

MECHANICKÉ A FYZIKÁLNÍ POLE VE VRSTVENÝCH MATERIÁLECH NA BÁZI DŘEVA

ČÁST II.

METODIKA ZÍSKÁVÁNÍ MIKROSKOPICKÝCH ŘEZŮ Z VRSTVENÝCH, LEPENÝCH MATERIÁLŮ

Jan Šrajer – Milena Martinková – Pavel Král – Jaroslav Hrázský –
– Martin Čermák

Abstract

This paper deals with creation and detailed description of methodology for getting mounts of glued and composite wood products. It analyses microstructure of mounts with respect to glue line development and to distribution of glue through a material. It explores the technology impact on gluing quality and compares a microstructure of cuts with density profile of glued and composite wood products (measured by device X-REY Dense Lab). Next step of our study will be deeper understanding of structure of glued and composite wood products, recognition and creation of mathematical model.

Key words: *Microscopical mounts methodology, glued and composite wood products, plywood, glue line, density profile, glue distribution*

ÚVOD

Narůstající požadavky na užité vlastnosti a bezpečnost konstrukčních materiálů předpokládají mnohem hlubší znalost vztahů mezi mikroskopickou stavbou materiálu, technologií jeho výroby a jeho fyzikálními a mechanickými vlastnostmi. Technickou kvalitu materiálů je možné zabezpečit experimentálními zkouškami a pevnostními výpočty, kterým se v poslední době věnuje značná pozornost. Neopomenutelným problémem použití kompozitních materiálů na bázi dřeva jsou stále nedostatečně propracované konstrukční postupy, výpočty a numerické modely, které by zajistily spolehlivost použití materiálů.

Rozšiřování nových relevantních poznatků o vzájemných souvislostech mezi anatomicou stavbou dřeva a vlastnostmi vrstvených kompozitů na bázi dřeva je nezbytným předpokladem pro další úspěšný rozvoj aplikací těchto moderních materiálů.

Vývoj techniky nám umožňuje moderní řešení problémů. Nesmíme ale zapomínat na léty prověřené metody, které jsou nezbytnou součástí dobrého výzkumu. Specializací jednotlivých oborů dochází k jejich separaci a vytvoření úzce specializovaného pohledu na řešení problémů. Naší dlouhodobou snahou je rozšířit spolupráci i mezi obory a tím vnést jiný pohled na způsob řešení problémů. Mezioborová komunikace zároveň zajišťuje vzájemnou kontrolu.

CÍL A ZAMĚŘENÍ PRÁCE

Cíl předložené práce vychází z dlouhodobého záměru „Les a dřevo“ etapa „05/03/01 Slisovatelnost vrstvených kompozitních materiálů a profil hustoty“. Výzkum je zaměřen na posouzení a vyhodnocení chování vybraných mechanických a fyzikálních vlastností (polí) překližovaných a aglomerovaných materiálů na bázi dřeva a na vytvoření obecného modelu pro matematický výpočet.

Předmětem prezentovaného článku je makroskopické a mikroskopické posouzení zkoumaných materiálů, z kterého bude odvozena základní skladba materiálů. Ta umožní sestavení odpovídajícího matematického modelu.

Práce se zabývá vytvořením a podrobným popisem metodiky získávání mikroskopických řezů z vrstvených, lepených materiálů. Zkoumá a vyhodnocuje mikroskopickou strukturu řezů ve vztahu k tvorbě lepené spáry a distribuci lepidla materiálem. Posuzuje vliv technologie na kvalitu lepení. Porovnává mikroskopickou stavbu řezu s hustotním profilem vrstveného materiálu (naměřeným na přístroji X-REY Dense Lab).

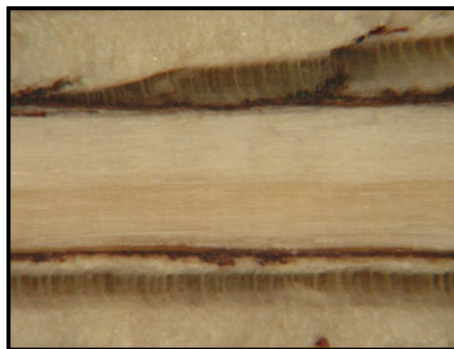
MATERIÁL A METODIKA

Příprava a výběr vzorků (bločků)

Výběr vzorků, nařezání a kontrolu prováníme dle normy „ČSN EN 325, části první, nařezávání zkušebních těles a vyjádření výsledků zkoušek“. Povrch vzorků, které budeme mikroskopicky zkoumat, obrábíme speciální stopkovou frézou s VBD (výměnnými břitovými destičkami). Ta nám zajistí vysokou přesnost a kvalitu povrchu a zároveň nepoškodí dřevní elementy, zejména v příčném řezu. Takto opracovaný bloček nám umožní předběžně sledovat povrch řezu, bez přítomnosti změkčovadel, až při zvětšení 50x pod lupou (viz **obr. č. 1**). Plochy v žádném případě nesmíme brousit.

Obr. č. 1 – Opracovaná boční hrana bločku překližované smrkové desky. Na 40x zvětšeném snímku pod binokulární lupou je patrná distribuce lepidla v lepené spáře.

1mm



Měření hustotního profilu

U zkušebních tělísek, o rozměrech 5 x 5cm, nejprve změříme pomocí přístroje X-RAY Dense Lab (Industrial Solutions Specht, Kolín na Rýnem) hustotní profil. Ten měříme ve dvou na sebe kolmých směrech s tloušťkovým krokem po 0,01mm. Naměřené hodnoty porovnáváme s mikroskopickými řezy a vzniklou křivku proložíme v daném měřítku mikroskopickým snímkem. Kombinací mikroskopického snímku a hustotního profilu dostaneme komplexní představu o stavbě materiálů v celém průřezu.

Měkčení

Máme-li získat věrný obraz všech strukturálních změn, které vzorek vykazuje, je zapotřebí, aby nepřišel do styku s vodou, nebo abychom styk s vodou co nejvíce

minimalizovali. Ideální by bylo jednotlivé mikroskopické řezy vyhotovovat za sucha. Takto získané vzorky jsou však poměrně tlusté, zároveň se lámou a drolí. Tomu se dá zčásti předejít Schweitzerovým médiem (viz níže, Fixace a řezání).

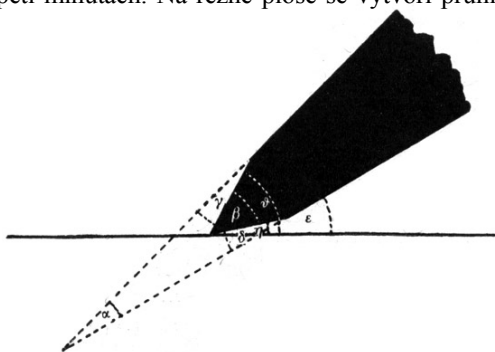
V našem případě se ukázal jako nejvhodnější upravený postup měkčení směsí glycerol-etanolu (glycerol a 30% etanol v poměru 1:1). Výhodou je, že bločky v této směsi můžeme nechat neomezeně dlouhou dobu a poměr bobtnání dřevních elementů je malý. Pro zpřesnění pořizujeme před změkčením makroskopické snímky pod lupou ve zvětšení 40x až 50x, které porovnáme s mikroskopickými řezy.

Fixace a řezání

Jednotlivé mikroskopické řezy provádíme na mikrotomu (R. Jung, Heidelberg) upraveném pro řezání tvrdého masivního dřeva. Vzhledem k tomu, že řezeme dřevo i lepenou spáru (lepidlo), byl celistvý mikrotomový nůž nahrazen upínací hlavou na žiletkové nože, které lze po otupení snadno vyměnit. Jednotlivé žiletky jsou speciálně upraveny tzv. dvoustupňovým broušením (viz **obr. č. 2**) a od klasických žiletek se liší zvýšenou tuhostí a specifickými rozměry (0,5 x 9 x 80mm). Jednotlivé řezné úhly jsou uzpůsobeny pro řezání tvrdého masivního dřeva.

Zhotovení dobrého řezu bývá někdy značným problémem. Řezy se často stáčí a při vyrovnávání se rozpadávají. Sárkány (1952) a Stieber (1955) nanášejí proto v takovýchto případech na řeznou plochu objektů Schweitzerovo médium (8 g chloralhydrátu, 20 g arabské gumy, 7 ml glycerolu, 65 ml destilované vody). Schweitzerovo médium má projasňující (chloralhydrát) a zároveň měkčící (glycerol) účinek. Řezeme po uschnutí tohoto média (pro každý řez nové nanesení), přibližně po pěti minutách. Na řezné ploše se vytvoří průhledný, ohebný film, který drží řez pohromadě.

Obr. č. 2 – Správné provedení ostří mikrotomového nože pro odběr mikroskopických řezů z masivního dřeva, nebo kompozitních materiálů. Při řezání stojí nůž z půdorysného pohledu pokud možno co nejšikměji. (Wolf 1944)



Při řezání stavíme nůž co nejšikměji, ostří přitom nakláníme tak, abychom řezy spíše hoblovali. Nůž vedeme při příčných řezech kolmo k hranici letokruhů, abychom partie jarního a letního dřeva řezali současně. Při zhotovování podélných řezů je výhodné orientovat řeznou plochu tak, aby dřevní elementy probíhaly rovnoběžně s ostřím nože, spodní strana ostří má přitom ležet téměř v rovině řezu.

Změkčený objekt při řezání vlhčíme směsí glycerol-etanolu. Řezy děláme obvykle o tloušťce 10 - 20μ. (Němec 1962)

Barvení

V případě, že jsme k lepení vrstveného materiálu použili bílé, či bezbarvé lepidlo, je zapotřebí, vzhledem k pozorovatelnosti lepeného spoje, provést obarvení vzorků. Lepidlo a dřevní části nasáklé lepidlem zůstanou nezbarveny. Ostatní části se obarví a tím nám zvýrazní lepenou spáru.

Druhou variantou je přímé obarvení lepidla, přidáním barevného plnidla, nebo obarvením práškovými pigmenty. Tyto způsoby v současné době zkoumáme.

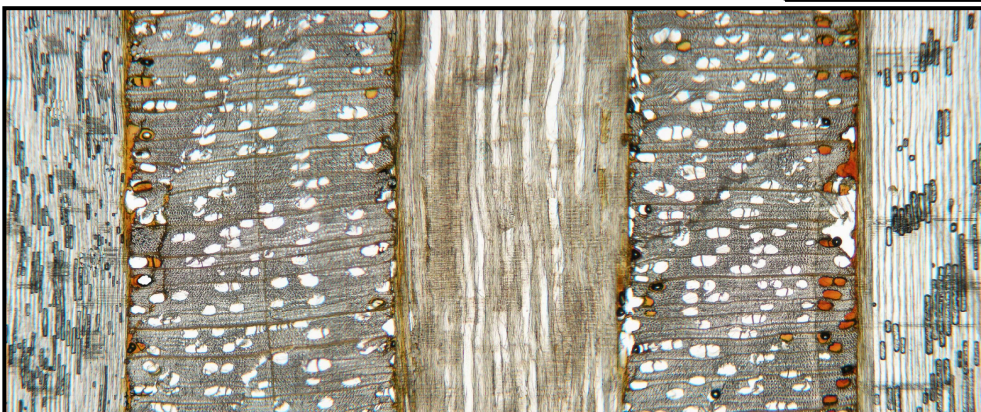
ANALÝZA MATERIÁLU V MÍSTĚ LEPENÍ

1) Průzkum a vyhodnocení mikroskopických řezů

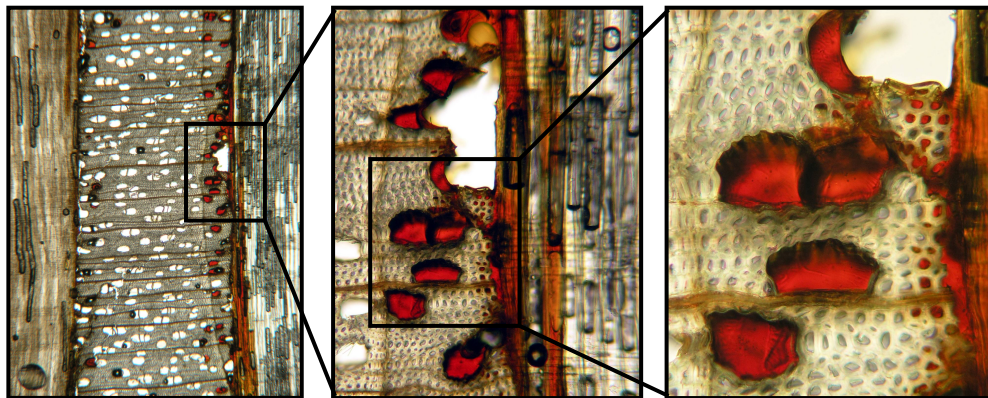
Na mikroskopických řezech (viz **obr. č. 3, 4, 5, 6**) sledujeme lepenou spáru, stavbu dřeva, kvalitu loupání, rozsah zborcení a míru stlačení dřevních elementů. Dále vyhodnocujeme chování lepidla v interakci k lepenému materiálu. Vybrané části mikroskopických řezů byly zdokumentovány digitálním fotoaparátem umístěným na mikroskopu (Olympus BX37 + Olympus C8080). Vybrané parametry zkoumaného materiálu měříme pomocí analýzy obrazu (software Olympus Photo Studio II). Z takto získaných informací vytvoříme matematický model, který bude s určitou hladinou spolehlivosti zachycovat stavbu zkoumaného vrstveného materiálu. Jako základní vstupní hodnoty nám slouží tloušťky loupáných dřív, druhy dřevin, velikost nánosu lepidla, viskozita lepidla, lisovací tlaky a teploty. Variabilně přistupujeme k dřevinám, tlaku a teplotě lisování a druhu lepidla.

Obr. č. 2 Mikroskopický řez překližkou PDP SM3 - BR1,5 - BK1,2 - BR1,5 - SM3.

1mm



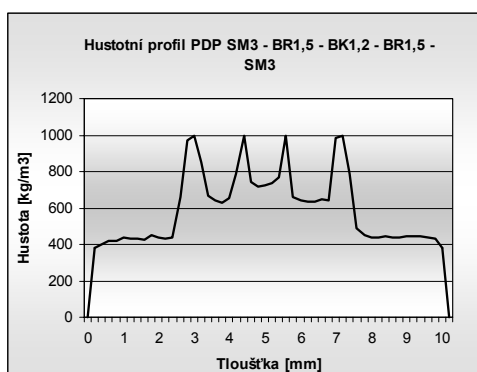
Obr. č. 3, 4, 5 Detaily lepené spáry a distribuce lepidla v dřevních komponentech (Celek viz obr. č. 2)



2) Porovnání mikroskopických řezů s hustotními profily přístroje X-REY Dense Lab.

Pro doplnění a přesnější popsání stavby vrstvených materiálů používáme zároveň přístroj X-REY Dense Lab na měření hustotního profilu. Kombinací mikroskopických snímků a hustotního profilu dostaneme plnou představu o stavbě materiálů v celém průřezu.

Tab. č. 1 Hustotní profil překližované desky PDP SM3-BR1,5-BK1,2-BR1,5-SM3 naměřený na přístroji X-RAY Dense Lab.



ZÁVĚR

Z teoretického hlediska lze závěrem konstatovat:

A) Metodika získávání mikroskopických řezů z vrstvených, lepených materiálů

Získávání mikroskopických vzorků z vrstvených lepených materiálů na bázi dřeva je poměrně obtížné. Metodika odebrání jednotlivých mikroskopických řezů vyžaduje zachování přesných postupů. Vypovídací schopnosti mikroskopických řezů jsou však vysoké a spolu s hustotním profilem dávají ucelenou představu o průřezu materiálem. Na řezech lze pozorovat nejen tvorbu filmu a distribuci lepidla dřevními elementy, ale i míru poškození struktury. K poškození dochází převážně z technologických důvodů. Prvotním faktorem je kvalita loupání, dále pak vysoký lisovací tlak a teplota. Touto metodikou se dají vytvářet a pozorovat i mikroskopické řezy materiálů podrobených mechanickým zkouškám a fosílie na bázi dřeva. Metodika získávání mikroskopických řezů je jednou z variant jak vytvořit ucelený pohled na vnitřní strukturu a stavbu materiálů.

B) Tvorba lepené spáry a distribuce lepidla dřevními elementy

K průsaku lepidla do materiálů lepených kompozitů dochází z několika důvodů. V první řadě vlivem mikroskopické stavby dřeva. Lepidlo vzlíná elementy v podélném (cévami, cévicemi, libriformními vlákny) i příčném směru (dřevními paprsky) dřeva. Mezi dřevními elementy se distribuuje dvojtečkami (popř. tečkami). Při tlaku vyšším než 1,3MPa (Král, Hrázský 2006) dochází k porušení dvojteček. To také zvyšuje průsak lepidla do dřeva. Další důvody průsaků jsou způsobeny technologií. Zejména pak kvalitou loupání a vysokým tlakem. Ten převážně u smrku (SM) způsobí částečné stlačení, místy až zborcení buněčných stěn. Takto zborcená část se nasákne lepidlem a výrazně tak změní své mechanické a fyzikální vlastnosti. V neposlední řadě záleží na viskozitě lepidla, velikosti nánosu, tlaku, teplotě lisování a zejména na stavbě dřeva podle druhu dřeviny (Schweingruber 1990).

Prozkoumáním prvotních cca 400 zkušebních vzorků jsme došli k závěru, že zjištěné změny struktury stavby materiálu vlivem mikroskopické stavby a technologie jsou natolik důležité, že je musíme zohlednit a zapracovat do obecného modelu. Jednotlivé teorie je ale zapotřebí dalším výzkumem ověřit.

LITERATURA

- BHANARI, N.N.:** Staining techniques a manual, India 1997, 343s. ISBN 81-863-19
- JOHANSEN, D.A.,:** Plant Microtechnique, First Edition, London 1940, 523s.
- KAW, AUTAR, K.:** Mechanics composite materials. Includes bibliographical reference and index., 1997, ISBN 0-8493-9656-5
- KRÁL, P., HRÁZSKÝ, J.:** Výroba dýh překližovaných materiálů I. 1. vydání Brno: MZLU.1999, 142s. , ISBN 80-7157-358-2
- KRÁL, P., HRÁZSKÝ, J., PROVAZNÍK, I.:** Stanovení lisovacích parametrů smrkových vodovzdorných překližek. První vydání: MZLU.2006, 31s. ISBN 80-7157-957-2
- KRÁL, P., HRÁZSKÝ, J.:** Effect of the thickness of rotary-cut veneers on properties of plywood sheets. Part 2. Physical and mechanical properties of plywood materials. Journal of forest science. 52, 2006 (3): 118-129.
- KRÁL, P., HRÁZSKÝ, J.:** Effects of different pressing conditions on properties of spruce plywood's. Journal of forest science. 52, 2006 (6): 285-292.
- MAHÚT, J., REH, R., VÍGLASKÝ, J.:** Kompozitné drevené materiály Část I. Dyhy a preglejované výrobky. 1. vyd. Zvolen: TU.2004, 266s. ISBN 80-228-1324-9
- MAHÚT, J., REH, R.:** Technológia spracovania dreva II. Metody zisťovania fyzikálnych, mechanických a technologických vlastností dýh a preglejovaných materiálov. 1. vyd. Zvolen: TU. 1996, 86s., ISBN 80-228-0510-6
- NĚMEC, B. (ed.).:** Botanická mikrotechnika, Praha 1962, 484s.
- POŽGAJ, A. (ed.).:** Struktura a vlastnosti dreva. 1. vyd. Příroda Bratislava. 1997, 486s. ISBN 80-07-0060-1
- SCHWEINGRUBER, F. H.:** Anatomy of European woods. Paul Haupt Berne und Stuttgart Publisher, 1990, 800s. ISBN 3-258-04258-6
- ŠLEZINGEROVÁ, J., GANDELOVÁ L.:** Stavba dřeva, MZLU Brno, 1998
- ŠTELLER, Š.:** Pevnostné vlastnosti vodovzdorných preglejok z rôznych druhov dřeva a ich kvalitatívne čísla. Dřevařsky výskum, ŠDVÚ Bratislava, 1967, s. 203-214
- VAVRČÍK, H., GRYC, V.:** Metodika výroby mikroskopických preparátů ze vzorků dřeva. Acta univ. Agric. It silvic. Mendel. Brun., 2004, LII, No. 4, s.169-176
- WOLF, J.:** Mikroskopická technika. Vesmír, nakladatelská a vydavatelská společnost v Praze VII, 1944, 553s.
- ČSN EN 314-1, 314-2.** Kvalita lepení překližovaných desek
- ČSN EN 325.** Desky ze dřeva. Odběr vzorků, nařezávání a kontrola. Část 1: Odběr vzorků, nařezávání zkušebních těles a vyjádření výsledků zkoušek
- ČSN EN 322.** Zjišťování vlhkosti
- ČSN EN 323.** Zjišťování hustoty

Tato práce vznikla za podpory projektů MŠMT české republiky, projekt číslo MSM 6215648902 „Les a dřevo“ a GA ČR 526/03/H036 „Současný stav a trendy vývoje lesů v kulturní krajině“