1. *Překližované desky - Kvalita lepení - Část 1: Metody zkoušení*. 2005.
- ČSN EN 322. *Dosky z dřeva. Zist'ovanie vlhkosti*. 1994.
- ČSN EN 323. *Dosky z dřeva. Zist'ovanie hustoty*. 1994.
- ČSN EN 326-1. *Desky ze dřeva - Odběr vzorků, nařezávání a kontrola - Část 1: Odběr vzorků, nařezávání zkušebních těles a vyjádření výsledků zkoušky*. 1997.

Přílohy

A Fotky zkušebních těles



Obr. 9 Těleso porušené ve smyku lepené lepidlem A201 s nízkým obsahem formaldehydu



Obr. 10 Těleso porušené ve smyku lepené lepidlem 1206 s vysokým obsahem formaldehydu



Obr. 11 Těleso porušené v ohybu podél vláken, lepené lepidlem A201



Obr. 12 Těleso porušené v ohybu podél vláken, lepené lepidlem 1206



Obr. 13 Těleso porušené v ohybu napříč vláken, lepené lepidlem A201



Obr. 14 Těleso porušené v ohybu napříč vláken, lepené lepidlem 1206

B Tabulky naměřených hodnot

Tab. 6 Tabulka naměřených hodnot hustoty a vlhkosti pro lepidlo A201

Lepidlo A201 NF		Naměřené a vypočtené hodnoty hustoty a vlhkosti vzorků PDP-BK pro dané lepidlo							
		Délka	Šířka	Tloušťka	Objem	Hustota	Hmotnost (před suš.)	Hmotnost (po suš.)	Vlhkost
Poř. č. vz.	Označ. vz.	[mm]	[mm]	[mm]	[cm ³]	[kg/m ³]	[g]	[g]	[%]
1	NF4	150	50,36	4,60	0,00003475	733,415	25,485	23,782	7,2
2	NF5	150	50,37	4,70	0,00003551	709,811	25,206	23,562	7,0
3	NF6	150	50,33	4,60	0,00003473	744,219	25,845	24,059	7,4
4	NF5	150	50,35	4,66	0,00003519	718,831	25,299	23,604	7,2
5	NF4	150	50,34	4,60	0,00003473	736,614	25,586	23,813	7,4
6	NF6	150	50,37	4,63	0,00003498	719,685	25,176	23,324	7,9
7	NF5	150	50,37	4,66	0,00003521	707,980	24,927	23,183	7,5
8	NF4	150	50,36	4,65	0,00003513	709,074	24,907	23,164	7,5
9	NF6	150	50,39	4,63	0,00003500	727,343	25,454	23,604	7,8
10	NF5	150	50,31	4,64	0,00003502	720,418	25,226	23,436	7,6
11	NF4	150	50,31	4,62	0,00003486	721,070	25,140	23,367	7,6
12	NF6	150	50,35	4,59	0,00003467	719,928	24,957	23,238	7,4
13	NF5	150	50,30	4,66	0,00003516	712,122	25,038	23,350	7,2
14	NF4	150	50,32	4,62	0,00003487	716,454	24,984	23,282	7,3
15	NF6	150	50,42	4,58	0,00003464	728,812	25,245	23,513	7,4

Tab. 7 Tabulka naměřených hodnot hustoty a vlhkosti pro lepidlo 1206

Lepidlo 1206 VF		Naměřené a vypočtené hodnoty hustoty a vlhkosti vzorků PDP-BK pro dané lepidlo							
		Délka	Šířka	Tloušťka	Objem	Hustota	Hmotnost (před suš.)	Hmotnost (po suš.)	Vlhkost
Poř. č. vz.	Označ. vz.	[mm]	[mm]	[mm]	[cm ³]	[kg/m ³]	[g]	[g]	[%]
1	VF1	150	50,32	4,67	0,00003525	690,172	24,328	22,690	7,2
2	VF3	150	50,38	4,71	0,00003559	713,783	25,406	23,681	7,3
3	VF2	150	50,30	4,48	0,00003380	695,914	23,523	21,903	7,4
4	VF1	150	50,36	4,73	0,00003573	666,799	23,825	22,196	7,3
5	VF3	150	50,36	4,61	0,00003482	724,674	25,236	23,328	8,2
6	VF3	150	50,29	4,70	0,00003545	697,571	24,732	22,985	7,6
7	VF2	150	50,20	4,48	0,00003373	704,948	23,781	22,113	7,5
8	VF1	150	50,32	4,73	0,00003570	682,818	24,378	22,701	7,4
9	VF3	150	50,34	4,70	0,00003549	736,326	26,132	24,319	7,5
10	VF2	150	50,27	4,48	0,00003378	702,901	23,745	22,105	7,4
11	VF1	150	50,36	4,69	0,00003543	707,034	25,049	23,248	7,7
12	VF2	150	50,31	4,50	0,00003396	715,357	24,293	22,501	8,0
13	VF3	150	50,35	4,56	0,00003444	761,163	26,214	24,286	7,9
14	VF2	150	50,28	4,56	0,00003439	698,690	24,029	22,247	8,0
15	VF1	150	50,29	4,69	0,00003538	697,334	24,671	22,861	7,9

Tab. 8 Tabulka naměřených hodnot pro pevnost lepeného spoje ve smyku pro lepidlo A201

Lepidlo A201 NF		Naměřené a vypočtené hodnoty meze pevnosti a porušení vzorků PDP-BK ve smyku						
		Výška smykové plochy	Šířka smykové plochy	Smyková plocha	Maximální síla	Mez pevnosti ve smyku	Modul pružnosti	Podíl porušení
Poř. č. vz.	Označ. vz.	[mm]	[mm]	[mm ²]	[N]	[Mpa]	[Mpa]	[%]
29	NF4-29	15,62	25,31	395,34	1424,19	3,60	1075,54	40
30	NF5-30	15,78	25,29	399,08	1175,12	2,94	1079,16	0
31	NF5-31	15,64	25,28	395,38	1405,49	3,55	1095,70	65
32	NF4-32	15,72	25,46	400,23	1298,43	3,24	1095,43	15
33	NF5-33	15,64	25,32	396,00	1520,76	3,84	1127,89	15
34	NF4-34	15,69	25,25	396,17	1320,72	3,33	1132,45	10
35	NF6-35	15,66	25,31	396,35	1282,79	3,24	1145,95	15
36	NF6-36	15,52	25,24	391,72	1387,05	3,54	1119,45	20
37	NF5-37	15,33	25,75	394,75	1176,78	2,98	1142,93	10
38	NF5-38	15,68	25,33	397,17	1612,88	4,06	1187,50	20
39	NF4-39	15,71	25,28	397,15	1306,65	3,29	1084,01	10
40	NF5-40	15,75	25,30	398,48	1216,98	3,05	1035,57	5
41	NF6-41	15,82	25,67	406,10	1344,57	3,31	1095,56	85
42	NF6-42	15,73	25,40	399,54	1499,09	3,75	1162,34	35
43	NF6-43	15,68	25,28	396,39	1471,12	3,71	1274,84	5
44	NF6-45	15,66	25,33	396,67	1515,61	3,82	1207,43	60
45	NF4-46	15,73	25,30	397,97	1200,90	3,02	1106,40	95
46	NF4-47	15,63	25,32	395,75	1221,52	3,09	1074,75	30
47	NF6-48	15,72	25,28	397,40	1396,14	3,51	1203,98	20
48	NF4-49	15,72	25,33	398,19	1434,42	3,60	1086,44	100
49	NF5-50	15,72	25,32	398,03	1300,09	3,27	1140,73	0
50	NF5-51	15,64	25,30	395,69	1235,68	3,12	1071,82	5
51	NF4-52	15,74	25,27	397,75	1354,36	3,41	1107,19	25
52	NF4-53	15,72	25,31	397,87	1204,74	3,03	1043,12	20
53	NF5-54	15,66	25,27	395,73	1247,74	3,15	1194,75	10
54	NF6-55	15,57	25,28	393,61	1367,04	3,47	1219,27	15

Tab. 9 Tabulka naměřených hodnot pro pevnost lepeného spoje ve smyku pro lepidlo 1206

Lepidlo 1206 VF		Naměřené a vypočtené hodnoty meze pevnosti a porušení vzorků PDP-BK ve smyku						
		Výška smykové plochy	Šířka smykové plochy	Smyková plocha	Maximální síla	Mez pevnosti ve smyku	Modul pružnosti	Podíl porušení
Poř. č. vz.	Označ. vz.	[mm]	[mm]	[mm ²]	[N]	[Mpa]	[Mpa]	[%]
1	VF3-1	15,57	25,32	394,23	1419,38	3,60	1060,58	95
2	VF3-2	15,78	25,23	398,13	2140,48	5,38	1394,42	10
3	VF3-3	15,24	25,24	384,66	1461,95	3,80	1083,46	80
4	VF2-5	15,57	25,28	393,61	1127,31	2,86	1070,71	100
5	VF2-6	15,61	25,29	394,78	1268,72	3,21	1159,42	100
6	VF1-7	15,72	25,23	396,62	1391,42	3,51	771,65	40
7	VF2-8	15,62	25,25	394,41	1383,90	3,51	1171,95	95
8	VF1-9	15,36	25,26	387,99	1343,79	3,46	1048,68	100
9	VF1-10	15,64	25,30	395,69	1331,38	3,36	769,77	100
10	VF1-11	15,44	25,31	390,79	1417,90	3,63	1136,73	90
11	VF2-12	15,63	25,26	394,81	1411,69	3,58	1224,70	95
12	VF3-13	15,70	25,33	397,68	1596,71	4,02	1241,87	100
13	VF1-14	15,74	25,26	397,59	1488,51	3,74	700,10	95
14	VF1-15	15,27	25,30	386,33	1358,91	3,52	1134,67	95
15	VF3-16	15,74	25,27	397,75	1199,24	3,02	1122,17	35
16	VF3-17	15,74	25,22	396,96	1153,44	2,91	1018,77	100
17	VF3-19	15,72	25,27	397,24	1251,15	3,15	1098,93	30
18	VF6-21	15,65	25,24	395,01	1416,33	3,59	1271,94	20
19	VF2-22	15,60	25,30	394,68	1174,07	2,97	1158,77	100
20	VF2-23	15,51	25,29	392,25	1393,87	3,55	1167,52	85
21	VF3-24	15,53	25,33	393,37	1607,98	4,09	1205,19	55
22	VF2-26	15,68	25,27	396,23	1239,96	3,13	1129,59	100
23	VF2-27	15,69	25,28	396,64	1217,06	3,07	1107,27	60
24	VF3-28	15,63	25,28	395,13	1374,99	3,48	1114,09	45

Tab. 10 Tabulka naměřených hodnot pro pevnost v ohybu podél vláken pro lepidlo A201

Lepidlo A201 NF podélný směr vláken		Naměřené a vypočtené hodnoty meze pevnosti a modulu pružnosti PDP-BK v ohybu pro daný směr vláken										
		Poř. č. vz.	Označ. vz.	Výška průřezu vzorku	Šířka průřezu vzorku	Délka vzorku	Hmotnost	Hustota	Rozdíl průhybů	Maximální síla	Modul pružnosti v ohybu	Mez pevnosti v ohybu
				[mm]	[mm]	[mm]	[g]	[kg/m ³]	[mm]	[N]	[Mpa]	[Mpa]
1	1NF6	4,46	50,14	150	25,385	756,77	6,33	850,19	14311,03	127,87		
2	2NF5	4,45	50,15	150	25,160	751,60	5,68	802,02	13678,57	121,14		
3	3NF4	4,40	50,16	150	25,158	759,93	4,56	615,39	11116,57	95,06		
4	4NF5	4,56	50,14	150	25,924	755,90	5,29	887,86	14257,17	127,74		
5	5NF6	4,44	50,17	150	25,837	773,26	5,75	836,29	15143,36	126,83		
6	6NF6	4,40	50,17	150	25,596	773,01	6,44	831,22	15353,69	128,37		
7	7NF5	4,46	50,20	150	25,977	773,50	5,69	868,11	14935,82	130,40		
8	8NF4	4,40	50,20	150	24,749	746,98	5,54	736,46	12718,47	113,67		
9	9NF4	4,43	50,13	150	24,439	733,65	4,42	721,60	13226,26	110,02		
10	10NF6	4,38	50,20	150	25,348	768,55	5,71	801,76	15154,47	124,88		
11	11NF5	4,43	50,10	150	24,642	740,19	4,99	771,78	14118,99	117,74		
12	12NF4	4,39	50,14	150	24,718	748,64	5,20	734,63	13174,46	114,04		
13	13NF6	4,39	50,16	150	25,284	765,48	5,80	812,51	15166,45	126,08		
14	14NF5	4,45	50,17	150	24,852	742,11	4,85	789,35	14180,10	119,18		
15	15NF4	4,38	50,11	150	24,225	735,82	4,99	758,75	13656,23	118,39		
16	16NF4	4,45	50,08	150	24,541	734,14	4,67	774,05	13733,45	117,08		
17	17NF6	4,55	50,13	150	25,215	736,98	5,36	802,02	13460,32	115,92		
18	18NF6	4,45	50,07	150	24,840	743,23	5,86	790,75	13242,18	119,63		
19	19NF4	4,47	50,20	150	24,400	724,92	5,34	782,27	12951,25	116,98		
20	20NF5	4,44	50,18	150	25,477	762,33	6,26	812,86	13185,20	123,26		
21	21NF5	4,44	50,20	150	24,880	744,17	5,36	793,46	13439,42	120,27		

Tab. 11 Tabulka naměřených hodnot pro pevnost v ohybu podél vláken pro lepidlo 1206

Lepidlo 1206 VF podélný směr vláken		Naměřené a vypočtené hodnoty meze pevnosti a modulu pružnosti PDP-BK v ohybu pro daný směr vláken										
		Poř. č. vz.	Označ. vz.	Výška průřezu vzorku	Šířka průřezu vzorku	Délka vzorku	Hmotnost	Hustota	Rozdíl průhybů	Maximální síla	Modul pružnosti v ohybu	Mez pevnosti v ohybu
				[mm]	[mm]	[mm]	[g]	[kg/m ³]	[mm]	[N]	[Mpa]	[Mpa]
22	22VF2	4,22	50,15	150	23,796	749,60	5,85	640,40	12328,77	107,56		
23	23VF1	4,48	50,16	150	24,381	723,31	4,96	768,72	12639,70	114,54		
24	24VF1	4,35	50,07	150	24,381	746,27	5,30	809,54	13928,17	128,17		
25	25VF3	4,33	50,14	150	26,036	799,49	8,19	760,94	13912,35	121,42		
26	26VF2	4,17	50,11	150	24,011	766,05	6,08	629,38	11646,89	108,34		
27	27VF3	4,50	50,14	150	25,630	757,29	8,07	814,09	14036,15	120,27		
28	28VF2	4,23	50,14	150	23,792	747,85	6,47	708,58	13326,70	118,47		
29	29VF3	4,54	50,14	150	25,394	743,70	9,57	838,56	12833,26	121,71		
30	30VF2	4,20	50,24	150	23,677	748,06	5,93	671,51	13012,84	113,66		
31	31VF1	4,44	50,10	150	23,926	717,06	3,61	626,76	12274,50	95,19		
32	32VF3	4,30	50,09	150	25,876	800,91	4,25	742,23	15389,53	120,21		
33	33VF2	4,17	50,08	150	23,867	761,91	5,09	616,01	11672,07	106,11		
34	34VF1	4,42	50,13	150	24,460	735,94	3,52	645,29	12896,88	98,83		
35	35VF3	4,34	50,16	150	25,256	773,44	5,09	614,96	11530,83	97,63		
36	36VF2	4,34	50,12	150	24,342	746,04	5,85	805,61	13860,17	128,00		
37	37VF1	4,58	50,06	150	24,229	704,51	5,07	772,57	12351,16	110,36		
38	38VF3	4,34	50,12	150	24,348	746,23	4,21	661,90	12524,42	105,17		
39	39VF2	4,41	50,22	150	23,612	710,77	4,40	697,21	12350,63	107,08		
40	40VF3	4,27	50,21	150	23,805	740,22	6,05	674,31	13031,29	110,49		
41	41VF1	4,55	50,19	150	25,300	738,59	4,81	771,95	12538,97	111,44		
42	42VF1	4,35	50,17	150	24,570	750,55	4,81	761,29	13733,36	120,29		

Tab. 12 Tabulka naměřených hodnot pro pevnost v ohybu napříč směru vláken pro lepidlo A201

Lepidlo A201 NF příčný směr vláken		Naměřené a vypočtené hodnoty meze pevnosti a modulu pružnosti PDP-BK v ohybu pro daný směr vláken								
Poř. č. vz.	Označ. vz.	Výška průřezu vzorku	Šířka průřezu vzorku	Délka vzorku	Hmotnost	Hustota	Rozdíl průhybů	Maximální síla	Modul pružnosti v ohybu	Mez pevnosti v ohybu
		(mm)	(mm)	(mm)	(g)	(kg/m ³)	(mm)	(N)	(Mpa)	(Mpa)
44	43NF4	4,42	50,07	150	25,266	761,11	14,04	180,25	1136,55	27,64
45	45NF4	4,40	50,21	150	25,171	759,57	14,98	176,05	1102,66	27,17
46	46NF5	4,47	50,01	150	25,070	747,65	13,10	148,34	915,87	22,27
48	48NF6	4,43	50,28	150	25,724	769,92	12,74	183,04	1311,01	27,82
51	50NF5	4,43	50,29	150	25,388	759,72	13,83	171,59	1097,17	26,08
52	52NF5	4,41	50,22	150	24,702	743,58	10,20	165,65	1243,56	25,44
53	53NF4	4,43	50,26	150	25,042	749,81	12,42	167,83	1082,27	25,52
54	54NF6	4,40	50,28	150	25,241	760,62	14,99	176,14	1161,82	27,14
55	55NF6	4,39	50,13	150	24,767	750,27	11,12	155,25	1162,07	24,10
57	57NF4	4,46	50,23	150	25,024	744,68	12,76	150,53	1002,05	22,60
58	58NF6	4,39	50,12	150	24,733	749,39	10,54	154,37	1157,02	23,97
59	59NF5	4,44	50,22	150	25,318	756,97	13,55	160,06	1035,79	24,25
60	60NF4	4,36	50,10	150	24,848	758,36	13,10	168,27	1120,37	26,50
61	61NF6	4,36	50,23	150	25,038	762,18	12,91	174,65	1192,40	27,44
62	62NF5	4,41	50,17	150	25,074	755,53	11,83	155,77	1030,38	23,95
65	65NF4	4,35	50,19	150	24,704	754,34	10,81	143,27	1052,81	22,63
66	66NF6	4,40	50,17	150	25,388	766,73	9,86	142,92	1280,33	22,07
67	67NF5	4,37	50,24	150	25,052	760,71	15,99	166,70	1072,07	26,06

Tab. 13 Tabulka naměřených hodnot pro pevnost v ohybu napříč směru vláken pro lepidlo 1206

Lepidlo 1206 VF příčný směr vláken		Naměřené a vypočtené hodnoty meze pevnosti a modulu pružnosti PDP-BK v ohybu pro daný směr vláken								
Poř. č. vz.	Označ. vz.	Výška průřezu vzorku	Šířka průřezu vzorku	Délka vzorku	Hmotnost	Hustota	Rozdíl průhybů	Maximální síla	Modul pružnosti v ohybu	Mez pevnosti v ohybu
		(mm)	(mm)	(mm)	(g)	(kg/m ³)	(mm)	(N)	(Mpa)	(Mpa)
69	69VF2	4,36	50,16	150	24,257	739,44	9,53	145,72	1206,76	22,92
71	71VF1	4,43	50,29	150	25,505	763,22	7,70	161,72	1377,77	24,58
72	72VF3	4,45	50,13	150	24,876	743,42	8,64	131,65	1124,04	19,89
73	73VF1	4,54	50,18	150	25,259	739,16	8,99	125,70	1163,27	18,23
74	74VF3	4,28	50,16	150	22,497	698,61	11,50	85,67	663,48	13,99
75	75VF1	4,55	50,12	150	25,241	737,89	11,01	132,69	1030,10	19,18
77	77VF2	4,39	50,13	150	24,119	730,64	11,14	145,89	1113,55	22,65
79	79VF3	4,38	50,23	150	23,283	705,52	9,78	100,61	785,36	15,66
81	81VF2	4,43	50,15	150	24,302	729,25	11,39	160,40	1146,77	24,45
82	82VF2	4,30	50,16	150	23,965	740,73	10,58	132,17	1065,01	21,38
83	83VF1	4,48	50,37	150	25,496	753,24	8,57	144,23	1152,28	21,40
84	84VF3	4,40	50,07	150	22,835	691,00	14,45	91,26	602,41	14,12
85	85VF1	4,58	50,41	150	26,455	763,90	11,83	164,25	1147,66	23,30
86	86VF1	4,58	50,36	150	25,626	740,69	11,02	169,93	1095,45	24,13
88	88VF3	4,33	50,05	150	23,758	730,85	13,89	104,02	718,04	16,63
92	92VF3	4,42	50,14	150	24,609	740,28	10,84	123,43	874,65	18,90
94	94VF2	4,18	50,20	150	23,987	762,09	9,02	131,91	1325,09	22,56
95	95VF2	4,31	50,21	150	24,205	745,67	11,43	140,04	1130,64	22,52

C Technický list lepidla A201

AkzoNobel Industrial Coatings
Wood Finishes and Adhesives



Technické listy

Zero Lepidlo A201/ Tužidlo E326

Směsný systém s dlouhou životností



E326 je středně rychlé směsné tužidlo s dlouhou životností k použití s amino lepidlem A201.

Vykazuje nízké opotřebení nástrojů a může být použito jak při lisování za tepla, tak ve vysokofrekvenčních lisech.

Specifikace výrobku

	LignuPro™ Zero Lepidlo A201			E326	
Výrobek	Amino lepidlo			Tužidlo	
Dodávané jako	Tekutina			Tekutina	
Barva	Bílá			Krémová	
Viskozita (v čase výroby)	1500 - 3000 mPas (Brookfield LVT sp4, 6 rpm at 25°C/77°F)			7000 - 15000 mPas (Brookfield LVT sp3, 12 rpm at 25°C/77°F)	
Hustota	Přibl., 1300 kg/m ³			Přibl., 1230 kg/m ³	
pH (v čase výroby)	8.0 – 10 (při 25°C / 77°F)			2.0 – 5.0 (při 25°C / 77°F)	
Skladovatelnost (měsíce)	15°C/68°F	20°C/68°F	30°C/86°F	20°C/68°F	30°C/86°F
	2.5	2.5	0.5	4	2
Podmínky skladování	Doporučená skladovací teplota 15°C až 20°C / 59°F až 68°F. Krátkodobě lze vystavit teplotám nad 30°C / 86°F. Lepidlo nesmí zmrznout. Během skladování bude lepidlo zrát a viskozita se může zvýšit.			Doporučená skladovací teplota 15°C až 25°C / 59°F až 77°F. Krátkodobě lze vystavit teplotám nad 30°C / 86°F. Tužidlo může zmrznout, ale musí být před použitím rozmrazeno na teplotu místnosti a zhomogenizováno. Na povrchu tužidla se může tvořit škráloup, pokud kontejnér není správně uzavřen.	

Contact Information

Stockholm, Sweden +46 8 743 40 00
High Point, USA +1 336 841 5111
Singapore +65 6762 2088
Medellin, Colombia +57 4 3618888
www.akzonobel.com/cascoadhesives

Version: 01 (2014-05-12)

Reason for changes: New



Pokyny pro použití

Applikace	Parkety			
Typ lisu	Vysokofrekvenční Lisování za tepla			
Teplota lepené spáry	nad 70°C / 122°F			
Lisovací čas (Pro směsný poměr 100:20)		70°C/158°F	90°C/194°F	110°C/230°F
	0.6 mm		2'30"	1'00"
	3.6 mm		5'00"	4'00"
	6.0 mm	-	-	-
Životnost směsi Pro směsný poměr:	15°C/59°F	20°C/68°F	30°C/86°F	
		100:15 4h 100:20 2h 50 min		
Tlak	Nad 0,3 MPa			
Čas sestavení (120 g/m ² /12 g/ft ² , 20°C/68°F)	Otevřený: <10 min	Uzavřený: <10 min		
Směsný poměr (váhově)	100:15 – 100:25, lepidlo: tužidlu			
Nános	Parkety: 90 - 175 g/m ² , 9-17 g/ft ²			
Vlhkost dřeva	Nejlépe 5 - 9%.			
Příprava dřeva	Pro dosažení nejlepšího výsledku, musí být dřevo hladce ohoblováno. Lepení by mělo být provedeno do 24 hodin po ohoblování.			
Teplota dřeva	Aby bylo možné dodržet uvedené lisovací časy, teplota dřeva nesmí být pod 20°C / 68°F.			
Následné vytvrzení	Není třeba žádné následné vytvrzení, lze zpracovat okamžitě po lisování.			

Contact Information

Stockholm, Sweden +46 8 743 40 00
 High Point, USA +1 336 841 5111
 Singapore +65 6762 2088
 Medellín, Colombia +57 4 3618888
www.akzonobel.com/cascoadhesives

Version: 01 (2014-05-12)

Reason for changes: New



Stroje

Nanášecí zařízení	6231- Trysková nanášečka Válcová nanášečka
Michačka lepidla	6201- Michací zařízení pro UF, PRF, MUF 6203- Michací zařízení pro UF, PRF, MUF

Contact Information

Stockholm, Sweden +46 8 743 40 00
High Point, USA +1 336 841 5111
Singapore +65 6762 2088
Medellin, Colombia +57 4 3618888
www.akzonobel.com/cascoadhesives

Version: 01 (2014-05-12)**Reason for changes:** New



Manipulace, zdraví a bezpečnost

Manipulace	Vždy používejte rukavice a brýle pokud manipulujete s produktem.
Cleaning	Použijte vodu a mýdlo pro smytí lepidla z pokožky. Pro čištění strojů použijte vlažnou vodu s přísadkou 4450 nebo čisticího činidla 2704. S čištěním se musí započat před vytvrzením system.
Manipulace s odpadem	Není považováno za nebezpečný odpad. Nechejte zbytky vysušit, než je pošlete na likvidaci. Tužidlo může být považováno jako nebezpečný odpad, zkontrolujte KBD (sekce 13) Poznámka!Státné nebo místně se mohou vyskytovat upravující výjimky, proto je třeba být v kontaktu s místními odpovědnými úřady.
Zpracování odpadní vody	Chemické vysrážení → odpad* Biologická úprava → odpad* Mechanické srážení → drain* * komunální odpad s biologickou úpravou Poznámka!Státné nebo místně se mohou vyskytovat upravující výjimky, proto je třeba být v kontaktu s místními odpovědnými úřady.
Zdraví a bezpečnost	Více informací naleznete v příslušné kartě bezpečnostních dat KBD(SDS).

Contact Information

Stockholm, Sweden +46 8 743 40 00
 High Point, USA +1 336 841 5111
 Singapore +65 6762 2088
 Medellin, Colombia +57 4 3618888
www.akzonobel.com/cascoadhesives

Version: 01 (2014-05-12)

Reason for changes: New

D Technický list lepidla 1206

AkzoNobel Industrial Coatings
Wood Finishes and Adhesives



Informace o výrobku

1206

1206 je univerzální lepidlo vhodné pro většinu aplikací ve dřevozpracujícím průmyslu, jako je potahování, tvarové lepení a dýhování. 1206 lze použít od 20°C.

Kvalita lepené spáry s normálním sortimentem tužidel Casco Adhesives pro UF (močovinoformaldehydové) lepidlo 1206 splní nároky podle britského standardu BS 1204 MR.

Údaje v technické specifikaci jsou platné jako certifikát kvality pro 1206. Hodnoty jsou udávány v době výroby a měřené podle postupů analýzy společnosti Casco Adhesives.

Specifikace produktu

1206									
Produkt	UF lepidlo								
Dodací formulář	Tekuté								
Barva	Bílé								
Viskozita (v době výroby)	500 - 2000 mPas (Brookfield LVT, sp.3, 12 ot/min, 25°C)								
pH (v době výroby)	7,5 – 9,0 (při 25°C)								
Doba skladování (měsíců)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>15°C</th> <th>20°C</th> <th>25°C</th> <th>30°C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>4,5</td> <td>3,5</td> <td>2</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	15°C	20°C	25°C	30°C	4,5	3,5	2	1
15°C	20°C	25°C	30°C						
4,5	3,5	2	1						
Skladovací podmínky	<p>Doporučená skladovací teplota 15-20°C. Přípustné je pouze krátké vystavení teplotě nad 30°C. Produkt může zmrznout, ale před použitím musí být rozmrazen, uveden na pokojovou teplotu a homogenizován. Během skladování lepidlo stárne a může se zvýšit viskozita.</p>								
Údaje o formaldehydu	Volný formaldehyd < 0,75%								
Hustota	Přibl. 1300 Kg/m ³								

Kontaktní informace

Stockholm, Sweden +46 8 743 40 00
High Point, USA +1 336 841 5111
Singapore +65 6762 2088
Medellin, Colombia +57 4 3618888
www.akzonobel.com/cascoadhesives

Version: 03 (2012-05-07)

Reason for change: Updates in machinery

AkzoNobel approval code: AN_200100_210114



Informace o procesu lepení

Aplikace	Dýchování Lepení masivního dřeva Ohýbaná překližka Podlahy Potahování Spárovka Voštinová deska
Typ lisu	Nevytápěný lis Vyhřívavý lis Vysokofrekvenční
Nanášení lepidla	Dýchování: 90 - 150 g/m ² Lepení masivního dřeva: 150 - 250 g/m ² Ohýbaná překližka: 120 - 200 g/m ² Podlahy: 90 - 175 g/m ² Spárovky: 120 - 150 g/m ² Voštinová deska: 120 - 180 g/m ²
Obsah vody ve dřevě	Nejlépe 5–9 %.
Příprava dřeva	Pro nejlepší výsledky musí být dřevo hladce ohoblováno. Pro optimální pevnost spoje musí být lepicí operace provedena do 24 hodin po přípravě.
Teplota dřeva	Aby se dosáhlo uvedených lisovacích dob, nesmí teplota dřeva poklesnout pod 20°C.

Kontaktní informace
 Stockholm, Sweden +46 8 743 40 00
 High Point, USA +1 336 841 5111
 Singapore +65 6762 2088
 Medellín, Colombia +57 4 3618888
www.akzonobel.com/cascoadhesives

Version: 03 (2012-05-07)

Reason for change: Updates in machinery



Strojní zařízení

Aplikátor	6231 Trysková nanášedka
Mixér	6201 Míchací systém pro UF, PRF, MUF a EPI 6203 Míchací systém pro UF, PRF a MUF 6205 Spřažený mixér pro UF, PRF a MUF
Příslušenství	6201-50 Příslušenství pro mixér na lepidla 6213 Měřicí systém pro UF, PRF a MUF 6246 Chladicí zařízení lepidla lze objednat prostřednictvím našeho technického zástupce. 6263 Systém pro biologickou úpravu odpadní vody 6282 Ovládací jednotka 6284 Systém pro monitorování nádrže 6289 Denní nádrže

Manipulace a informace HSE (BOZP a živ. prostř.)

Manipulace	Při manipulaci s produktem používejte rukavice a ochranné brýle.
Čištění	Při potřísnění pokožky lepidlem je třeba ji omýt vodou a mýdlem. Pro zařízení použijte vlažnou vodu s přidáním čističe Glue Wash 4450 nebo mycí přípravek 2704 (další informace viz Všeobecné informace). Čištění je třeba začít před vytvrzením systému.
Zacházení s odpady – produktů	Lepidlo – je normálně klasifikováno jako nebezpečný odpad (obsahuje volný formaldehyd). V závislosti na klasifikaci lze tužidla považovat za nebezpečný odpad, viz Bezpečnostní list (část 13). Smíchané lepidlo s tužidlem – lze normálně po konečném vytvrzení považovat za bezpečný odpad. Důležité Mohly by se vyskytovat národní a/nebo místní regulační/legislativní rozdíly, buďte proto v kontaktu s místními orgány.
Úprava odpadní vody – odpadní vody	Chemické vysrážení → vypuštění Biologická úprava → vypuštění Mechanické vysrážení → odpad * komunální odpad s biologickou úpravou Důležité Mohly by se vyskytovat národní a/nebo místní regulační/legislativní rozdíly, buďte proto v kontaktu s místními orgány.
Zdraví a bezpečnost	Další informace naleznete v příslušném bezpečnostním listu.

Další informace týkající se výše uvedených údajů naleznete v příslušné části dále.

Kontaktní informace

Stockholm, Sweden +46 8 743 40 00
High Point, USA +1 336 841 5111
Singapore +65 6762 2088
Medellín, Colombia +57 4 3618888
www.akzonobel.com/casoadhesives

Version: 03 (2012-05-07)

Reason for change: Updates in machinery

**Právní ustanovení**

Informace jsou založeny na laboratorních testech a zkušenostech. Slouží pro orientaci a pro usnadnění uživatelům nalézt nejvhodnější pracovní postup. Vzhledem k tomu, že výrobní podmínky uživatele jsou mimo naši kontrolu, nemůžeme být odpovědní za výsledky práce, která je ovlivněna místními podmínkami. V každém jednotlivém případě se doporučují zkoušky a průběžná kontrola.

Kontaktní informace

Stockholm, Sweden +46 8 743 40 00
High Point, USA +1 336 841 5111
Singapore +65 6762 2088
Medellin, Colombia +57 4 3618688
www.akzonobel.com/cascoadhesives

Version: 03 (2012-05-07)

Reason for change: Updates in machinery