

**MENDELOVA UNIVERZITA  
V BRNĚ**  
LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ FAKULTA  
Ústav nábytku, designu a bydlení

**Povrchová úprava stavebně – truhlářských výrobků  
s krátkou dobou životnosti**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Brno 2014**

**Bc. Michal Suchý**



### Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma: **Povrchová úprava stavebně-truhlářských výrobků s krátkou dobou životnosti** zpracoval 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 ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

Jsem si vědom/a, 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 nákladu spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně, dne:.....

Podpis studenta.....

## **Poděkování**

Rád bych tímto poděkoval paní doc. Ing. Daniele Tesařové, Ph.D. za vedení, trpělivost, ochotu, pomoc a rady k mé diplomové práci. Dále děkuji paní Květoslavě Tobiášové a panu Ing. Petru Čechovi, Ph.D. za rady a pomoc při konání praktických zkoušek. Děkuji všem přátelům, známým a sourozencům za rady a připomínky k práci a velice děkuji svým rodičům za jejich podporu a financování mého studia.

## **Abstrakt**

Název bakalářské práce: **Povrchová úprava stavebně-truhlářských výrobků s krátkou dobou životnosti**

Autor: **Michal Suchý**

Tato diplomová práce se zabývá návrhem systému dokončování stavebně-truhlářských výrobků s krátkou dobou životnosti a provedením zkoušek jeho fyzikálních a mechanických vlastností. Systém je založen na dokončování výrobků povrchovou úpravou na bázi lepidel. Ke zkouškám byly použity tři druhy lepidel různého složení (UF, MUF, PVAc) které byly otestovány podle normovaných zkoušek. Cílem práce bylo zjistit vlastnosti a odolnosti navrhované povrchové úpravy a vyhodnotit možnost jejího použití pro praxi. Byly provedeny zkoušky povrchové tvrdosti, přilnavosti k podkladu, odolnosti proti vrypu, působení páry, studeným kapalinám, padající kuličce, oděru a otěru. Dále byl měřen lesk, stupeň změny barvy a světlostálost.

Klíčová slova: **Povrchová úprava, lepidlo, nátěrová hmota, stavebně-truhlářský výrobek, nátěrový film, odolnost,**

## **Abstract**

Title: **Surface finishing of wood construction with a short lifetime.**

Author: **Michal Suchý**

This diploma thesis deals with the design system of finishing of structural wood construction with a short lifetime and performing tests of physical and mechanical properties. The system of finishing is based on the used adhesives. Three different kinds of adhesives (UF, MUF, PVAc) were used to test. Tests were conducted by technical standards ČSN, EN, ISO and BS. The aim of the study was to determine the properties and durability of the proposed surface treatment and to evaluate the possibility of using it for practice. Tests were conducted: surface hardness, adhesion to substrates, resistance to scratching, to steam, cold liquid, falling steel ball, abrasion and attrition. Furthermore, the measured sheen, color changes and light fastness.

Keywords: **Surface finishing, adhesive, glue, wood construction, coating film, resistance**

## Obsah

1. Úvod .....	10
2. Cíl práce.....	12
3. Literární přehled .....	13
3.1. Povrchové úpravy dřeva.....	13
3.1.1. Složení NH.....	13
3.1.2. Druhy NH .....	15
3.1.3. Lazury .....	16
3.2. Požadavky na levné povrchové úpravy .....	17
3.3. Lepidla.....	18
3.3.1. Přilnavost lepidel .....	19
3.3.2. Vytvrzování lepidla.....	23
3.3.3. Složky lepidel .....	23
3.4. Druhy lepidel.....	24
3.4.1. Přírodní (organická) lepidla .....	24
3.4.2. Syntetická lepidla.....	24
3.4.3. Anorganická lepidla.....	31
3.5. Barviva a pigmenty .....	31
3.5.1. Barviva.....	31
3.5.2. Pigmenty .....	32
3.6. Degradace dřeva.....	34
3.6.1. Povětrnostní stárnutí .....	34
3.6.2. Voda.....	35
3.6.3. Sluneční záření.....	35
3.6.4. Atmosférická eroze povrchu dřeva .....	36
3.6.5. Chemická koroze dřeva .....	37
4. Použitá lepidla, pomůcky a zařízení.....	38

4.1.	Specifikace výchozích látek .....	38
4.1.1.	Lepidlo Kronocol U 300 .....	38
4.1.2.	Lepidlo Kronocol MUF 125 .....	38
4.1.3.	Tužidlo Krono ADD HS 300 .....	39
4.1.4.	Lepidlo Cascol 3326 .....	39
4.1.5.	Mořidlo Tonaxyl 7 .....	39
4.1.6.	Mořidlo Chromolanová žlut' GR 150 .....	40
4.1.7.	Pigmenty .....	40
4.1.8.	Hesse Hydro – Druckfarbe HD 6830-0804 .....	40
4.2.	Použité pomůcky a zařízení .....	40
5.	Metodika řešení .....	43
5.1.	Popis řešení PÚ .....	43
5.2.	Použité zkoušky .....	43
5.2.1.	Zkouška stanovení lesku podle ČSN 91 0273 .....	43
5.2.2.	Zkouška stanovení změny barevného odstínu podle ČSN 67 3068.....	44
5.2.3.	Zkouška stanovení světlostálosti podle ČSN 91 0282.....	45
5.2.4.	Stanovení tloušťky nátěrového filmu dle ČSN EN ISO 2808 .....	45
5.2.5.	Zkouška stanovení přilnavosti nátěru – mřížková zkouška podle ČSN ISO 2409 (67 3085).....	46
5.2.6.	Zkouška stanovení povrchové tvrdosti tužkami podle ČSN 67 3075.....	47
5.2.7.	Stanovení tvrdosti nátěru mikrotvrdoměrem podle ČSN 67 3074 přístrojem FL – 2000 H .....	48
5.2.8.	Zkouška stanovení odolnosti nátěru proti padající kuličce podle BS 3962: část 6 .....	48
5.2.9.	Zkouška stanovení odolnosti nátěru vůči vrypu podle BS 3962: část 6 ...	49
5.2.10.	Zkouška odolnosti nátěrového filmu proti působení studených kapalin podle ČSN EN 12 720 (91 0280).....	50
5.2.11.	Zkouška stanovení odolnosti proti působení páry .....	51

5.2.12.	Zkouška stanovení odolnosti nátěru proti otěru.....	52
5.2.13.	Zkouška stanovení odolnosti nátěru proti oděru podle ČSN 91 0276 .....	53
6.	Příprava a zhotovení vzorků pro hodnocení kvality povrchové úpravy.....	55
6.1.	Značení vzorků.....	55
6.2.	Příprava podkladového materiálu .....	55
6.3.	Příprava dokončovacích hmot.....	56
6.3.1.	Příprava barviv.....	56
6.3.2.	Zkouška reaktivity lepidla a barviv .....	56
6.3.3.	Příprava směsí.....	57
6.4.	Nanášení a lisování .....	59
7.	Výsledky laboratorních zkoušek .....	60
7.1.	Zkouška stanovení lesku podle ČSN 91 0273.....	60
7.2.	Zkouška stanovení změny barevného odstínu podle ČSN 67 3068.....	65
7.3.	Zkouška stanovení světlostálosti podle ČSN 91 0282.....	65
7.4.	Stanovení tloušťky nátěrového filmu dle ČSN EN ISO 2808 .....	68
7.5.	Zkouška stanovení přilnavosti nátěru – mřížková zkouška podle ČSN ISO 2409 (67 3085).....	68
7.6.	Zkouška stanovení povrchové tvrdosti tužkami podle ČSN EN ISO 15 184 .....	69
7.7.	Stanovení tvrdosti nátěru mikrotvrdoměrem podle ČSN 67 3074 přístrojem FL 2000 H.....	69
7.8.	Zkouška stanovení odolnosti nátěru proti padající kuličce podle BS 3962:část 6 .....	71
7.9.	Zkouška stanovení odolnosti nátěru vůči vrypu podle BS 3962:část 6 .....	71
7.10.	Zkouška odolnosti nátěrového filmu proti působení studených kapalin podle ČSN EN 12 720 (91 0280).....	72
7.11.	Zkouška stanovení odolnosti proti působení páry .....	72
7.12.	Zkouška stanovení odolnosti nátěru proti otěru .....	73
7.13.	Zkouška stanovení odolnosti nátěru proti oděru podle ČSN 91 0276.....	74



8.	Diskuze .....	75
9.	Zhodnocení přínosu pro praxi .....	81
10.	Závěr .....	82
11.	Summary .....	83
12.	Použitá literatura .....	84
13.	Seznam použitých zkratk .....	88
14.	Seznam tabulek .....	89
15.	Seznam obrázků .....	90
16.	Seznam příloh .....	91

# 1. Úvod

Povrchová úprava dřeva je jednou ze základních technologických operací při výrobě téměř všech dřevěných výrobků. Nezáleží na tom, zda jde o luxusní kus nábytku nebo obyčejnou tužku, povrchově upravené dřevo je mnohem lépe chráněno před povětrnostními i jinými vlivy a vhodnou povrchovou úpravou se významně prodlužuje životnost výrobku. Vlastnosti dřeva jsou v mnoha směrech úžasné, ale jakožto přírodní materiál je ho nutné chránit a pečovat o něj.

Povrchová úprava významně prodlužuje životnost jakýchkoli výrobků a navíc poskytuje přidanou hodnotu formou estetického působení. Ne nadarmo se tvrdí, že povrchová úprava prodává výrobek. Ale je také jednou z nejdražších a nejnáročnějších operací při výrobě, operací, která často způsobuje výrobcům problémy. To je způsobeno jednak samotnou PÚ, při jejíž výrobě může dojít k řadě defektů a jednak tím, že PÚ zvýrazní všechny předchozí vady na výrobku. Dle statistických údajů výrobců je například 75% reklamací na okna způsobeno právě povrchovou úpravou.

Ovšem existují i výrobky, které nevyžadují vysoké odolnosti povrchové úpravy nebo její estetické kvality, jde jen o to, aby bylo dřevo určitým způsobem po určité době v určitých podmínkách chráněno. Jedná se o různé pomocné a dočasné konstrukce, přepravní a balící prostředky, bednění a jiné předměty, které se opatřují minimálně náročnou povrchovou úpravou.

Tato práce se zabývá možností využití lepidel k povrchové úpravě výrobků, jež mají poměrně krátkou dobu životnosti, a tudíž nepotřebují tak vysoký stupeň ochrany ani takovou trvanlivost jako jiné exponované výrobky.

Největším nepřítelem veškerých dřevěných výrobků je voda a povětrnostní vlivy, díky jejich působení materiál degraduje, snižují se jeho vlastnosti a odolnosti vůči dalším škodlivým činitelům. Pakliže nedojde k obnově PÚ nebo není zajištěna konstrukční ochrana a dřevo je delší dobu vystaveno působení vody, povětrnosti a biotických činitelů, může dojít až k jeho úplné destrukci.

Možnost vytvoření povrchové úpravy už při výrobě velkoplošných materiálů je z technologického a ekonomického hlediska velmi zajímavá. Pro povrchové úpravy se nevyžívají pouze nátěrové hmoty, ale také lepidla, například při úpravě lamel do postelových roštů nebo v současnosti na PÚ betonářských bednění. V těchto případech se více méně jedná o funkční úpravu povrchu, zabraňující brzkému zničení výrobku. Ale možnosti využití jsou zajisté mnohem širší. Podobným systémem mohou být

upravovány a de facto i vytvářeny překližky sloužící k nejrůznějším účelům, obalové i určené k výrobě nábytku (například na záda skříní nebo dna zásuvek). Při použití vodovzdorných lepidel a vhodných podkladových materiálů mohou být takto upravovány exteriérové konstrukce jako stánky, lavičky, autobusové čekárny a jiné. V interiéru je možné vytvářet obložení, veletržní stánky nebo nábytek. Především se ale jedná o co nejnižší ekonomickou náročnost této úpravy a možnost její rychlé aplikace.

## **2. Cíl práce**

Cílem této diplomové práce je navrhnout systém dokončování povrchu stavebně-truhlářských výrobků s krátkou dobou životnosti. Práce se zabývá vytvořením technologicky a ekonomicky nenáročné povrchové úpravy na bázi lepidel a dále otestováním jejich fyzikálních a mechanických vlastností. Na základě výsledků laboratorních měření budou zhodnoceny možnosti použití navrhované povrchové úpravy pro praktické využití.

## 3. Literární přehled

### 3.1. Povrchové úpravy dřeva

Povrchová úprava dřeva patří k základním operacím při výrobě dřevařských výrobků. Existuje mnoho variant a možností jak dřevo povrchově upravit a tyto se navíc s postupujícím časem a vývojem zejména v oblasti chemického průmyslu a v neposlední řadě i díky různým legislativním změnám stále více rozšiřují a obměňují. Důvody, proč dřevo povrchově upravujeme, jsou nicméně již po tisíciletí stejné, jedná se o zvýšení trvanlivosti a odolnosti výrobku, o zvýšení jeho estetického působení, o usnadnění jeho údržby a někdy i o omezování emisí z podkladového ML. V tomto případě mluvíme o tzv. zábranném efektu. (*Liptáková, Sedliáčik 1989*)

V závislosti na druhu výrobku má pak každý z těchto bodů různou váhu a jejich vyvážením dostáváme optimální kombinaci vlastností pro daný výrobek.

Povrchově dřevo upravujeme bělením, mořením a barvením, to označujeme jako estetickou úpravu povrchu, který dále můžeme opatřovat ochrannou vrstvou pomocí olejů, vosků a různých druhů nátěrových hmot, což jsou úpravy prováděné tzv. mokrou cestou. Kromě nich existují i PÚ prováděné cestou suchou, tj. lisování laminátů a fólií na povrch konstrukční desky. (*Horák 1991*)

Nátěrových hmot používaných ve výrobě je velké množství druhů, každá má své jedinečné vlastnosti, složení a způsob použití, ale jejich princip je v zásadě obdobný.

#### 3.1.1. Složení NH

Nátěrové hmoty jsou látky tvořené těkavými a netěkavými složkami. Netěkavé složky jsou filmtvorné látky (vysychavé oleje, pryskyřice, deriváty celulózy), dále pak barviva, pigmenty, tvrdidla, zvláčňovadla, urychlovače a sušidla (sikativa), plniva, matovadla, aditiva, povrchově aktivní látky, pomocné látky.

Těkavé látky jsou rozpouštědla a ředidla. (*Liptáková, Sedliáčik 1989*)

Všechny NH představují poměrně složitou směs, kde každá složka ovlivňuje jejich vlastnosti a použití. Při formulaci (přípravě) nátěrových hmot se zohledňují technologické a aplikační problémy, ale nezapomíná se ani na problémy ekonomické (ekonomická dostupnost surovin, náklady na spotřebu energie apod.) a ekologické. (*Kalendová, Kalenda 2004*)

## **Filmotvorné látky, pojiva**

Hlavní složkou nátěrových hmot jsou filmotvorné látky. K přípravě NH se používají vysychavé oleje, přírodní, zušlechtěné i syntetické pryskyřice, deriváty celulózy, asfalty, deriváty kaučuku, bílkoviny a další přírodní materiály.

Záměrnou kombinací filmotvorných látek různého chemického složení je pak možné upravit výsledné vlastnosti NH (ve vztahu k nanášení, tvorbě filmu nebo vlastnostem PÚ). (*Liptáková Sedliačík 1989*)

## **Pigmenty, plniva a barviva**

Jedná se skupinu látek pro úpravu vzhledových a aplikačních vlastností NH.

**Pigmenty** jsou barevné prášky nerozpustné v pojivu nebo roztoku pojiva. Nátěrové hmotě dodávají požadovaný barevný odstín, krycí schopnost a některé další vlastnosti (např. antikorozi). Do nátěrových hmot se používají anorganické i organické pigmenty. Pigmenty ovlivňují fyzikální i chemické vlastnosti nátěru, prodlužují jeho životnost a odolnost podle toho, jak odrážejí, resp. pohlcují světelné záření (zejména UV), zvyšují stálost nátěru na světle a proti atmosférickým vlivům.

**Barviva** jsou látky rozpustné v pojivech a jejich roztocích. Nátěrovým hmotám dodávají požadovaný barevný odstín, ne však krycí schopnost.

**Plniva** upravují vlastnosti nátěrových hmot. Aplikují se ve formě prášku, většinou jsou anorganická (těživec, mastek, křída apod.), jsou nerozpustné v pojivu a v roztocích pojiv. Používají se společně s pigmenty. (*Liptáková, Sedliačík 1989*)

## **Změkčovadla**

Změkčovadla upravují vláčnost a tažnost filmu. Jsou syntetického nebo přírodního původu (ricinový olej, estery kyseliny citronové, chlorovaná změkčovadla a některé polymery). (*Liptáková, Sedliačík 1989*)

## **Aditiva**

Například antisedimentační prostředky, zahušťovadla, odpěňovače, sikativa, fotoiniciátory, UV stabilizátory a další látky upravující užité vlastnosti. (*Kalendová, Kalenda 2004*)

## Těkavé složky

Jedná se o rozpouštědla a ředidla, kterými se rozpouští pojiva při výrobě NH a upravuje jejich konzistence při aplikaci.

**Rozpouštědlo** je kapalina nebo směs kapalin, která se používá k rozpouštění filmotvorných látek. Účelem rozpouštědla je převést filmotvornou látku do formy vhodné pro vlastní použití, tj. do roztoku.

Rozeznáváme: . **pravá rozpouštědla** – sama o sobě rozpouštějí daný druh látky  
. **nepravá (latentní, reaktivní) rozpouštědla** – sama o sobě daný druh látky nerozpouštějí, ale jsou schopná ji rozpouštět ve směsi s pravými rozpouštědly, látka v nich však může nabobtnat

Pokud ale nedojde k odpaření rozpouštědla v počáteční fázi tvorby filmu, má to vliv na jeho tvrdost, pružnost a jiné vlastnosti. (*Kalendová, Kalenda 2004*)

Pro úpravu NH ve výrobě se používají **ředidla**.

Rozpouštědel a ředidel se týkají i další vlastnosti, jako rychlost odpařování, cena, hořlavost a v neposlední řadě také toxicita, jež je v současnosti stále více skloňována v návaznosti na znečištění životního prostředí.

Mnoho zemí schválilo zákony na ochranu životního prostředí. Tato legislativa intenzivně ovlivnila rozvoj průmyslu nátěrových hmot a ovlivnila dodavatele surovin na jedné straně a uživatele nátěrových hmot na straně druhé. V posledních letech byl v Severní Americe i v Evropě zaznamenán obrovský nárůst vodou ředitelných systémů na úkor rozpouštědlových nátěrových hmot. (*Lambourne, Strivens 1999*)

### 3.1.2. Druhy NH

Nátěrové hmoty můžeme rozdělovat podle mnoha vlastností (podle pořadí v nátěrovém systému, pigmentace, použití, ředidel, způsobu vytvrzování, způsobu nanášení, atd.). Jeden z nejdůležitějších způsobů dělení NH je podle druhu filmotvorné složky:

**Olejové NH:** Používají se lněné, tungové, ricinové, bavlníkové, talové a jiné oleje. Zasychají reakcí s  $O_2$  = autooxidace olejů, proces se urychluje sikativy.

**Nitrocelulóзовые NH:** Nitrocelulóza je ester celulózy, který se získává nitrací směsí kyseliny dusičné, sírové a vody. Rozlišujeme trinitrát se 14,14% dusíku, dinitrát s 11,11% dusíku a mononitrát se 6,7% dusíku. Nitrocelulóza řady E je rozpustná

v esterech a nitrocelulóza řady A je rozpustná v alkoholech. Jejich největším problémem je vysoký obsah organických rozpouštědel. (*Muzikář 2010*)

**Kyselinou tvrditelné NH:** Filmotvorná složka je močovinoformaldehydová pryskyřice s přísávkem jiných alkydových pryskyřic, po odpaření rozpouštědla dojde k chemické reakci (polykondenzaci) s tvrdidlem.

**Polyesterové NH:** Tyto NH jsou vícekomponentní. Skládají se z vlastní NH, iniciátoru a urychlovače. Jsou velice kvalitní, leští se na vysoký lesk. Rozpouštědlem je styren.

**Polyuretanové NH:** Jsou jedno nebo dvousložkové, rozpouštědlové i vodou ředitelné. Mají velmi dobré vlastnosti a odolnosti.

**Syntetické NH:** Skládají se z alkydových pryskyřic modifikovaných oleji. Podle modifikace vytvářejí oxidačně, chemicky nebo fyzikálně zasychají. Oxidačně a chemicky tuhnutí jsou odolnější, ale vytváření je pomalejší.

**Lihové NH:** Zejména směsi přírodních pryskyřic jako šelak nebo kopál, popřípadě deriváty celulózy rozpustné v etanolu. (*Horák 1991*)

**Vodou ředitelné NH:** Existuje jich několik druhů. *NH na bázi akrylátových disperzí – fyzikálně zasychající. Obsahující polymery PUR pojiv s adovanými bočními řetězci hydrofilních skupin – fyzikálně-chemicky vytvářející bez přísávku tužidla (samosíťující). Dvousložkové, které se vyznačují zlepšenou odolností, zejména mechanickou a rovněž dobrou izolační funkcí vůči tříslovinám - fyzikálně-chemicky vytvářející s přísávkem tužidla. Vytvářené UV zářením, a to 1-komponentní a 2-komponentní.* (*Tesařová 2007*)

### **Nejčastěji používané nátěrové hmoty**

- *Vodou ředitelné nátěrové hmoty*
- *Akrylátové nátěrové hmoty*
- *UV tvrditelné nátěrové hmoty*
- *Polyuretanové nátěrové hmoty*
- *Nitrocelulóžové nátěrové hmoty*
- *Polyesterové nátěrové hmoty*

### **3.1.3. Lazury**

Nátěrové hmoty, které stojí na pomezí mezi barvami a laky. Obsahují určité množství barevných složek (mohou být i úplně transparentní) a díky tomu poskytují materiálu větší ochranu zejména před degradací slunečním zářením. Nezakrývají texturu



dřeva. Dále často obsahují i různé ochranné prostředky proti biotickým škůdcům. Většinou obsahují pojiva na bázi oxidačně schnoucích alkydových pryskyřic, olejů, vosků i vodou ředitelných akrylátů. Obsah pevných částí je nízký 20 – 25% u tenkovrstvých a 35 – 40% u silnovrstvých lazur. Díky tomu je ochranný film dost tenký, aby propustil vodní páru ven ze dřeva, ale dost silný, aby zabránil kapalně vodě se do něj vsáknout.

**Tenkovrstvé lazury** mají nízkou viskozitu, pronikají do struktury dřeva a impregnují ho. Ochranná vrstva je de facto vsáknutá v povrchu dřeva. Tyto lazury mohou být „samosprašné“, což znamená, že se při stárnutí mění v prach a díky tomu je usnadněná obnova nátěru. Tloušťka vrstvy po třech nánosech se pohybuje mezi 15 a 25  $\mu\text{m}$ .

**Silnovrstvé lazury** vytváří vrstvu (též po třech nánosech) minimálně 60  $\mu\text{m}$ . Povrch dřeva je „uzavřený“ filmem a dílce opatřené tímto nátěrem jsou rozměrově stabilnější, neboť pronikání par do dřeva a ven je pomalejší. Tyto lazury jsou odolnější vůči působení povětrnosti, ale jejich obnova již není tak snadná jako u tenkovrstvých, protože nesprašují.

Výhodné je použití lazur na stavebně-truhlářské výrobky jako okna nebo dveře. Při použití dvou druhů lazur se aplikuje silnovrstvá do interiéru (snižuje pohlcování vodních par z interiéru) a středněvrstvá (příznivé vlastnosti jako tenkovrstvá, ale větší množství sušiny) do exteriéru neboť sprašuje a snadněji se obnovuje. (*Nutsh 2006*)

### **3.2. Požadavky na levné povrchové úpravy**

Pakliže budeme hledat nějaké konkrétní požadavky na levné a nenáročné povrchové úpravy například v technických normách, zjistíme, že v nich požadavky na tyto povrchové úpravy nejsou stanoveny. Ovšem na základě odborných znalostí jsme schopni mnoho požadavků určit i bez nich. Základem je uvědomit si k jakému účelu bude povrchová úprava využívána. Existuje celá řada možností, kde by se dalo využít PÚ, která by sice nesplňovala předepsané požadavky norem, ale k danému účelu by byla dostačující. Může se jednat o použití na přepravní obaly, různé pomocné nebo dočasné konstrukce, betonářská bednění, veletržní stánky a přepážky, „neviditelné“ části nábytku jako například záda skříní nebo obložení.

Tato práce se zabývá možností využití lepidel při dokončování výrobků s krátkou životností. Důležitým požadavkem na levnou povrchovou úpravu je rychlost jejího dokončování, neboť čím je vyšší, tím nižší jsou výrobní náklady. Tomuto požadavku zcela odpovídá navrhovaný způsob nanášení a vytvrzování NH pomocí

nanášeček lepidel a vyhřívaných lisů. Tento systém není novinkou a v současnosti se ho využívá při výrobě postelových lamel. Obdobný postup by se potom dal použít i při výrobě překližek, které by se mohly rovnou ve výrobě opatřovat vrstvou PÚ. Pevnost těchto desek by se musela odzkoušet, ale i v současné době se využívá obarvování lepidel při dýhování, například k omezení prosvítání podkladu a pevnost spojení dýhy a desky je dostatečná. V závislosti na použitém lepidle by se mohly vyrábět i výrobky určené k použití do exteriéru a to i k dlouhotrvajícímu, jako jsou například lavičky nebo autobusové čekárny.

Využití na výrobky z deskových materiálů je velmi široké a od toho se samozřejmě odvíjejí požadované vlastnosti. Pro výrobky umístěné do interiéru, jako je například obložení, budou důležité jeho optické vlastnosti jako lesk a barva a dále odolnost proti studeným kapalinám a oděru. U betonářského bednění se taktéž zaměříme na barvu, ale spíš z praktického výstražného hlediska než estetických důvodů a vlastnosti jako tvrdost nebo otěr nebudou hrát takový vliv, naproti tomu bude důležitá odolnost proti působení vody.

Výhodou je, že na trhu existuje celá řada lepidel a v závislosti na funkci výrobku si můžeme vybrat to s požadovanou kvalitou podle náročnosti využití. Vzhledem k tomu, že se tímto tématem, jak je zmíněno výše, nezabývají technické normy, musíme si sami definovat požadavky na tyto PÚ.

Lze tvrdit, že na optické vlastnosti mají hlavní vliv použítá barviva a pigmenty, na fyzikální a mechanické vlastnosti použítá lepidla. Obě složky se samozřejmě určitým způsobem ovlivňují, ale vzhledem k velkému množství barviv a pigmentů a velkému množství lepidel nelze bez zkoušek na konkrétních vzorcích určovat výsledné vlastnosti.

Dalším požadavkem na jednoduché povrchové úpravy je jejich jednoduchá a rychlá aplikace, která velmi zefektivňuje výrobu. V současnosti je velký boom UV vytvrzovaných NH, ovšem tyto jsou poměrně drahé a finanční náklady na zařízení jsou také vysoké. Dokončování konstrukčních desek povrchovou úpravou při lisování se osvědčilo při aplikaci laminátů a fólií a z technologického hlediska je velmi výhodné i pro tento druh povrchové úpravy.

### **3.3. Lepidla**

V této práci se zabývám dokončováním povrchu pomocí lepidel. Lepidla jsou koloidní roztoky (koloidní roztoky se skládají se z velmi malých částic (1–1000 nm), které se nerozpouštějí jako u homogenních roztoků (*Eisner 1966*)) makromolekulárních

látek, určené především ke spojování materiálů, z chemického hlediska jsou příbuzná nátěrovým hmotám a díky tomu jich lze využít i k tomuto účelu.

Lepidlo je dále dle EN 923+A1 definováno jako *Nekovová látka schopná spojovat materiály slepením povrchů – adhezí s tím, že lepený spoj disponuje potřebnou vnitřní pevností – kohezí.* (Eisner 1966)

Spojovaný předmět (podklad) se nazývá *adherent* nebo *substrát* a *lepidlo* – *adhezivum*, (Sedliáčik 1989)

### 3.3.1. Přílnavost lepidel

Teorií o přílnavosti lepidel je velmi mnoho, ovšem pokud na ně nahlédneme samostatně, má každá určité mezery, jež nelze uspokojivě vysvětlit. Až v kombinaci mezi sebou dochází k ucelenějšímu obrazu.

Na správné funkci lepidel se nejvíce podílejí tyto složky:

- adheze
- mezimolekulární síly
- koheze
- smáčení povrchu tuhých látek (Sedliáčik 1989, Eisner 1966)

#### Adheze

Vzájemná přílnavost různorodého materiálu (lepidlo+materiál). Největší podíl na ni mají makromolekulární síly. Mechanická adheze, tj. lepidlo, které zateče do nerovností a pórů povrchu a vytvoří drobné kolíčky má na celkovou pevnost vliv asi 10 - 30%.

Pro nedostatečnou komplexnost vznikly další různé názory zahrnuté do tzv. *specifické teorie adheze*, kterou rozdělujeme na:

- Teorii polarity
- Elektrostatickou teorii
- Teorii difuze
- Teorii adsorpce
- Teorii chemické vazby
- Sterickou adhezi (Liptáková, Sedliáčik 1989)

## Teorie polarity

Teorie se zakládá na takzvaných makromolekulárních silách. Hmota se skládá z atomů a molekul. Atomy jsou spojeny v molekuly primárními (chemickými) přitažlivými silami. Rozlišujeme chemické vazby iontové (elektrokovalentní), kovalentní a kovové. Jde o velmi silné a mimořádně odolné vazby. Molekuly jsou k sobě přitahovány slabšími sekundárními (fyzikálními) přitažlivými silami, jsou to tzv. *Van der Waalsovy síly*. Příčinou vzniku sekundárních sil je existence tří různých forem energie, a to:

- Keesomovy síly (E vyvolaná polárními skupinami)
- Debyeovy síly (indukční E vznikající vlivem dipólu)
- Londonovy síly (disperzní E vznikající účinkem sil závislých na frekvenci)

Při velmi těsném přiblížení molekul lepidla a lepeného materiálu vznikají mezi nimi tyto sekundární síly. Pro jejich vznik je však nutné velmi těsné přiblížení, tj. vyvinutí dostatečného tlaku na lepený spoj. Tyto síly se podílejí největší měrou na adhezi.

Jako speciální případ interakce mezi dipóly je možné označit *vodíkové můstky*. Jde tu o kovalentně vázaný vodík na elektronegativní atomy, nejčastěji kyslík, a to buď intermolekulárně, jak účinkují mezi molekulami anebo intramolekulárně, jak spojují atomové skupiny vevnitř molekul. Vodíkové můstky tvoří silnější vazby než Van der Waalsovy síly. (*Liptáková, Sedliáčik 1989, Eisner 1966, Sedliáčik J. 2007*)

Ne všechny poznatky při studiu adheze můžeme vysvětlit polarizační teorií. Nedají se např. vysvětlit adhezní jevy nepolárními látkami a nepotvrdil se předpoklad, podle kterého se mohou lepit polární substráty polárním lepidlem a nepolární jen nepolárním lepidlem. (*Sedliáčik 1989*)

## Elektrostatická teorie

V roce 1949 publikoval B. V. Derjagin a N. A. Krotovová teorii o elektrostatickém působení mezi lepidlem a lepeným materiálem. Adheze se tu vysvětluje elektrostatickými přitažlivými silami. Bylo pozorováno, že při odtrhnutí lepidlového filmu od substrátu vznikají elektrické výboje. Vysvětluje se to tím, že systém lepidlo – substrát vytváří kondenzátoru podobný dvojrstvý systém. Při odtrhnutí lepidlového filmu vzniká rozdíl v napětí, který vede k výboji. Vliv elektrostatických nábojů na adhezi však nebyl dostatečně dokázán. Je možné, že se náboje vytváří jen v momentě odtrhnutí – při vzniku tření. (*Liptáková, Sedliáčik, 1989*)

## Teorie difuze

Tato teorie se zakládá na fyzikálně-chemickém jevu Brownova pohybu, ovšem na mikro úrovni. Říká, že molekuly migrují ze spoje do adherentu a naopak. Teorie však předpokládá že:

- polymerní molekuly anebo jejich části difundují z adheziva do substrátu anebo navzájem mezi sebou;
- makromolekuly anebo jejich části musí mít dostatečnou pohyblivost

Experimentální zkoušky potvrdily platnost této teorie v určitých hranicích. Přitom byly dokázány některé vztahy mezi mírou adheze a časem, tlakem a teplotou:

- velikost adheze se zvyšuje s časem kontaktu;
- zvýšení tlaku zvětšuje dotykovou plochu, a tím i množství difundujících molekul;
- zvýšením teploty stoupá rychlost difuze, a tím i pevnost;
- malé molekuly difundují sice rychleji, ale poskytují jen malé pevnosti adheze;
- rozvětvené molekuly a krystalizace ztěžují difuzi, a proto snižují adhezi;
- plastifikátory mají kladný vliv na podporu difuze, jejich množství však musí být omezené. (*Feldman, Barblata 1996, Drápela 1980*)

## Teorie adsorpce

Adsorpce je definována jako zvýšená koncentrace na fázovém rozhraní účinků nevyvážených sil v povrchu. Je založena na úvahách *Sharpea, Schonhorna a Zismana* o termodynamice. Látka, na povrchu které adsorpce probíhá, se nazývá *adsorbent*, látka adsorbovaná na adsorbentu se nazývá *adsorbát*. Podle charakteru sil, které působí mezi adsorbentem a adsorbovanou látkou, rozlišujeme tři druhy adsorpce:

- fyzikální adsorpce
- polární adsorpce
- chemická adsorpce (*Feldman, Barblata 1996, Drápela 1980*)

## Teorie chemické vazby

Existují i představy o vzniku chemických (primárních) vazeb mezi lepidlem a substrátem. Známá je reakce nízkomolekulárních meziproductů močoviny a melaminových lepidel se skupinami OH, teda i se skupinami OH polysacharidů dřeva. (*Liptáková, Sedliačik 1989*)

## **Sterická adheze**

Vychází ze starších poznatků Staudingera a Cramera, podle kterých polyetylen roztavený teplem při lisování vniká do submikroskopických prostor buněčné struktury dřeva; přitom po ztuhnutí ochlazením vzniká inkluzní spojení, tedy bez účinku primárních anebo sekundárních vazeb. (*Liptáková, Sedliačik 1989*)

Je patrné, že adheze není jednoduchý proces a nelze ji vysvětlit jen jednou teorií. Skládá se z komplexu fyzikálně-chemických procesů. Všechny teorie se shodují např. v tom, že se molekuly lepidla a substrátu musí dostatečně přiblížit, aby mezi nimi vznikla adheze. Proto lepidlo musí být kapalné anebo alespoň v okamžiku lepení plastické. Dále musí dostatečně smáčet povrch a být v kapalném skupenství určitý čas ve spáře, aby mohly začít působit adhezivní síly.

Adhezi výrazně ovlivňuje velikost molekul lepidla. Se zvětšováním relativní molekulové hmotnosti se zvyšuje koheze lepidla. Relativní molekulová hmotnost nesmí překročit určitou hranici, protože se zmenšuje pohyblivost molekul a zhoršuje se orientace dipólů nebo se omezuje difuze nepolárních látek.

Pokud jde o velikost nánosu lepidla, teoreticky by stačila molekulární vrstva s velikostí 1 až 100 nm. Zvýšený tlak, teplota a lisovací čas zlepšují adhezi, protože jejich účinkem se zvyšuje orientace molekul lepidla. (*Liptáková, Sedliačik 1989, Feldman, Barblata 1996, Drápela 1980*)

## **Koheze**

Vnitřní molekulární soudržnost téhož materiálu. Síla koheze závisí především na velikosti struktury makromolekuly lepidla. Koheze lepidla v lepeném spoji musí být vyšší než koheze lepeného materiálu - při zkoušce pevnosti nesmí dojít k prasknutí ve spáře. (*Eisner 1966*)

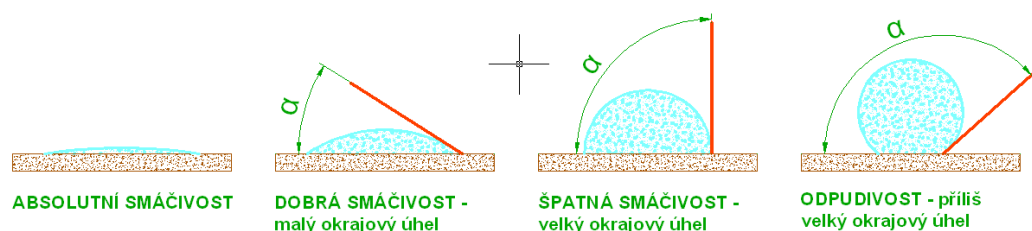
## **Smáčení povrchu tuhých látek kapalinami**

Smáčivost povrchu výrazně ovlivňuje adhezi. Vyjadřuje schopnost kapky roztéct se, je ovlivněna přitažlivými a odpudivými silami. Smáčivost pevného povrchu tekutým lepidlem indikuje krajový úhel, který svírá okraj kapky lepidla s materiálem, a souvisí tedy s povrchovou energií obou látek. Pakliže má lepidlo menší povrchovou  $E$  než je kritická povrchová  $E$  lepené látky, lepidlo smáčí povrch. Nejvyšší povrchovou energii má voda, proto v případě, že voda smáčí povrch ML, můžeme tvrdit, že jej bude smáčet

i většina jiných kapalin včetně lepidel. Některé termoplastické polymery mají velmi nízkou povrchovou energii, a přesto se dají těžce lepit, jako např. polyetylen.

Z výzkumů vyplývá, že povrchová E má na lepení větší vliv než např. polarita. (Sedliačik, J. 2007)

Okrajový úhel  $\alpha$ , který svírá kapalina s pevným povrchem, by měl být minimální. Stupeň smáčení je určován působením přitažlivých a odpuzujících sil mezi kapalinou (*lepidlem*) a povrchem materiálu. (Feldman, Barblata 1996, Drápela 1980; Sedliačik J. 2004)



Obrázek 1 - Smáčivost tuhých látek kapalinami (Zdroj: autor)

### 3.3.2. Vytvrzování lepidla

V závislosti na chemickém složení, lepidla vytvrzují buď chemickou reakcí nebo fyzikálně. Fyzikální zasychání probíhá na principu pohlcování rozpouštědla, resp. disperzního prostředí substrátem, často i jeho vypařováním, což předpokládá určitou pórovitost alespoň jedné z lepených částí. Při chemickém vytvrzování dochází vlivem reakcí jako polyadice nebo polykondenzace ke vzniku nových vazeb mezi molekulami a tím k zesíťování a vytvrnutí lepidla. Při vytvrzování přechází lepidla z kapalného skupenství – solu – do tuhého skupenství – gelu. (Liptáková, Sedliačik 1989)

### 3.3.3. Složky lepidel

**Filmotvorná složka, pojiva:** makromolekulární l. do tekutého stavu přivedeny vodou nebo organickými rozpouštědly. Jsou v nich rozpuštěny nebo dispergovány do koloidního stavu. Hustota se upravuje vhodnými ředidly.

**Nastavovadla, plniva: Plniva** - kaolín, dřevitá moučka, křída

**Nastavovadla** - mouky, škroby (mazovatí a mají lepivý účinek - prodlužují vytvrzování), zvyšují viskozitu (vnitřní tření kapalin), zamezují prosakování skrz dýhu, omezují smršťování při tuhnutí, snižují cenu. Pokud obsah nepřesáhne 20%, nemají negativní vliv.

**Tvrdidla, retardéry:** většina polykondenzačních a polyadičních lepidel vyžaduje přísadu tvrdidel. Močovinoformaldehydová - vytvrzují kyselě, přidavkem amonných solí – (chlorid amonný  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ), fenolická - silně kyselě organickými nebo anorganickými kyselinami nebo jejich solemi (para-toluensulfonová kyselina), resorcinolová lepidla (paraformaldehyd), epoxidová - přidáním polyamidů. Životnost směsí s tvrdidlem je 4 – 6 hodin. V letních měsících se přidávají retardéry, které zpomalují reakci tvrdnutí. Přidávají se v množství 0,5 - 1% objemu směsi (vodný roztok amoniaku, hexametilentetramin). Tvrdidla se přidávají v množství 1 - 4% před nanášením.

**Zpěňovadla:** zvětšují objem 2 - 3krát. K. Eisner v *Příručce lepení* uvádí 3 – 4krát. Lepená spára je díky tomu tenčí, lepidlo méně prosakuje do dřeva, zpěňují šleháním - zpěňovací přípravky: Dubarol, Saponal. Jsou určena jen pro lepidla tuhnoucí za horka. (Horák 1991)

### **3.4. Druhy lepidel**

#### **3.4.1. Přírodní (organická) lepidla**

##### **Lepidla rostlinného původu**

Jedná se lepidla vyrobená z přírodních látek, jako jsou mouky, škroby, dextryny, pektiny, algináty, rostlinné bílkoviny, gumy, přírodní pryskyřice, deriváty celulózy, přírodní kaučuk.

##### **Lepidla živočišného původu**

Lepidla vyráběná z kůže, kostí nebo mléka. Glutinové, albuminové, kaseinové nebo rybí klihy, želatina nebo vejce.

#### **3.4.2. Syntetická lepidla**

Vyrábějí se od roku 1930. Tvoří nejvýznamnější skupinu lepidel v dřevozpracujícím průmyslu. Syntetická lepidla předstihují lepidla z přirozených surovin svými lepšími vlastnostmi, jako jsou pevnosti spojů, tepelná, chemická a biologická odolnost, odolnost proti vlhkosti apod. (Eisner 1966)

Jedná se o lepidla: **Reaktoplastická**  
**Termoplastická**  
**Rozpouštědlová**



## Reaktoplastická:

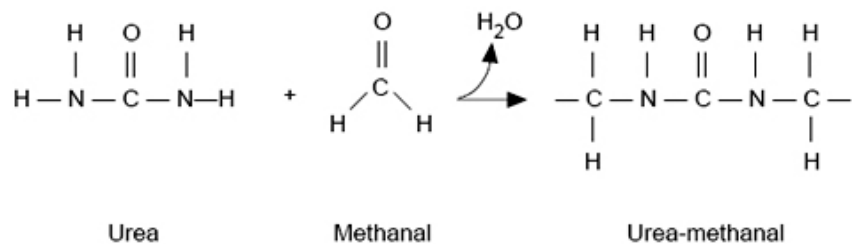
Těž termoreaktivní. Tyto lepidla vytvrzují chemickou reakcí většinou za spolupůsobení katalyzátorů a po vytvrnutí je nelze vrátit zpět do plastického stavu. (Drápela 1980)

## Močovinoformaldehydová (UF)

Jsou nejrozšířenějšími lepidly používanými v nábytkářské výrobě. Tato lepidla jsou cenově dostupná, mají dlouhou otevřenou dobu (až 30 minut), mají poměrně krátké vytvrzovací časy, dají se strojně nanášet, lepené spáry jsou bezbarvé a spoje jsou z části vodovzdorné.

Vznikají polykondenzací močoviny a formaldehydu v molárním poměru 1:2. Takto vytvořené pryskyřice mají nejvyšší reaktivitu a jsou zpracovatelné i za normální teploty. V současné době se míchají i v molárním poměru U:F = 1 : 0,98 – 1,18 – 2 kvůli snížení emitování volného formaldehydu. Tyto lepidla jsou dvousložková, tj. zpracovávají se vždy s přídavkem tvrdidel.

Při reakci močoviny s formaldehydem v molovém poměru 1:1 vzniká monometylol močovina. Tato reakce probíhá v neutrálním nebo slabě zásaditém prostředí. Pakliže se molový poměr zvýší, vzniká di nebo trimetylol močovina. Metylolmočoviny jsou poměrně nestálé a podléhají kondenzaci. Reakce je silně ovlivňována hodnotou pH, v kyselém prostředí vznikají pryskyřičnaté produkty (vzniká metylénová vazba –CH<sub>2</sub>–), v zásaditém metylolové sloučeniny. Při reakci se uvolňuje voda nebo voda a formaldehyd. Při pH pod 5 je rychlost polykondenzace vysoká.



Obrázek 2 - Rovnice vzniku monomeru UF (Zdroj Nuffield)

Produkty RCE jsou dále schopné reagovat s formaldehydem za vzniku nových metylolových skupin. Zesíťovaná makromolekula vytvrzené pryskyřice vzniká reakcí metylolových skupin navzájem nebo metylolových skupin s vodíkem skupiny –NH–. Ve vytvrzené pryskyřici zůstávají uzavřené nezreagované metylolové skupiny, které

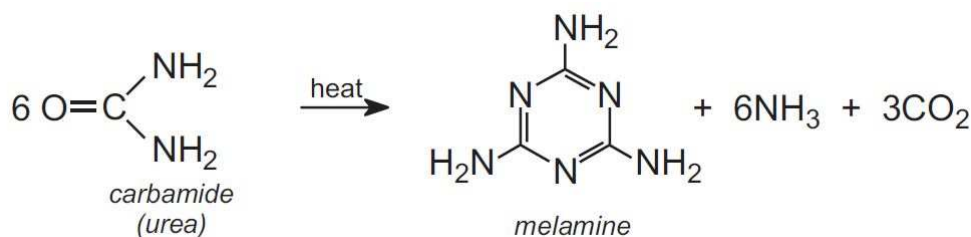


## Melaminformaldehydová (MF)

Jsou zdravotně nezávadná, používají se tam, kde dílec přichází do styku s potravinami - například se používají k lepení kuchyňského nábytku. Vlastnostmi se blíží lepidlům fenolformaldehydovým, ale nezbarvují spáru. Jsou vodovzdorná, vytvrzují za horka při asi 100°C bez tvrdidel přibližně 5 minut. Chemickým složením jsou podobná močovinoformaldehydovým. Jejich značnou nevýhodou je vyšší cena, což vede k výrobě kombinovaných směsných močovino-melaminformaldehydových lepidel.

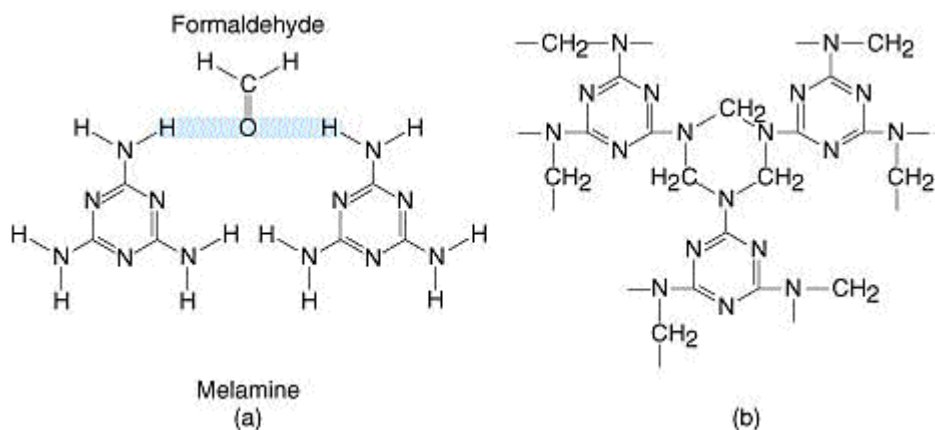
Vyrábějí se reakcí melaminu a formaldehydu při molárním poměru základních složek 1:3 a teplotě mezi 70 a 90°C, pH 8. (*Eisner 1966*)

Samotný melamin se vyrábí z močoviny nebo z průmyslového vápna  $\text{CaCN}_2$  za studena reakcí s vodou. Při reakci, vzniká reaktivní kyanamid a následně dikyanamid, ze kterého zahříváním na 225 – 350°C (přímo nebo v kapalném amoniaku) vzniká melamin. Podle umístění  $\text{NH}_2$  na jádře rozlišujeme 2, 4, 6 triamin a 1, 3, 5 triazin.



Obrázek 4 - rovnice vzniku melaminu z močoviny (Zdroj Essential chemical industry.org)

Při reakci s formaldehydem se tento váže na skupinu  $\text{NH}_2$  a vzniká tak mono až hexametylenmelamin. Dalším zahříváním roztoku melaminu a formaldehydu nebo melaminových derivátů vznikají polykondenzáty melaminformaldehydových pryskyřic. Ty jsou zpočátku rozpustné ve vodě, ale jejich rozpustnost se růstem makromolekul snižuje, stávají se nerozpustnými a vypadávají z roztoku.



Obrázek 5 - rovnice vzniku melaminformaldehydu (Zdroj Prenhall.com)

Vytvrzování MF lepidel probíhá v neutrálním nebo slabě kyselém prostředí při teplotě 130 – 140°C bez tvrdidel. (Liptáková, Sedláčik 1989)

Vhodná mísitelnost směsí s vodou je v poměru 1:2 až 1:3. Životnost je poměrně nízká – cca 2 týdny, poté ztuhne v bílou hmotu, která se musí zahřát na 75°C aby zkapalněla. Při poměru 1:6 je to dokonce 1-2 dny, proto se vyrábějí také v práškové formě, která je vhodná pro dlouhodobé skladování – v uzavřených obalech cca 6 měsíců.

Použití melaminových lepidel je zejména z cenových důvodů omezeno na ty případy, kdy je požadována zdravotní nezávadnost, bezbarvost spoje a odolnost proti vodě. (Eisner 1966)

### Melaminmočovinoformaldehydová lepidla (MUF)

Vyrábějí se reakcí formaldehydu s močovinou a melaminem, případně smísením UF lepidla s MF lepidlem. Důležitými parametry jsou obsah melaminu a molární poměr formaldehydu k aminoskupinám. Obsah melaminu je nastaven podle požadované třídy klimatické odolnosti výrobku. Molární poměr má vliv i na aplikační podmínky, zejména na teplotu a čas vytvrzení lepidla. Omezená skladovatelnost MUF lepidel mívá za následek, že bývá zpracováno na výrobky určené do interiéru, což je značně neekonomické. Zde se naskýtá řešení možnosti fortifikace UF lepidel pomocí práškového MF lepidla. Dnes jsou MUF lepidla vyráběná ve větším množství než lepidla MF z důvodu relativně vysokých nákladů na melamin. Jejich vývoj pokročil do té míry, že často není rozdíl v lepivosti a oblasti použití mezi MUF a MF lepidlem. (Šudřich 2011)

## **Další reaktoplastická lepidla**

**Fenolformaldehydová (PF):** jsou vodovzdorná a zdraví škodlivá. Tvrdnou za studena i za tepla a jsou kyselá, protože jako katalyzátor se používají kyseliny. Dělí se na tekutá a na fólie. Tekutá se používají při výrobě sportovních potřeb, zahradního nábytku, vodovzdorných překližek atd. Fólie se používají například při výrobě leteckých překližek, neboť lepidlo neprosakuje skrz dýhu.

**Fenolresorcinformaldehydová (FR):** patří mezi nejlepší vodovzdorná lepidla. Tvrdnou za studena přidáním 1,5 hmotnostního dílu paraformaldehydu na 10 dílů lepidla. Nepoškozují dřevo ani kování, jsou neutrální. Používají se na lepení lamelových nosníků nebo střešních vazníků.

**Epoxidová:** zejména k lepení kovů, skla porcelánu.... Na lepení dřeva se téměř nepoužívají, protože jsou drahá. Tuhnou za tepla i studena přidáním tvrdidla, jsou vysoce houževnatá a lze do nich přidávat plniva až do 40% hmotnosti lepidla.

**Polyuretanová:** jedno nebo dvousložková. Jednosložková jsou tavná a dvousložková reaktoplastická. Používají se například k lepení sportovních potřeb, při lepení dvou různorodých materiálů, k lepení DTD i na výrobky do exteriéru. (*Eisner 1966*)

Dále například lepidla fenolkresolformaldehydová, rezorcinformaldehydová, xylenolformaldehydová, polyesterová nebo izokyanátová. (*Eisner 1966*)

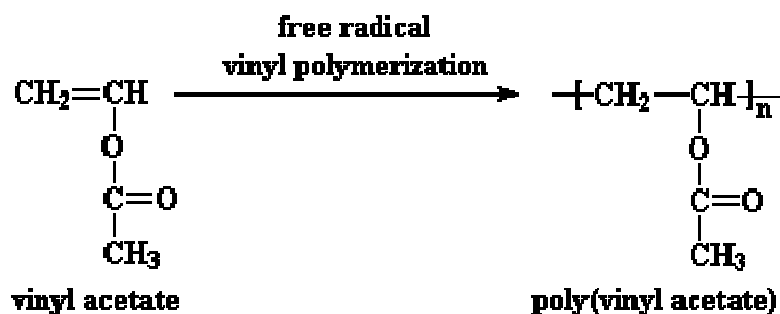
## **Termoplastická**

Nedochází u nich k chemické reakci nýbrž pouze ke změně fyzikálních vlastností. Lepidla lze pomocí tepla vrátit do plastického stavu, přičemž se tento proces může mnohokrát opakovat. (*Drápela 1980*)

## **Disperzní polyvinylacetátová (PVAc)**

Polyvinylacetát se na trh dodává jako prášek nebo transparentní hmota, ve formě roztoků v organických rozpouštědlech nebo jako latex. PVAc je poměrně stálý i za vyšších teplot, odolává olejům, petroleji a etherům, rozpouští se v alkoholech, ketonech, chlorovaných a aromatických uhlovodících. Polymery s nižší střední molekulovou hmotností mohou absorbovat až 20% vody. (*Ducháček 2011*)

Tyto látky vznikají polymerizací monomerů. Při reakci nevznikají vedlejší reakční zplodiny jako je to při polykondenzačních reakcích.



Obrázek 6 - Rovnice vzniku PVAc (Zdroj Pslc.ws)

Jsou to vodné disperze, používají se na montážní i konstrukční lepení, lze s nimi lepit za normální i zvýšené teploty. Bez používání katalyzátorů. Dávají pevné a pružné lepené spoje, odolnost proti teplu mají přibližně do 50°C a jsou zdravotně nezávadná (obsahují plastifikátory jako dibutylftalát nebo trikrezilfosfát, které jsou fyziologicky škodlivé, ovšem přidává se jich méně jak 5 %).

Vytvrzují difundováním (vsakováním) vody do dřeva, proto není vhodné lepit ani příliš suché, ani příliš vlhké dřevo. U suchého dochází k rychlému pohlcování vody a snížení smáčivosti, u vlhkého se prodlužuje interval vytvrzování. Optimální vlhkost je 8 – 10%. Lepený spoj má asi 70% pevnost už 20 minut po slepení.

Kvalita lepení PVAc disperzí je významně závislá na teplotě prostředí a materiálu. Vzhledem k tomu, že se jedná o lepidla na bázi vody, musí se dbát určitých zásad při jejich skladování a používání a neměly by se nikdy dostat do teplot nižších jak 0°C. Přemrzlé lepidlo již není schopno vytvořit kvalitní spoj. Ředěním PVAc disperzí vodou dochází ke zvýšení hodnoty pH a zároveň se zvyšuje i minimální filmotvorná teplota. Kyselost je možné upravit přidávkem látek jako NH<sub>4</sub>Cl, kyselina šťavelová nebo octová. Hodnota pH by neměla být nižší jak 3.

Lepidla lze modifikovat přidáním aditiv pro zvýšení teplotní odolnosti (až do 150°C) nebo odolnosti proti vlhkosti. (Třídy odolnosti dle EN 204 jsou D1 – D4). (Sedliačik 1992, Nutsch 2006, Sedliačik J. 2005).

### Další termoplastická lepidla

Lepidla ethylvinylacetátová, polyvinylchloridová, polyakrylátová, polyamidová, polyuretanová, tavná a na bázi syntetického kaučuku. (Eisner 1966)

U lepení vodnými lepidly si musíme dávat pozor na vhodnou vlhkost lepených materiálů. Nízká vlhkost snižuje smáčivost lepidla, klesá tím otevřená doba a spoj je méně kvalitní. Vysoká vlhkost naopak prodlužuje vytvrzování lepidla, samozřejmě je

toto závislé především na druhu lepidla, pro kontaktní nebo tavná lepidla bude větší problém představovat vysoká než nízká vlhkost. Vytvrzování probíhá tím rychleji čím je vlhkost dřeva nižší.

### 3.4.3. Anorganická lepidla

minerální pojiva jako vodní sklo, sádra, cement - používají se na výrobu deskových materiálů jako jsou sádrotřískové nebo vláknité desky, pilinobeton, desky typu „heraklit“ a jiné.

## 3.5. Barviva a pigmenty

### 3.5.1. Barviva

Barviva jsou látky dodávající nátěrové hmotě požadovaný barevný odstín. Rozpouštějí se ve filmotvorné složce a díky tomu dochází k jejich dokonalému rozptýlení v NH. Dodávají NH transparentní charakter, neboť nezakrývají texturu.

Člověk nejprve používal různé minerální pigmenty (okry, hlinky atp.) a později začal využívat i přírodních barviv získávaných zejména z rostlin. Často se používaly barviva ke zkrášlování oděvů z vlny, bavlny nebo lnu, používaly se extrakty z kořenů mořeny barvířské, indigo nebo kůra dubu. Ze středomořských měkkýšů byl získáván purpur, bylo využíváno i barviv z šafránu a v Indii dokonce byla získávána indická žlut z moči krav krmených mangem. (*Zahradník 1986*)

Syntetická barviva se začínají vyrábět až ve druhé polovině 19. století a tím začíná i ústup barviv přírodních. Jedním z přírodních barviv, které se používalo ještě dlouho po zavedení barviv syntetických, bylo indigo. V současné době se pod vlivem ekologie a ochrany životního prostředí začínáme opět vracet k přírodním barvivům.

Rozdělení barviv podle rozpustnosti: rozpustná ve vodě, v lihu, olejích a tucích, taveninách (barvení skla a glazur).

Dělení podle typu chromoforu (základní strukturní jednotka, která je nositelem barevnosti):

**Azobarviva:** chromoforem je skupina  $-N=N-$  - například indikátory metyloranž, metylčerveň. Azobarviva jsou nejpočetnější a nejdůležitější skupinou organických barviv, zahrnující všechny odstíny od žluté do černé. Azobarvivy je možno barvit téměř všechny druhy přírodních, chemických a syntetických vláken, plastů, usní, papíru,

výrobních z pryže, dřeva a dalších. Na úpravu dřeva jsou většinou používána právě tato barviva.

**Barviva antrachinonová:** chromofor antrachinon například alizarin (červená barva).

**Barviva indigoidní:** většinou se jedná o tzv. kypová barviva (k barvení kožešin a textilií) například indigo.

**Arylmetanová barviva:** též „trifenylová“ barviva. Jako chromoforní skupiny u těchto barviv působí chinoidní struktury aromatických jader a skupiny  $=C=O$  například malachitová zeleň (k barvení vlny a hedvábí), indikátor fenolftalein.

**Další barviva:** barviva sirná (např. sulfogenová čern), nitrobarviva (např. naftolová žlut), nitrosobarviva (např. naftolová zeleň), atd. (*Gregor 1956, Pichler 2009, [www.canov.jergym](http://www.canov.jergym), Turjap*)

K barvení dřeva se používají coloxylová nebo také tonoxylová (st. název tonaxylová) barviva (výrobce Synthesia, a.s. Pardubice (dříve TONASO, a.s.)) Jsou to směsi kyselých barviv a huminových látek získaných extrakcí z mladého uhlí. Po obarvení dřeva se musí jeho povrch lakovat nebo voskovat, aby se uzavřela struktura. (*Zahradník 1986*)

### 3.5.2. Pigmenty

Pigmenty jsou barevné prášky upravené drcením, mletím, plavením i jinými výrobními procesy, které se přidávají do nátěrové hmoty, ale ve filmotvorné složce se nerozpouštějí. Poskytují NH krycí a plnicí schopnost. Existuje jich celá řada.

Slovo pigment je z latinského původu pigmentum a původně vyjadřovalo barvu nebo barevnou látku. V dnešní době jsou tak označovány práškové látky, které mají po rozptýlení ve vhodném prostředí krycí nebo vybarvovací schopnosti. Pigmenty jsou v pojivech dispergovány, nerozpouští se – nevytvářejí s pojivem homogenní roztok, ale heterogenní směs. (*Kalendová 2003, Vyčichlo 1957*)

Přehled a rozdělení anorganických pigmentů:

- Bílé (nepestře) – Kryvé opakní; nekryvé – neopakní
- Barevné (pestré) – Přírodní

Syntetické – oxidy kovů; směsné oxidy kovů; ostatní



K přírodním pigmentům se řadí pigmenty získané z barevných minerálů a hornin nebo získané spálením některých nerostných minerálů či chemickou úpravou minerálů a hornin. Podle barevných odstínů, je lze rozlišit na:

- Bílé – baryt, kaolín, cerusit, sádrovec
- Žlutohnědé – okry
- Hnědožluté – siena
- Hnědé umbra – manganový okr, pálená umbra
- Červenohnědé – pálené okry
- Červené – hematit, cinabarit
- Modré – azurit, lazurit, vivianit
- Zelené – glaukonit, seladonit
- Šedozelené – chlorotické břidlice
- Šedočerné – černé břidlice
- Černé - pyroluzit, magnetit
- K anorganickým pigmentům lze počítat i saze.

Pigmenty, jejichž základní funkce je krycí nebo vybarvovací jsou označovány jako základní a dělí se na bílé, černé a barevné. Další skupinou jsou speciální pigmenty, které mají různé speciální vlastnosti – keramické, smaltařské, antikorozi, lesklé či luminiscenční.

O kvalitě pigmentů rozhodují fyzikálně-optické vlastnosti (krycí schopnost a barevnost), chemické vlastnosti (reaktivita, obsah nečistot) a technologické vlastnosti (dispergovatelnost, textura). (*Kalendová 2003*)

Většina anorganických pigmentů je extrémně stálá na povětrnosti a mnoho jich má i výbornou kryvost. S výjimkou molybdenanových červení, chromových žlutí a pigmentů na bázi kadmia poskytují anorganické pigmenty slabé a mdlé odstíny, celá řada odstínů nemůže být touto skupinou pigmentů zastoupena. Kromě anorganických se ale používají i pigmenty organické. Zejména na základě azobenzenu. Bývají to stabilní chláty kovů. Žlutí často obsahují kadmium (nepřípustné) nebo nikl, modři měď, červeně železo. (*Dušek 2004*)

Všechny organické pigmenty jsou syntetické. V porovnání s anorganickými mají menší hustotu, větší povrch, jsou transparentnější, mají větší barvicí sílu, čistší odstíny a jsou také dražší. Některé organické pigmenty jsou v porovnání s anorganickými méně světlostálé, odolné vůči chemikáliím, méně termostabilní a často u nich dochází ke „krvácení“ ve styku s organickými rozpouštědly. Chemici tyto negativní vlastnosti řeší syntézou větších molekul nebo syntézou nových struktur pigmentů, takže jsou dnes

k dispozici organické pigmenty vynikajících vlastností a v podstatě všech odstínů. (<http://www.upce.cz/fcht/uocht/spektrum/ktol-pigmenty.pdf>)

Barviva i pigmenty poskytují nátěrové hmotě nejen požadovaný odstín, čímž zajišťují určité estetické působení, ale také hrají významnou roli v odolnosti podkladové vrstvy a samotného nátěrového filmu, neboť jejich zvýšený obsah snižuje působení slunečního záření, které je jedním z degradujících činitelů.

Z tohoto pohledu můžeme rozlišit NH na transparentní a pigmentové. Určitý přechod mezi transparentními laky a pigmentovými barvami představují lazury. Ty obsahují i barevnou složku, ale pouze v takovém množství, aby i pod naneseným filmem zůstávala viditelná textura dřeva, díky čemuž se zvyšuje stupeň ochrany proti působení UV záření a zároveň je toto řešení esteticky velmi zajímavé.

### **3.6. Degradace dřeva**

Pokud není dřevo dostatečně chráněno před působením vody, povětrnosti nebo biologickými činiteli dochází k jeho degradaci.

Degradací dřeva rozumíme snižování kvality jeho vlastností v důsledku stárnutí a napadání různými biotickými a abiotickými činiteli. Ponecháme-li stranou houby, plísně a škůdce z hmyzí říše, jsou pro dřevo „nejdestruktivnější“ změny způsobené povětrnostními vlivy, vlhkostí, světlem, teplotou a imisemi v ovzduší. Je proto nezbytně nutné poskytovat dřevu ochranu například vhodnou PÚ.

#### **3.6.1. Povětrnostní stárnutí**

Za předpokladu, že nebylo dřevo napadeno biologickými škůdci, působí na něj nejvíce atmosférická koroze. Ta je přirozeným procesem stárnutí dřeva. Probíhá v podstatě vždy s větší nebo menší intenzitou v závislosti na vlhkostních, teplotních, světelných i dalších podmínkách. Samotná degradace dřeva v atmosférických podmínkách (bez souběžné aktivity biotických škůdců) je intenzivnější a rychlejší v exteriéru než v interiéru, což souvisí s většími extrémy venkovního klimatu a jeho cykličností. (*Drevari.humlak.cz*)

Ihned po těžbě je dřevo vystaveno působení atmosférických vlivů, které více či méně ovlivňují degradační proces. Dochází zejména k degradaci hemicelulóz a ligninu. Celulóza je odolnější. Dřevo začíná povrchově erodovat, měnit barvu, ztrácet mechanické vlastnosti (v povrchových vrstvách) a měnit svou strukturu.

Zvětrávání je proces přirozeného stárnutí dřeva na povětrnosti vlivem abiotických činitelů:

- voda a vodní roztoky agresivních látek
- kyslík
- agresivní plyny a imise (oxid siřičitý, oxidy dusíku atd.)
- prach, písek, saze

Na tomto procesu se podílejí také faktory energetické:

- tepelná energie
- sluneční záření (ultrafialové, infračervené a viditelné)
- proudění vzduchu (laminární a turbulentní)

Všechny tyto faktory působí společně, vzájemně mohou své působení zesilovat.

Nejvýraznější změny na povrchu dřeva vyvolává spolupůsobení slunečního záření a vlhkosti. (*Reinprecht 1998*)

### 3.6.2. Voda

Voda se podílí na hydrolýze hemicelulóz (v čisté vodě a při nízké teplotě je hydrolýza pomalá) a rozpouštění nízkomolekulárních podílů, které vznikají při fotodegradaci ligninu a hemicelulóz. Intenzita hydrolýzy a rozpustnost degradačních produktů dřeva ve vodě roste s rostoucí teplotou a vlivem slunečního záření.

Změnou obsahu vázané vody dochází k rozměrovým změnám díky oddalování a přibližování vláken celulózy a v důsledku toho se vytvářejí mikro až makrotrhliny. (*Drevari.humlak.cz, Irena Kučerová 2005*)

### 3.6.3. Sluneční záření

Nejvýznamnější složkou slunečního záření ovlivňující atmosférickou degradaci dřeva je UV záření, které ve dřevě vyvolává fotochemické reakce. Molekuly dřeva absorbují světelné kvantum, přecházejí do excitovaného stavu a vstupují do tzv. primárních chemických reakcí. Primární chemické reakce probíhají pouze v hloubce několika desítek mikrometrů od povrchu dřeva. Dochází při nich ke štěpení kovalentních vazeb v molekule za vzniku primárních radikálů. Primární radikály jsou vysoce reaktivní a iniciují sekundární řetězové reakce, při nichž vznikají sekundární radikály. Sekundární radikály jsou stabilnější, mají delší životnost a jsou schopny migrovat a vyvolávat reakce i v hlubších vrstvách dřeva. Fotodegradace probíhá až do hloubky cca 3 mm od povrchu dřeva.

Fotodegradaci dřeva podléhá především lignin, který velmi dobře absorbuje UV-záření. Tyto reakce se projevují barevnými změnami (žloutnutím až hnědnutím) a zdrsněním až popraskáním povrchu dřeva. (*Irena Kučerová 2005*)

Fotochemicky poškozené ligninové a hemicelulózové složky dřevní hmoty v povrchových vrstvách postupně depolymerizují (stávají se nízkomolekulárními) a stávají se i polárnějšími v důsledku vyššího podílu karbonylových a karboxylových skupin. V této formě se stávají vyluhovatelnými ze dřeva. Z povrchu se vyluhují především degradační produkty ligninu a hemicelulóz (žluté až hnědé barvy) a zůstávají ve vodě nerozpustná vlákna (fibrily) celulózy (bílé barvy). Skutečná barva atmosféricky zkorodovaného dřeva v exteriéru je však světlešedá až šedočerná v důsledku absorpce imisí, prachu a jiných nečistot na původně bílá vlákna celulózy. Následně se snižují i mechanické parametry jako pevnost a tvrdost povrchových vrstev dřeva. Postupně, v různých kombinacích vyluhování ligninů i hemicelulóz a mechanického uvolňování mikrofibril celulózy kolísáním teploty i prouděním vzduchu z povrchu dřeva, pak dochází k erozi povrchu dřeva. (*Irena Kučerová 2005*)

#### 3.6.4. Atmosférická eroze povrchu dřeva

je intenzivnější u jehličnanů ve srovnání s "tvrdými listnáči" a závisí na klimatických podmínkách, orientaci k světovým stranám, úhlu působení atd. Erozní úbytek dřeva ve venkovní expozici se v našich klimatických podmínkách obvykle pohybuje:

- u tvrdých listnáčů (dub, akát)..... 1 mm až 5 mm za 100 let,
- u jehličnanů (smrk, borovice).....10 mm až 15 mm za 100 let.

Erozní úbytky povrchu dřeva jsou zřetelně výraznější u jarního dřeva, což se makroskopicky projevuje vznikem plastické textury povrchu dřeva.

Typickými znaky atmosférické koroze dřeva jsou:

- a) v interiérech: změna barvy (zhnědnutí nebo zesvětlení)



Obrázek 7 – Změna barvy v interiéru

- b) v exteriérech: změna barvy (šedé odstíny) a eroze povrchu (plastická textura). (*Drevari.humlak.cz*)



Obrázek 8 – Změna barvy v exteriéru

### 3.6.5. Chemická koroze dřeva

Chemická koroze dřeva je proces, který probíhá po kontaktu složek dřeva s agresivními chemickými látkami, především zásadami, kyselinami a oxidačními činidly a jejich následným přímým nebo katalytickým zapojením do degradačních chemických reakcí ve stavebních složkách dřeva.

Dřevo je chemické korozi vystavené někdy i záměrně (využívá se jeho poměrně dobrá odolnost proti různým chemikáliím v porovnání s jinými materiály). V tomto prostředí působí na dřevo agresivní plyny, výpary, kondenzáty nebo i přímo tekutiny (rozlité i skladované). Chemická koroze menší intenzity nastává při kontaminaci dřeva exhaláty a kyselými dešti s obsahem oxidu siřičitého a oxidů dusíku, tzv. atmosféricko-chemická koroze dřeva. Příčinou chemické koroze dřeva mohou být i některé pomocné chemické látky aplikované do něj za účelem zvýšení odolnosti proti biotickým škůdcům (anorganické fungicidy), snížení jeho hořlavosti (anorganické retardéry hoření), tvrdidla lepidel apod. Při chemických koroziích dřeva v něm probíhají depolymerizační, dehydratační, oxidační i substituční chemické reakce, které vedou k jeho barevným změnám, mikroskopicky pozorovatelným změnám buněčných stěn a k makroskopickým defektům geometrie dřeva. Za nejvýraznější degradaci dřeva chemickou korozi se obvykle považuje snížení polymerizačního stupně polysacharidů a rozpad trojrozměrné ligninové sítě. Tyto změny nejvíce zhoršují jeho mechanické i fyzikální vlastnosti. Dřevo zkorodované silnými alkáliemi (hydroxidem sodným, draselným, amonným) podstatně více bobtná i sesychá, u jeho mechanických parametrů dochází k jistým anomáliím, v mokřém stavu je jeho pevnost velmi snížena, ale v suchém stavu naopak výrazně vyšší než u zdravého dřeva.

Dřevo zkorodované silnými kyselinami (kyselina sírová, chlorovodíková, dusičná) nebo oxidačními činidly (peroxid vodíku) vykazuje výrazný pokles mechanických parametrů v mokřém i suchém stavu. Slabé organické kyseliny (octová, propionová, ftalová) korodují dřevo velmi mírně. Obecně platí, že intenzita chemické koroze dřeva narůstá se zvyšující se teplotou a koncentrací agresivních chemikálií. Dále platí, že dřevo jehličnanů je odolnější než dřevo listnáčů (včetně tvrdých jako BK, DB). Je však možné konstatovat, že dřevo poměrně dobře odolává agresivním chemikáliím v porovnání např. s kovy, kameninou i některými druhy plastů. Tato jeho přednost je využívána při výrobě nádrží, sudů, podlah i potrubí do agresivních prostředí. (*Drevari.humlak.cz*)

## 4. Použitá lepidla, pomůcky a zařízení

### 4.1. Specifikace výchozích látek

#### 4.1.1. Lepidlo Kronocol U 300

Močovinoformaldehydové lepidlo pro plošné lepení za zvýšené teploty určené do interiéru. Výrobce: DUKOL Ostrava s.r.o.

##### Základní vlastnosti:

Obsah sušiny:	65%
pH:	7,5 – 8,7
Tužidlo:	Na bázi NH <sub>4</sub> Cl, paratoluensulfonové kyseliny
Doba želatinace při 100°C:	80 s
Mísitelnost s vodou při 20°C:	2:3
Životnost natužené směsi:	12 hodin
Doporučené podmínky aplikace:	Lisovací tlak: 1,8 MPa Lisovací čas: 5 min Lisovací teplota: 105°C

#### 4.1.2. Lepidlo Kronocol MUF 125

Melaminmočovinoformaldehydové lepidlo pro plošné lepení za zvýšené teploty určené pro výrobky s odolností proti vodě jako například OSB desky. Výrobce: DUKOL Ostrava s.r.o.

##### Základní vlastnosti:

Obsah sušiny:	62%
pH:	9 – 11
Tužidlo:	Na bázi NH <sub>4</sub> Cl, paratoluensulfonové kyseliny
Doba želatinace při 100°C:	100 s
Volný formaldehyd:	max. 0,4%
Životnost natužené směsi:	min 4 hodiny při 20°C

#### 4.1.3. Tužidlo Krono ADD HS 300

Práškové integrované tužidlo na bázi paratoluensulfonové kyseliny. Tužící poměr 20% k *m* lepidla. Výrobce: DUKOL Ostrava s.r.o.



Obrázek 9 - Připravená lepidla a tužidlo

#### 4.1.4. Lepidlo Cascol 3326

Polyvinylacetátové lepidlo určené k lepení tvrdých a obtížně lepitelných dřevin. Výrobce: Casco products (Švédsko)

##### Základní vlastnosti:

Barva: bílá

Hustota: 1080 kg/m<sup>3</sup>

Viskozita při 25°C: 7000 - 14000 mPas

pH: 5 – 7

Teplota lepení: 10 – 80°C

Otevřená doba: 10 min

#### 4.1.5. Mořidlo Tonaxyl 7

Chemická třída: azobarvivo + huminát sodný

Použití: dřevo

Forma: prášek

Odstín: tmavě hnědá

Použitá koncentrace: 100g/l

#### 4.1.6. Mořidlo Chromolanová žluť GR 150

Chemická třída: kovokomplexní azobarvivo

Použití: vlna, polyamid, usně, hedvábí

Forma: prášek

Odstín: hnědožlutá

Použitá koncentrace: 100g/l

#### 4.1.7. Pigmenty

Barvicí přípravky do akrylátových NH

Použití: barevné tónování akrylátových NH

Forma: disperze

Odstín: červená, žlutá

#### 4.1.8. Hesse Hydro – Druckfarbe HD 6830-0804

Akrylátová navalovací vodou ředitelná barva

Odstín: hnědá

### 4.2. Použité pomůcky a zařízení

#### Hydraulický lis

Výrobce POLYMERTEST konstrukční kancelář Zlín, hydrogenerátor HYDROMA.

Rozměr lisovacích desek 500 x 500 mm, maximální tlak 160 bar

Vyhříváný elektricky, r.v. 2011



Obrázek 10 - Hydraulický lis



### **ERICHSEN PICOGLOSS 503**

Leskoměr s úhly dopadu  $20 \pm 0,5^\circ$ ;  $60 \pm 0,5^\circ$ ;  $85 \pm 0,5^\circ$



Obrázek 11 - Leskoměr Picogloss 503

### **Spektroskop BYK Spectro-Guide 45/0 Gloss**

Příruční přístroj pro měření barevného odstínu a lesku. Funkce ukládání dat na integrovanou paměť, propojení s PC.

### **Xenonová testovací komora Q-SUN Xe-1**

Zkušební komora pro zajištění podmínek umělého stárnutí PÚ. Vzorky jsou osvětlovány xenonovou lampou a mohou být také rošeny pro simulaci dešťové vody.

### **PosiTector 200B/STANDART**

Přístroj pro měření tloušťky NF na libovolných podkladech až do tloušťky 1 mm. Pracuje na principu ultrazvuku.

### **Přípravek BYK Byko-cut universal**

Kombinovaný přípravek pro zkoušku přilnavosti mřížkovou zkouškou a pro měření tloušťky NF v rozmezí 2 – 2000  $\mu\text{m}$ .

### **Mikrotvrdoměr FL 2000 H**

Měří hloubku průniku, resp. velikost deformace NF při vlačování hrotu.



Obrázek 12 - Mikrotvrdoměr FL 2000 H

### **Sklerometr ERICHSEN Hardness Tester Model 239 II.**

Přístroj pro zjišťování odolnosti NF proti vrypu. Je vybavený tvrzeným rycím hrotem, závažím umožňujícím plynulé zvedání zátěže od 0 do 20 N po 1 N. Pohyb vzorku zajišťuje el. motor.

### **Přístroj Taber – Abraser 503 standart**

Přístroj pro oděrové zkoušky, velikost zatížení brusných válečků je 500 g.

### **Přístroj pro stanovení otěrové odolnosti Erichsen**

Přístroj zajišťující otěrové namáhání PÚ. Otěrové patky zatížené 500 g se pohybují po vzorku přímočarým vratným pohybem. Na patky je možné nalepit různé otěrové materiály.

### **Pomůcky:**

Zkušební sada tužek KOH-I-NOOR podle ČSN 90 1111, přípravek na upnutí tužky (hmotnost 300 g), ocelové kuličky  $\varnothing 19,1$  mm a hmotnosti 28,2 g, plastová trubka délky 2 m, laboratorní váhy, elektrický vařič, Erlenmeyerova baňka 250 ml, drátěná svěrka, disky z bílého papíru s gramáží 400 – 500 g/m<sup>2</sup>, Petriho misky, zkušební kapaliny, pinzeta, lupa, lepicí páska, brusný papír, kalibrační deska, modré a šedé, spirálové nanášecí pravítko BYKO, tereftalátová separační fólie do vyhřívaného lisu

## 5. Metodika řešení

### 5.1. Popis řešení PÚ

Navrhovaná PÚ je založena na principu dokončení povrchu dílce pomocí lepidel. Vychází se z faktu, že lepidlo vytvoří na dílci ochranný film, obdobně jako ho vytvářejí nátěrové hmoty.

Ke zkouškám byly použity tři druhy lepidel: močovinoformaldehydové, melaminmočovinoformaldehydové a polyvinylacetátové. Tato lepidla byla obarvena přídatkem barviv nebo pigmentů, nanesena na zkušební vzorky a zalisována v hydraulickém vyhřívaném lisu za použití tereftalátové separační fólie. Vzniklá PÚ byla po uplynutí požadované klimatizační doby 28 dní podrobena zkoumání vlastností. Postup práce, metody měření a vyhodnocování vycházejí z norem ČSN (EN, ISO, BS). Použité zkoušky jsou vypsány v další kapitole.

### 5.2. Použité zkoušky

#### 5.2.1. Zkouška stanovení lesku podle ČSN 91 0273

##### **Cíl zkoušky:**

Stanovení stupně lesku PÚ pomocí světla zrcadlově odraženého od zkoumané plochy. Číslo lesku je relativně vyjádřený činitel odrazu měřené plochy vůči referenčnímu vzorku, kterému je přiřazena hodnota 100%.

**Postup zkoušky:** Leskoměr se nastaví na etalonu pro zachycení referenční hodnoty, zkoušený povrch se ošetří měkkou utěrkou a leskoměrem se změří jeho číslo lesku při 20°, 60° a 85° v podélném i příčném směru. Pokud je číslo lesku při 60° větší než 70 je lepší použít geometrii 20° pro vysoký lesk, pokud je  $\check{C}L_{60^\circ}$  menší než 70 je vhodnější geometrie 85° umožňující lepší rozlišení pro matné povrchy. Jako číslo lesku se považuje aritmetický průměr nejméně 3 měření zaokrouhlený na celé číslo. Za výsledek zkoušky se považuje aritmetický průměr výsledků měření lesku všech dílců.

## 5.2.2. Zkouška stanovení změny barevného odstínu podle ČSN 67 3068

### Cíl zkoušky:

Cílem je stanovit míru změny nebo rozdílu barevných vlastností nátěru  $\Delta E$  zkušebních vzorků.

**Postup zkoušky:** Barevný odstín je určován vždy na několika místech na zkoušeném dílci před a po jeho expozici. Z měření se vylučují místa netypická pro vzhled nátěru. Je vhodné provést měření alespoň na třech místech zkušebního vzorku. Z naměřených hodnot se vypočítá aritmetický průměr pro daný vzorek a porovná se s hodnotou referenčního vzorku.



Obrázek 13 - Měření barevného odstínu



Obrázek 14 - Zkušební vzorek

Tabulka 1 - Klasifikační tabulka dle ČSN 67 3068

Stupeň stálosti	Popis	$\Delta E$
1	Barevný odstín téměř beze změny. Barevné vlastnosti se nemění během zkoušky. Stálost je výborná	0,5
2	Vzorek vykazuje postřehnutelnou změnu barevného odstínu	3
3	Vzorek není barevně stálý	8
4	Vzorek má velmi špatnou barevnou stálost	30
5	Vzorek je barevně naprosto nestálý	60

### 5.2.3. Zkouška stanovení světlostálosti podle ČSN 91 0282

#### Cíl zkoušky:

Stanovení změny barvy vzorku ozářeného umělým xenonovým světlem.

**Postup zkoušky:** Metoda spočívá v ozáření vzorku umělým xenonovým světlem a určením stupně barevné změny porovnáním s šedou stupnicí. Zkušební vzorky se vloží do přístroje a za zvýšené teploty (55°C) se ozařují xenonovým světlem o vlnové délce 340 nm. Výkon lampy je 0,55 kJ/m<sup>2</sup>.



Obrázek 15 - Xenonová testovací komora Q-SUN Xe-1

### 5.2.4. Stanovení tloušťky nátěrového filmu dle ČSN EN ISO 2808

#### Cíl zkoušky:

Cílem je stanovit tloušťku suchého NF s přesností na 5 μm nedestruktivním způsobem pomocí přístroje PosiTector 200B/STANDART pracujícího na principu ultrazvuku.

**Postup zkoušky:** Na zkoušené ploše vybereme pět míst, na která se nanese kontaktní gel zajišťující přenos ultrazvuku. Na ošetřené místo přitiskneme sondu přístroje a na displeji se odečte hodnota tloušťky filmu v  $\mu\text{m}$ . Z naměřených dat poté vypočítáme aritmetický průměr určující průměrnou hodnotu tloušťky NF.



Obrázek 16 - Přístroj PosiTector 200B/STANDARD

#### 5.2.5. Zkouška stanovení přilnavosti nátěru – mřížková zkouška podle ČSN ISO 2409 (67 3085)

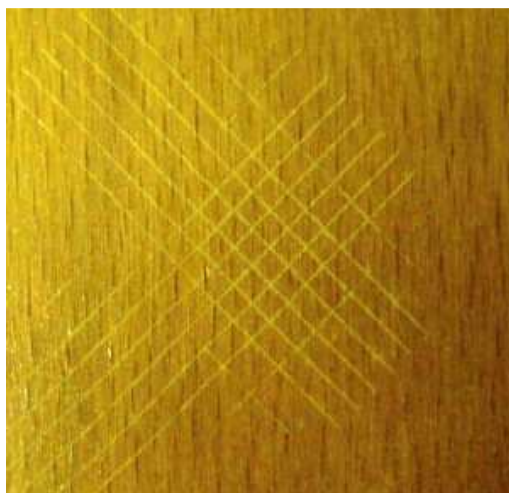
**Cíl zkoušky:**

Cílem je zjistit jakou má NH přilnavost k podkladovému materiálu.

**Postup zkoušky:** Pomocí řezného nástroje uděláme na povrchu zkušebních vzorků pravouhlou mřížku s předepsaným počtem zářezů (6 v každém směru). Přes mřížku přilepíme lepicí pásku (rovnoběžně s jednou sadou zářezů), uhladíme a následně strhneme, tak abychom volný konec pásky strhávali přibližně v úhlu  $60^\circ$  s podkladem. Čas pro stržení se udává 0,5 – 1s.



Obrázek 17 - Byko cut universal



Obrázek 18 - Nařezaná mřížka

Tabulka 2 - Klasifikační tabulka dle ČSN ISO 2409

Klasifikační stupeň	Popis
0	Řezy jsou hladké, žádný čtverec není poškozen.
1	Nepatrné poškození v místech, kde se kříží. Poškozená plocha nesmí přesáhnout 5%.
2	Nátěr je nepatrně poškozen podél řezů a v místech křížení. Povrch je poškozen o více než 5% a méně než o 15%.
3	Nátěr je částečně poškozen v rozích řezů, podél řezných hran částečně nebo celý, na různých místech mřížky. Povrch je poškozen o více než 15% a méně než 35%.
4	Na nátěru je velké poškození v rozích a některé čtverečky mřížky jsou částečně nebo zcela odloupnuty. Plocha mřížky je poškozena o více než 35% a méně než o 65%.
5	Změny, které jsou větší než u stupně 4.

### 5.2.6. Zkouška stanovení povrchové tvrdosti tužkami podle ČSN 67 3075

#### Cíl zkoušky:

Cílem je stanovit povrchovou tvrdost nátěrového filmu, tj. schopnost NF odolat vtlačení hrotu tužky.

**Postup zkoušky:** Do přípravku se upne tužka a přes zkušební vzorek se nakreslí vlnovka (délka cca 50 mm). Poté se pozoruje, zda tužka zanechala v nátěru vryp. Tvrdost tužky postupně zvyšujeme, až dosáhneme nepřerušovaného vrypu v nátěru.





Obrázek 19 - Přípravek s tužkou

Tabulka 3 – Stupnice tvrdosti tužek dle ČSN 67 3075

Číslo tužky	1	2	3	4	5	6	7
Tvrdość tužky	3B	2B	B	HB	F	H	3H
Číslo tužky	8	9	10	11	12	13	
Tvrdość tužky	4H	5H	6H	7H	8H	9H	

### 5.2.7. Stanovení tvrdosti nátěru mikrotvrdoměrem podle ČSN 67 3074 přístrojem FL – 2000 H

#### Cíl zkoušky:

Stanovení schopnosti NF odolat vtlačení hrotu zkušebního přístroje.

**Postup zkoušky:** Přístroj se položí na vzorek a pomocí ovládací páčky se vtlačí jeho hrot zatížený závažím do NF. Hloubka vtlačení se následně odečte z displeje přístroje. Provedou se nejméně tři měření, z nichž se vypočítá aritmetický průměr.

### 5.2.8. Zkouška stanovení odolnosti nátěru proti padající kuličce podle BS 3962: část 6

#### Cíl zkoušky:

Cílem je určit schopnost nátěrového filmu odolat pádu ocelové kuličky z výšky  $2\text{ m} \pm 0,01\text{ m}$ .



**Postup zkoušky:** Na zkoušený dílec (minimální rozměry 400 x 100 x 10mm) se pustí z výšky 2 m  $\pm$  0,01m ocelová kulička. Pro zajištění přesné dráhy letu je kulička pouštěna přes plastovou trubku délky 2 m. Po provedení zkoušky se prozkoumá poškození NF a určí se jeho stupeň.



Obrázek 20 - Zkušební kuličky



Obrázek 21 - Ukázka poškození

Tabulka 4 - Klasifikační tabulka BS 3962

Stupeň poškození	Popis
5	Povrch je nepoškozen
4	Povrch je nepatrně popraskán, 1 nebo 2 kruhy na konci plochy vtlačení
3	Mírná nebo několik prasklin umístěná v oblasti vtlačení
2	Praskliny sahající ven z měřené oblasti vtlačení a/nebo nepatrné odlupování NF od podkladu
1	Více než 25% NF je odstraněno z vyhodnocované oblasti

### 5.2.9. Zkouška stanovení odolnosti nátěru vůči vrypu podle BS 3962: část 6

#### Cíl zkoušky:

Cílem je zjistit odolnost NF proti proniknutí ostrého předmětu.

**Postup zkoušky:** Vzorek velikosti cca 100 x 100 mm se umístí do přístroje a zafixuje pomocí aretačních šroubů. Nastaví se správná výška rycího hrotu a požadovaná zátěž a přístroj se zapne. Působící síla se postupně zvyšuje, dokud nedojde k penetraci filmu. Následně se zkouška vyhodnotí dle tabulky.



Obrázek 22 - Sklerometr ERICHSEN Hardness Tester Model 239 II

Tabulka 5 - Klasifikační tabulka BS 3962

Stupeň poškození	Popis
5	Poškození při síle větší než 6N
4	Méně než 6N ale rovno nebo více než 4,5N
3	Méně než 4,5N ale rovno nebo více než 3N
2	Méně než 3N ale rovno nebo více než 1,5N
1	Zatížení menší než 1,5N

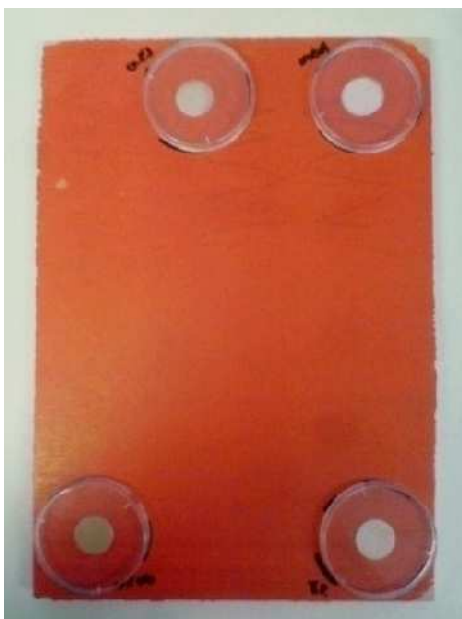
#### 5.2.10. Zkouška odolnosti nátěrového filmu proti působení studených kapalin podle ČSN EN 12 720 (91 0280)

##### Cíl zkoušky:

Cílem zkoušky je stanovit odolnost NF proti působení různých běžně používaných studených kapalin. Jedná se o chemickou odolnost NH. Jako zkoušené kapaliny byly zvoleny voda, slunečnicový olej, čisticí prostředek<sup>1</sup> a červené víno (dle normy ČSN EN 12 720). Doba působení byla 6 hodin, v případě poškození filmu zkrácena na 1 hodinu.

**Postup zkoušky:** Kotoučky z papíru namočíme do zkoušených kapalin, položíme na zkoumanou plochu, zakryjeme Petriho miskou a označíme. Po stanovenou dobu zkoušky necháme kapaliny působit a po uplynutí této doby pouze vysušíme savým hadrem nebo papírovým ubrouskem přebytečnou kapalinu (neutíráme) a necháme 16 - 24 hodin v klidu a následně vyhodnotíme stupeň poškození PÚ.

<sup>1</sup> Složení čisticího prostředku: 40% saponát na nádobí (Jar), 10% prostředek na mytí oken (Okena), 50% voda.



Obrázek 23 - Průběh zkoušky



Obrázek 24 - Zkušební pomůcky

Tabulka 6 - Klasifikační tabulka ČSN EN 12 720

Stupeň	Změna povrchu
5	Žádné viditelné poškození (bez poškození).
4	Mírná změna, zkoušená plocha se liší jen při zrcadlení světelného zdroje – vyblednutí, změna lesku a barvy – beze změny struktury povrchu.
3	Střední změna – plocha se liší při pozorování z několika směrů – barva, lesk. Beze změny struktury povrchu.
2	Podstatná změna, zřetelný rozdíl odstínu, lesku, barvy a/nebo je mírná změna struktury povrchu.
1	Silné stopy poškození, struktura povrchu změněna nebo materiál povrchu je úplně/částečně odstraněn nebo filtrační papír ulpěl na povrchu.

### 5.2.11. Zkouška stanovení odolnosti proti působení páry

#### Cíl zkoušky:

Cílem je zjistit odolnost PÚ proti dlouhodobému (1h) působení vodní páry.

**Postup zkoušky:** Do baňky se nalije voda a přivede se k varu. Zkušební vzorek velikosti cca 100 x 100 mm se položí na hrdlo, upevní svěrkou a nechá se vystavený působení vodní páry po dobu 1h. Po ukončení zkoušky se ze vzorku osuší případné zbytky vody a po 16 – 24 hodinách se vyhodnotí stupeň poškození.



Obrázek 25 - Průběh zkoušky

Tabulka 7 - Klasifikační tabulka

Stupeň poškození	Popis
5	Žádné viditelné poškození
4	Mírná změna lesku a/nebo barvy viditelná jen z určitých úhlů pozorování. Žádná změna struktury
3	Střední změna lesku a/nebo barvy. Žádná změna struktury
2	Zřetelná změna lesku nebo barvy, zkoušený povrch se zřetelně liší od původního vzhledu. Změna lesku nebo barvy a/nebo struktury povrchu – nabobtnání, vyčnívající vlákna, popraskání, vznik puchýřů
1	Intenzivní změna, vznik puchýřů a/nebo delaminace a/nebo částečné nebo úplné odstranění povrchové vrstvy a/nebo struktura povrchu je zřetelně změněná.

### 5.2.12. Zkouška stanovení odolnosti nátěru proti otěru

#### Cíl zkoušky:

Cílem zkoušky je pomocí čísla lesku určit odolnost nátěrového filmu vůči opotřebení otěrem.

**Postup zkoušky:** Před vlastní zkouškou otěru se provede změření lesku pomocí leskoměru Erichsen a to jak v příčném tak v podélném směru. Dále se na otěrové patky pomocí oboustranné lepicí pásky připevní otěrový ML (tvrdá netkaná textilie – plst).

Zkušební vzorky se umístí do přístroje a pomocí koncových lišt opatřených šrouby se pevně upevní. Otěrové patky se zatíží závažím váhy 500 g a přístroj se uvede do chodu (rychlostní stupeň 5 = 0,19 m/s). Po provedení 500 cyklů se opět změří číslo lesku vzorku a výsledná hodnota změny se porovná s tabulkou.



Obrázek 26 - Průběh zkoušky

Tabulka 8 - Klasifikační tabulka

Stupeň změny	Popis
0	Žádná viditelná změna lesku
1	Průměrná změna ČL v podélném i příčném směru nánosu, poklesem nebo nárůstem do 2 st.
2	Změna ČL je o více než 2, ale o méně než 4 st.
3	Změna ČL je o více než 4, ale o méně než 6 st.
4	Změna ČL je o více než 6, ale o méně než 8 st.
5	Změny větší už u stupně 4, avšak jsou v rámci skupiny lesku
6	Změny, které jsou nad rámeček skupiny lesku

### 5.2.13. Zkouška stanovení odolnosti nátěru proti oděru podle ČSN 91 0276

#### Cíl zkoušky:

Cílem je změřit oděruvzdornost NF pomocí přístroje Taber – Abraser.



**Postup zkoušky:** Nejprve se připevní a obrousí brusný papír na kalibrační desce (300 otáček při zatížení 500 g). Vzorky se posléze očistí, přesně zváží, vloží do přístroje, kde budou obroušeny na 100 otáček, poté se vyjmou, očistí a znovu převáží. Pak se pomocí vzorce vypočítá součinitel odolnosti proti oděru  $K_T$ . Životnost papíru je maximálně 1000 otáček.

**Vzorec pro výpočet součinitele odolnosti proti oděru  $K_T$ :**

$$K_T = (m_1 - m_2) / f$$

Kde :  $m_1$  = hmotnost před broušením

$m_2$  = hmotnost po broušení

$f$  = opravný součinitel brusného papíru ( 1,0097 )



Obrázek 27 - Příklad Taber abraser



Obrázek 28 - Zkušební vzorek

## 6. Příprava a zhotovení vzorků pro hodnocení kvality povrchové úpravy

### 6.1. Značení vzorků

Vzorky jsou značeny pomocí kombinovaného kódu, kde číslo označuje použité lepidlo a písmeno označuje zbarvení směsi. Bylo vytvořeno pět vzorků od každé barvy (chromolanová žlutá, tonaxyl 7, žlutá, červená) a od každého lepidla (UF Kronocol U 300, MUF Kronocol MUP 125 a PVAc Cascol 3326). Dále bylo vytvořeno pět vzorků od každého použitého lepidla bez obarvení. U PVAc lepidla byly připraveny kombinace PVAc + Tonaxyl 7 a PVAc + Hesse Hydro – Druckfarbe.

Tabulka 9 - Značení vzorků

Značení vzorků					
Chromolanová žlutá UF	<b>1a</b>	Chromolanová žlutá MUF	<b>2a</b>	PVAc Hesse	<b>3a</b>
Tonaxyl 7 UF	<b>1b</b>	Tonaxyl 7 MUF	<b>2b</b>	PVAc Tonaxyl 7	<b>3b</b>
Žlutá UF	<b>1c</b>	Žlutá MUF	<b>2c</b>	PVAc bezbarvé	<b>3c</b>
Červená UF	<b>1d</b>	Červená MUF	<b>2d</b>		
Bezbarvé UF	<b>1e</b>	Bezbarvé MUF	<b>2e</b>		

### 6.2. Příprava podkladového materiálu

Jako podkladový materiál byla použita buková PDP v tloušťkách 10 a 18 mm. Desky byly naformátovány na rozměr cca 200 x 300 mm, a poté byly vzorky vybroušeny excentrickou brusku. Dílce byly broušeny dvakrát a mezi prvním a druhým broušením byl povrch navlhčen kvůli vystoupení dřevních vláken a dosažení lepší kvality povrchu.

#### Pracovní postup:

- 1.) Formátování desek na hrubý rozměr (cca 200 x 300 mm)
- 2.) První broušení papírem číslo 80 – odstranění hrubých nečistot
- 3.) Vlhčení povrchu
- 4.) Druhé broušení papírem číslo 100 – vyhlazení povrchu pro nános NH

## 6.3. Příprava dokončovacích hmot

### 6.3.1. Příprava barviv

Pro obarvení směsí byla použita barviva tonaxyl 7 a chromolanová žluť GR 150, které jsou rozpustné ve vodě. Roztoky byly připraveny v koncentraci 100 g/l. Navážená dávka se rozpustila v horké vodě a naředila na příslušnou koncentraci. Poté byl roztok ponechán v zakryté kádince po dobu 24 hodin, aby došlo k dokonalému rozpuštění barviv. Po 24 hodinách bylo možné směs použít k testování.

### 6.3.2. Zkouška reaktivity lepidla a barviv

Před vlastní přípravou směsí byla provedena zkouška reaktivity lepidla s přidanými barvivy a pigmenty. Zkouška byla provedena pro oba druhy lepidel, tedy UF i MUF v různém poměru přidaných barevných složek.

Zkouška probíhá tak, že se smísí lepidlo, do něho se přidá barvivo nebo pigment v určeném množství a následně tužidlo v množství 20% k hmotnosti lepidla. Směs se nalije do zkumavky, která se vloží do kádinky s vroucí vodou a měří se čas, za který směs ve zkumavce za stálého míchání přejde v gel a nelze již dále míchat. Rychlost míchání je cca 120x/min.

Tabulka ukazuje časy vytvrzení testovaných směsí v minutách. Uvedené množství barviva je vztaženo k hmotnosti lepidla.

Tabulka 10 - Časy vytvrnutí směsí

Časy vytvrnutí směsí [min]					
		Chr. žluť	Tonaxyl	Žlutá	Červená
UF	100%	7:05,3 *	***	***	***
	50%	3:13,6**	***	***	***
	40%	2:27,2	2:07,9	***	***
	30%	1:35,4	1:32,4	***	***
	10%	***	***	1:37,4	1:35,2
	0%	1:11,6	***	***	***
MUF	100%	***	***	***	***
	50%	***	***	***	***
	40%	2:08	1:58,6	***	***
	30%	1:40,1	1:35,6	***	***
	10%	***	***	1:34,1	1:36,3
	0%	1:08,4	***	***	***

\* Bez reakce  
\*\* Lepidlo vytvrdlo, ale nebylo kvalitní - drolilo se  
\*\*\* Zkouška nebyla provedena



Zjištěné časy uvedené v tabulce jsou aritmetickým průměrem dvou měření. Pro praktické zkoušky bylo zvoleno množství 30% barviv a 10% pigmentů (k hmotnosti čistého lepidla). Smyslem bylo dosažení co nejvyšší možné koncentrace. Směs se 40% barviv byla již moc řídká pro aplikaci, proto bylo množství sníženo na 30%. Pigmenty byly odzkoušeny jen v množství 10%, jež poskytlo silné obarvení a kvalitní vzorek, proto nebyly provedeny další zkoušky.



Obrázek 29 - Vytvrdlé lepidlo při zkoušce reaktivity

### 6.3.3. Příprava směsí

Složení zkušebních směsí bylo následující:

100 dílů lepidla	}	100%
20 dílů mouky		
20 dílů tvrdidla		
30 dílů barviva nebo 10 dílů pigmentů		

Nejprve bylo naváženo 400 g lepidla (Kronocol U 300 UF, resp. Kronocol MUP 125), do kterého bylo přidáno 80 g (20%) mouky. Mouka se nechala nabobtnat po dobu 24 hodin a následně byla směs rozdělena na 4 díly. Do dvou dílů byla přidána barviva (chromolanová žluť, tonaxyl 7, vodný roztok v koncentraci 100g/l) v množství 30 g (30%) na zkušební dávku. Do dvou dílů byly přidány pigmenty v množství 10 g (10%). Vzniklé směsi se řádně promíchaly a do každé bylo přidáno 20 g (20%) tvrdidla (Krono ADD HS 300).

Směsi byly pro nanášení mírně zředěny vodou, zejména v případě MUF 125, které mělo po nabobtnání mouky téměř pastovitou konzistenci.

Pro porovnání byly ještě připraveny dvě směsi s lepidlem PVAc v kombinaci s barvivem tonaxyl a navalovací barvou Hesse v množství 20%.

Neobarvená lepidla byla připravena stejným způsobem dle výše popsaného postupu.



Obrázek 30 - Výchozí suroviny

## 6.4. Nanášení a lisování

Nanášení směsí na podkladové vzorky bylo provedeno pomocí spirálového nanášecího pravítka. Na každou plochu byl proveden jeden nános o tloušťce 200  $\mu\text{m}$ . Vzorky byly zváženy před a po nanášení, gramáž nánosu se pohybovala okolo 75  $\text{g}/\text{m}^2$ . Vzorky byly poté vloženy do vyhřívaného lisu, mezi separační fólie kde byly lisovány 5 minut při lisovacím tlaku 0,7  $\text{MPa}/\text{m}^2$  a teplotě 105°C.

Ve směsích obarvených pigmenty (u obou použitých lepidel) nedošlo k dokonalému zakotvení pigmentu (zejména červené) a barva se částečně „obtiskla“ na lisovací fólii. Bylo rozhodnuto tyto vzorky též ponechat k dalšímu zkoušení vlastností.

U zkušebních vzorků opatřených PÚ na bázi PVAc lepidel došlo k přilnutí separační fólie k povrchu a ta musela být odstraněna poměrně velkou silou, což by bylo v praktickém využití nepřijatelné. Pro PVAc by proto bylo vhodné využít jinou separační fólii.



Obrázek 31 - Spirálové nanášecí pravítko



Obrázek 32 - Lisování vzorků

## 7. Výsledky laboratorních zkoušek

Cílem zkoušek bylo zjistit základní charakteristiky vytvořených nátěrových směsí a určit vlastnosti a odolnosti zkoumaných PÚ. Vzhledem k tomu, že normy neuvádějí požadavky na PÚ pro stavebně-truhlářské výrobky s krátkou dobou životnosti (jako například ČSN 91 0102 pro nábytek), bylo s ohledem k možným uplatněním PÚ vybráno širší spektrum zkoušek dle norem ČSN, ISO, EN a BS.

Byla provedena zkouška stanovení lesku dle ČSN 91 0273 pro stanovení míry degradace NF. Zkouška stanovení změny barevného odstínu podle ČSN 67 3068 a zkouška stanovení světlostálosti podle ČSN 91 0282 pro zjištění světlostálosti PÚ. Dále stanovení tloušťky nátěrového filmu dle ČSN EN ISO 2808, zkouška přilnavosti nátěru – mřížková zkouška podle ČSN ISO 2409, zkouška povrchové tvrdosti tužkami podle ČSN EN ISO 15 184, stanovení tvrdosti nátěru mikrotvrdoměrem podle ČSN 67 3074, zkouška odolnosti nátěru proti padající kuličce podle BS 3962 pro zjištění houževnatosti PÚ. Zkouška odolnosti nátěru vůči vrypu podle BS 3962, zkouška odolnosti nátěrového filmu proti působení studených kapalin podle ČSN EN 12 720 stanovující chemickou odolnost NF proti běžně užívaným kapalinám a vodě. Zkouška stanovení odolnosti proti působení páry, zkouška odolnosti nátěru proti otěru a zkouška stanovení odolnosti nátěru proti oděru podle ČSN 91 0276.

### 7.1. Zkouška stanovení lesku podle ČSN 91 0273

**Podmínky měření:** Teplota: *Měření 1:* 24,1°C    *Měření 2:* 24,6°C  
Vlhkost: *Měření 1:* 27 %    *Měření 2:* 27%

Byla stanovena závislost změny stupně lesku na čase. První měření ( $M_1$ ) proběhlo ihned po zalisování PÚ a další ( $M_2$ ) po uplynutí klimatizační doby 28 dní.

Stupeň lesku byl měřen na každém vzorku rovnoběžně a kolmo na vlákna na pěti místech a pěti vzorcích. Z hodnot byl následně vypočítán aritmetický průměr určující průměrný stupeň lesku PÚ.

V tabulkách jsou uvedeny vypočítané průměrné hodnoty, doplněné o směrodatnou odchylku. Zkouška byla provedena dvakrát z důvodu zjištění míry degradace filmu, neboť při stárnutí se stupeň lesku snižuje.

Vzhledem k tomu, že je zkoušená PÚ matná, je vhodné dle doporučení normy využívat geometrii dopadu měřicího paprsku 85°, při které jsou patrné největší rozdíly v měření.

Tabulka 11 - Stupeň lesku měření 1

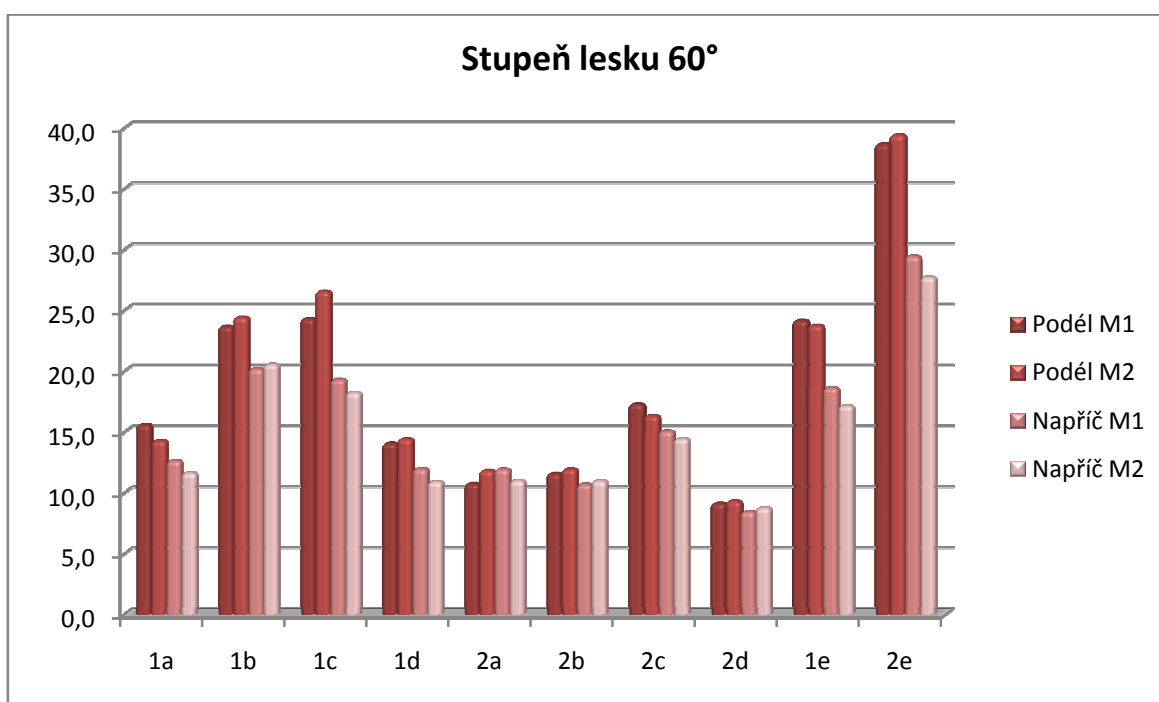
Stupeň lesku - Měření 1 (M <sub>1</sub> ) ihned po lisování								
Vzorek	Lesk podél vláken [%]				Lesk napříč vláken [%]			
	60°	SMODCH	85°	SMODCH	60°	SMODCH	85°	SMODCH
1a	15,6	2,1	29,7	6,9	12,6	2,9	20,8	7,0
1b	23,7	1,6	38,1	4,9	20,2	3,2	31,3	3,5
1c	24,3	3,4	46,6	3,5	19,3	1,6	30,6	3,1
1d	14,1	2,6	30,4	6,4	12,0	1,6	21,2	3,2
2a	10,8	3,4	20,4	5,8	11,9	5,1	19,2	6,7
2b	11,6	3,1	20,5	3,5	10,7	3,4	18,1	4,7
2c	17,3	2,6	29,6	2,7	15,1	2,2	22,6	2,1
2d	9,1	1,7	22,2	5,1	8,5	1,6	18,6	4,9
1e	24,2	5,0	43,6	5,8	18,6	4,5	29,0	4,1
2e	38,7	5,4	53,6	7,4	29,5	3,8	38,5	4,2

Tabulka 12 - Stupeň lesku měření 2

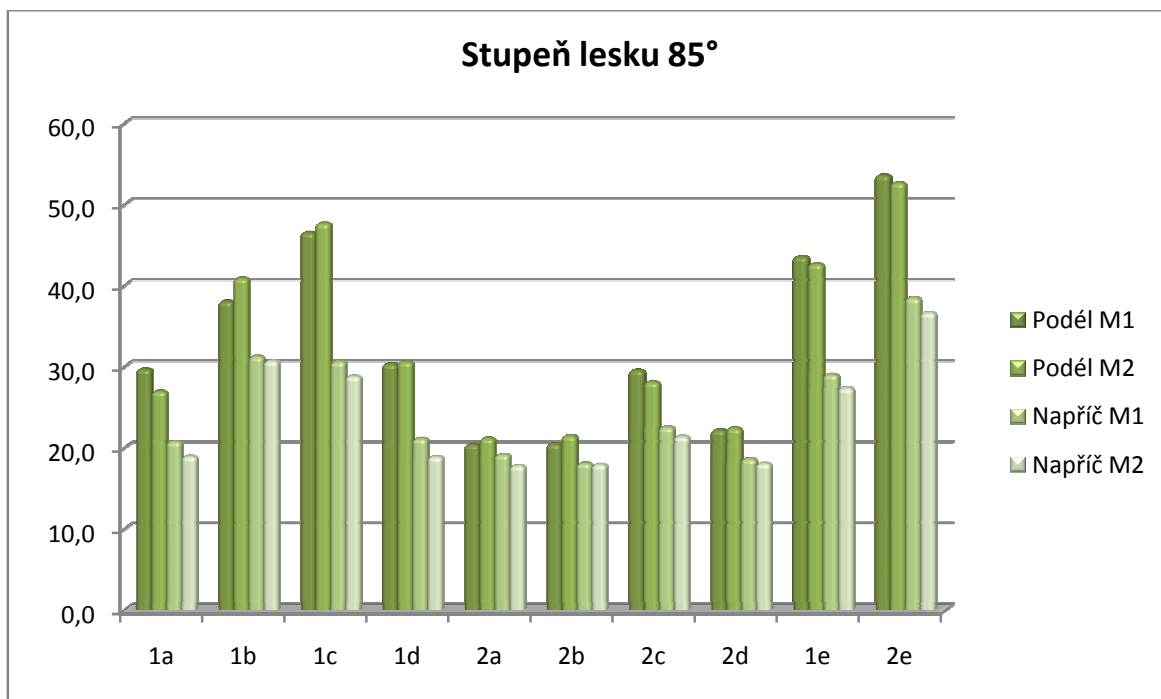
Stupeň lesku - Měření 2 (M <sub>2</sub> ) po 28 denní klimatizaci								
Vzorek	Lesk podél vláken [%]				Lesk napříč vláken [%]			
	60°	SMODCH	85°	SMODCH	60°	SMODCH	85°	SMODCH
1a	14,3	3,5	27,0	7,8	11,6	1,5	19,0	4,6
1b	24,4	2,4	40,9	4,9	20,6	2,4	30,7	2,7
1c	26,6	3,4	47,7	3,1	18,3	2,1	28,8	3,0
1d	14,4	1,9	30,6	5,6	10,9	1,2	18,9	3,1
2a	11,8	4,8	21,2	7,2	11,0	4,1	17,8	5,7
2b	11,9	3,1	21,5	3,4	11,0	2,4	18,0	3,4
2c	16,3	2,2	28,1	2,6	14,4	1,6	21,4	2,8
2d	9,3	2,1	22,4	6,4	8,8	1,9	18,1	5,2
1e	23,8	5,3	42,7	5,7	17,2	5,1	27,4	3,8
2e	39,4	5,2	52,7	7,3	27,7	3,1	36,7	3,3

Tabulka 13 - Změna stupně lesku po 28 dnech

Změna stupně lesku (M1 – M2)				
Vzorek	Podél vláken [%]		Napříč vláken [%]	
	60°	85°	60°	85°
1a	-1,3	-2,7	-1,0	-1,8
1b	0,7	2,8	0,4	-0,6
1c	2,2	1,1	-1,1	-1,8
1d	0,4	0,2	-1,1	-2,2
2a	1,1	0,8	-0,9	-1,4
2b	0,4	1,0	0,3	-0,2
2c	-0,9	-1,5	-0,6	-1,2
2d	0,2	0,2	0,3	-0,6
1e	0,4	0,9	1,5	1,6
2e	-0,7	1,0	1,7	1,8



Obrázek 33 - Změna stupně lesku při úhlu dopadu 60°

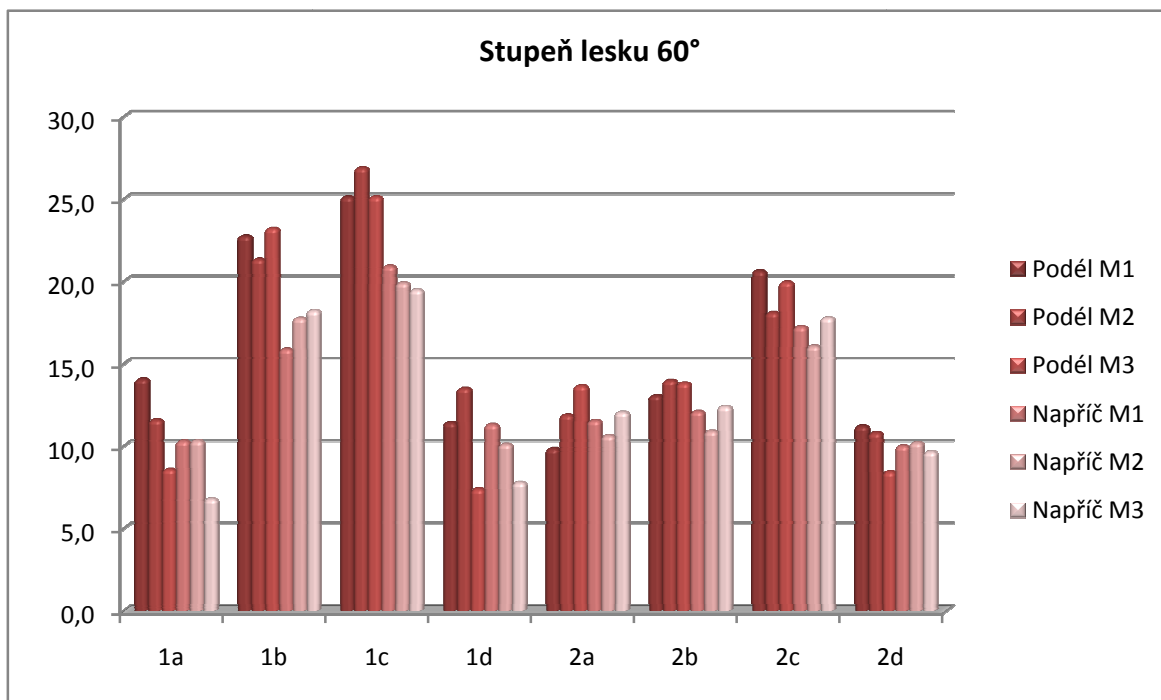


Obrázek 34 - Změna stupně lesku při úhlu dopadu 85°

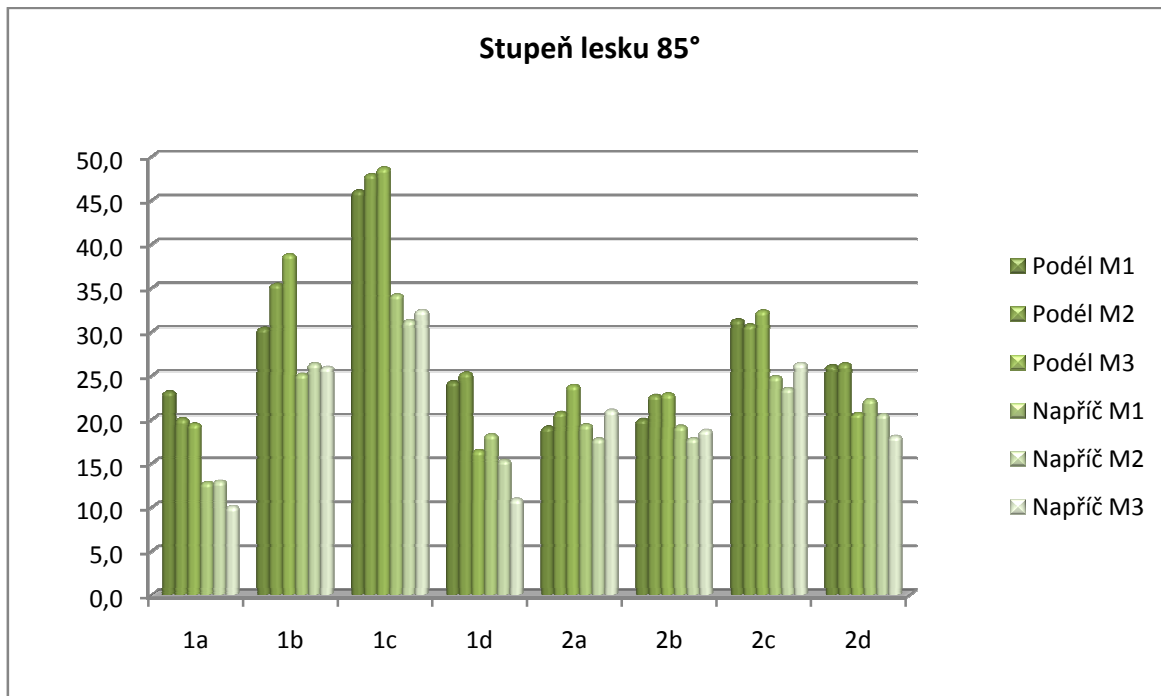
Další měření stupně lesku bylo provedeno při zkoušce odolnosti proti otěru po 79 dnech ( $M_3$ ). Vzhledem k tomu, že zkouška byla provedena na jednom zkušebním vzorku každé kombinace, naměřené stupně lesku pro  $M_1$  a  $M_2$  jsou platné pro konkrétní vzorek a mírně se liší od hodnot uvedených v tabulkách 11 a 12. Hodnoty pro  $M_3$  jsou aritmetickým průměrem 6-ti měření. V tabulce i grafu jsou uvedeny hodnoty stupně lesku z měření  $M_1$  i  $M_2$  pro konkrétní ořetrový vzorek.

Tabulka 14 - Změna stupně lesku po 79 dnech

Stupeň lesku při měření 1, měření 2, měření 3												
Vzorek	60°						85°					
	Podél vláken [%]			Napříč vláken [%]			Podél vláken [%]			Napříč vláken [%]		
	$M_1$	$M_2$	$M_3$	$M_1$	$M_2$	$M_3$	$M_1$	$M_2$	$M_3$	$M_1$	$M_2$	$M_3$
<b>1a</b>	14,1	11,6	8,6	10,3	10,3	6,8	23,2	20,1	19,5	12,8	13,0	10,1
<b>1b</b>	22,8	21,4	23,2	15,9	17,8	18,2	30,4	35,4	38,8	25,2	26,4	26,0
<b>1c</b>	25,1	26,9	25,2	20,9	19,9	19,5	46,1	48,0	48,7	34,2	31,3	32,5
<b>1d</b>	11,4	13,5	7,4	11,3	10,1	7,8	24,3	25,3	16,5	18,3	15,4	10,9
<b>2a</b>	9,9	11,9	13,7	11,6	10,6	12,1	19,1	20,8	23,9	19,4	17,8	21,1
<b>2b</b>	13,1	14,0	13,8	12,1	10,9	12,4	20,0	22,8	22,9	19,2	17,8	18,8
<b>2c</b>	20,6	18,1	20,0	17,3	16,1	17,8	31,4	30,8	32,4	24,9	23,5	26,4
<b>2d</b>	11,2	10,8	8,5	10,0	10,2	9,7	26,2	26,4	20,7	22,3	20,6	18,1



Obrázek 35 - Změna stupně lesku po 79 dnech při úhlu dopadu 60°



Obrázek 36 - Změna stupně lesku po 79 dnech při úhlu dopadu 85°



## 7.2. Zkouška stanovení změny barevného odstínu podle ČSN 67 3068

Podmínky měření: Teplota: *Měření 1:* 24,1°C    *Měření 2:* 24,6°C  
Vlhkost: *Měření 1:* 27 %    *Měření 2:* 27%

Měření bylo provedeno na pěti místech každého zkušební vzorku. Z naměřených hodnot byl posléze vypočítán aritmetický průměr pro danou kombinaci. Pro stanovení změny barevného odstínu v čase bylo provedeno druhé měření po uplynutí klimatizační doby 28 dní. Vzorky byly během této doby ponechány ve stálých klimatických podmínkách ( $T = \pm 22^{\circ}\text{C}$ ,  $w = \pm 30\%$ ) a zakryty tak, aby na ně nedopadalo sluneční záření. Z naměřených hodnot byla vypočítána hodnota změny barevného odstínu  $\Delta E$ , směrodatná odchylka a přiřazen stupeň hodnocení barevné stálosti.

Tabulka 15 – Vyhodnocení změny barevného odstínu

Vzorek	$\Delta E^*$	SMODCH	Stupeň hodnocení
1a	1,05	3,26	2
1b	0,91	3,34	2
1c	1,01	2,89	2
1d	0,59	1,91	2
1e	0,82	0,87	2
2a	0,38	3,35	1
2b	0,34	2,33	1
2c	1,17	2,69	2
2d	0,56	3,41	2
2e	0,71	1,82	2

## 7.3. Zkouška stanovení světlostálosti podle ČSN 91 0282

Podmínky měření: Teplota: 23,6°C  
Vlhkost: 26%

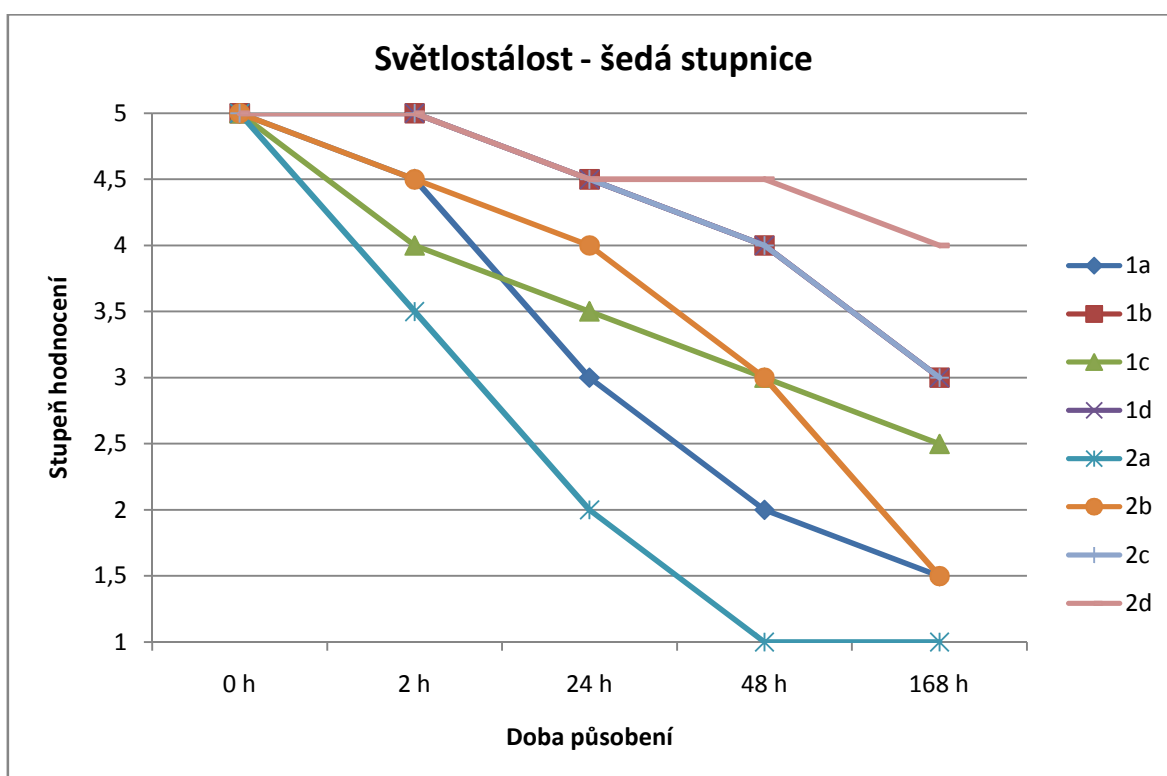
Pro zkoušku byly připraveny tři zkušební vzorky od každé kombinace. Polovina délky každého vzorku byla zakryta hliníkovou fólií a jeho barva byla změřena pomocí spektrofotometru. Celková délka ozařování byla naplánována na 168 hodin, s průběžným měřením stupně barevné změny po 2, 24, 48 a 168 hodinách.

Změna barvy byla hodnocena porovnáním s šedou stupnicí a pro doplnění bylo provedeno měření změny barevného odstínu  $\Delta E$  spektrofotometrem.

Podmínky ve zkušebním zařízení byly následovné: teplota 55°C, vlnová délka 340 nm, celková dávka záření za 168h byla 332,8 kJ/m<sup>2</sup>.

Tabulka 16 - Hodnocení světlostálosti dle šedé stupnice

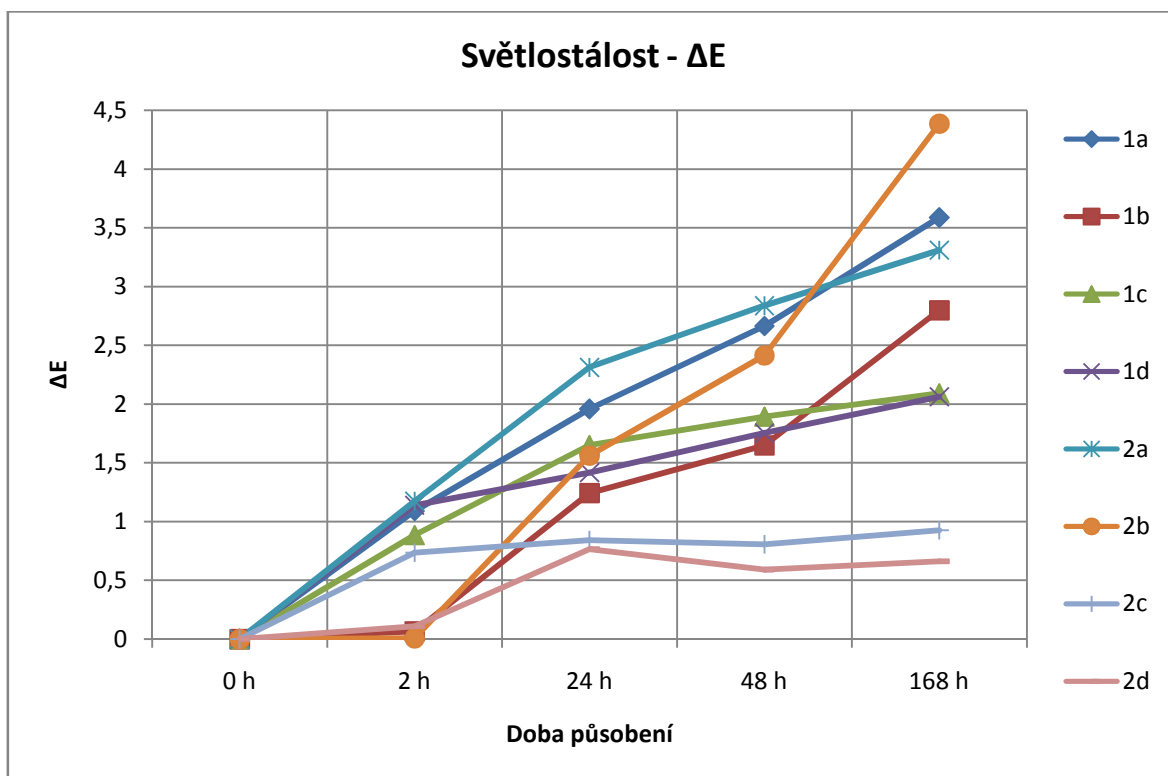
Vzorek	2h	24h	48h	168h
1a	4,5	3	2	1,5
1b	5	4,5	4	3
1c	4	3,5	3	2,5
1d	5	4,5	4	3
2a	3,5	2	1	1
2b	4,5	4	3	1,5
2c	5	4,5	4	3
2d	5	4,5	4,5	4



Obrázek 37 – Vývoj změny odstínu dle šedé stupnice

Tabulka 17 - Změna  $\Delta E$

Vzorek	2 h	24 h	48 h	168 h
1a	1,09	1,96	2,66	3,59
1b	0,07	1,24	1,65	2,80
1c	0,89	1,65	1,89	2,09
1d	1,14	1,42	1,75	2,06
2a	1,18	2,31	2,84	3,31
2b	0,01	1,56	2,41	4,39
2c	0,74	0,84	0,81	0,93
2d	0,11	0,77	0,59	0,66



Obrázek 38 - Změna barevného odstínu  $\Delta E$  v závislosti na době trvání zkoušky

#### 7.4. Stanovení tloušťky nátěrového filmu dle ČSN EN ISO 2808

Podmínky měření: Teplota: 24,3°C  
Vlhkost: 25%

Zkouška byla provedena na pěti místech každého vzorku. Z výsledných hodnot byl vypočítán aritmetický průměr, jakožto průměrná tloušťka NF.

Tabulka 18 – Tloušťka nátěrového filmu

Název	1a	1b	1c	1d	2a	2b	2c	2d
Ø Tloušťka [µm]	42,72	47,88	47,88	47,48	52,2	52	51,24	51,84
SMODCH	6,75	5,89	4,86	4,95	1,92	3,87	3,31	4,25

#### 7.5. Zkouška stanovení přilnavosti nátěru – mřížková zkouška podle ČSN ISO 2409 (67 3085)

Podmínky měření: Teplota: 24,3°C  
Vlhkost: 25%

Zkouška byla provedena třikrát na každém vzorku, výsledný stupeň hodnocení je uveden v tabulce 19. Můžeme říci, že všechny zkoušené formulace mají vyhovující přilnavost k podkladu (ČSN 91 0102 stanoví max. st. 1).

Tabulka 19 – Vyhodnocení mřížkové zkoušky

Vzorek	1a	1b	1c	1d	1e	2a	2b	2c	2d	2e	3a	3b	3c
Naměřené hodnoty	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0
Stupeň hodnocení	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0

## 7.6. Zkouška stanovení povrchové tvrdosti tužkami podle ČSN EN ISO 15 184

Podmínky měření: Teplota: 24,1°C

Vlhkost: 26%

Stanovená tvrdost povrchové úpravy na bázi UF a MUF jest stupeň č. 13, ačkoli odpovídající tužka 9H na NF nezanechala vryp. Povrchová tvrdost PÚ je tedy velice dobrá a převyšuje například i požadavky normy ČSN 91 0102, kde je stanovena minimální tvrdost 8 pro nejvíce zatěžované plochy A a B. U ploch dokončených PVAc lepidlem byl stupeň odolnosti mírně nižší.

Tabulka 20 – Vyhodnocení tvrdosti tužkami

Vzorek	1a	1b	1c	1d	1e	2a	2b	2c	2d	2e	3a	3b	3c
Stupeň hodnocení	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	12	12	12

## 7.7. Stanovení tvrdosti nátěru mikrotvrdoměrem podle ČSN 67 3074 přístrojem FL – 2000 H

Podmínky měření: Teplota: 24,1°C

Vlhkost: 26%

Naměřené hodnoty UF a MUF lepidel se liší minimálně, UF lepidlo má hodnoty průhybu nepatrně nižší. Je také patrný zanedbatelný rozdíl mezi daty naměřenými podél a napříč vláken, kdy hodnoty naměřené podél jsou vyšší o 0,05 do 0,55  $\mu\text{m}$ .

Tabulka 21 – Tvrdost povrchu rovnoběžně s vlákny

Podél vláken													
Vzorek	1a	1b	1c	1d	1e	2a	2b	2c	2d	2e	3a	3b	3c
Ø Průhyb NF [ $\mu\text{m}$ ]	9,35	9	8,9	9,6	9,1	9,3	9,6	9,65	9,65	9,3	16	16,3	15,0
SMODCH	1,53	1,84	1,34	1,43	1,15	1,42	1,20	1,68	1,49	1,40	1,90	2,19	1,90

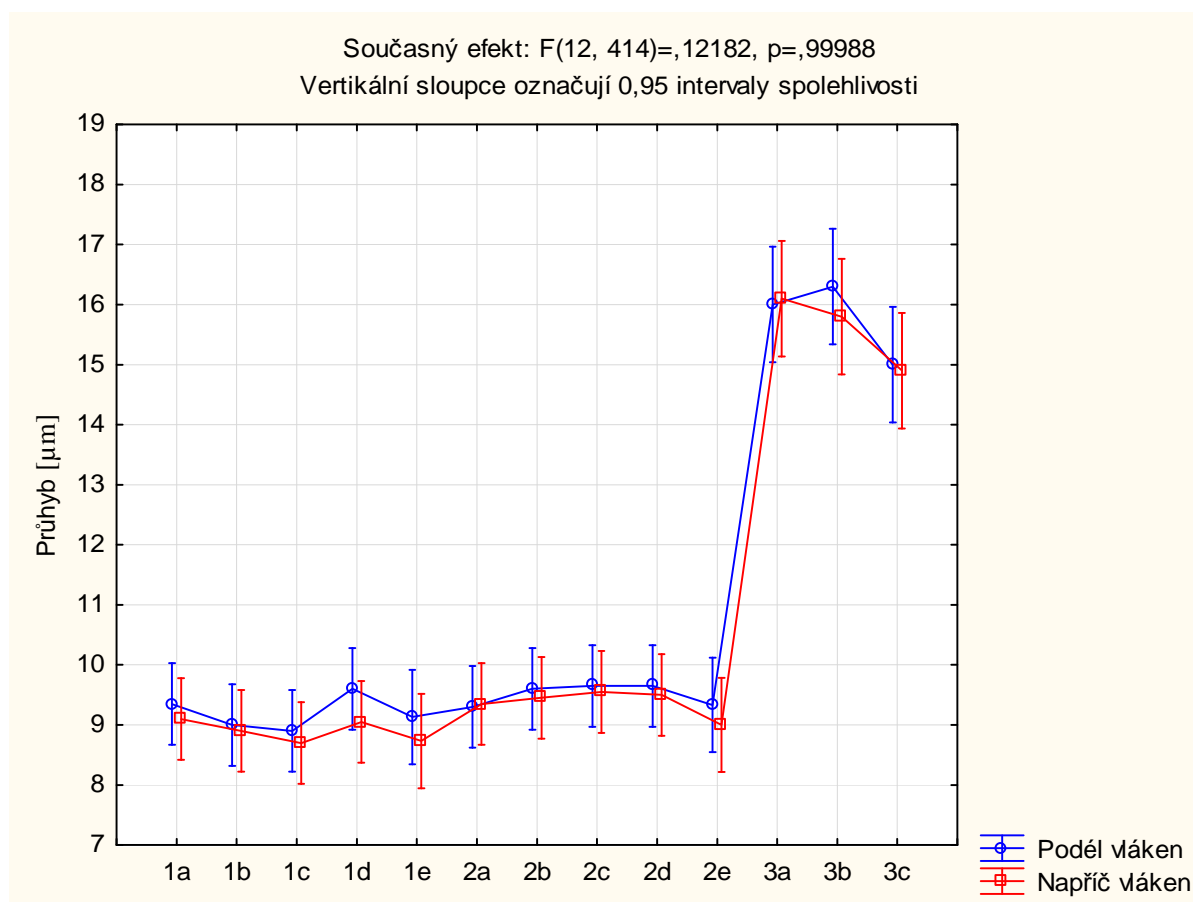
Tabulka 22 – Tvrdost povrchu kolmo na vlákna

Napříč vláken													
Vzorek	1a	1b	1c	1d	1e	2a	2b	2c	2d	2e	3a	3b	3c
Ø Průhyb NF [µm]	9,1	8,9	8,7	9,05	8,7	9,35	9,45	9,55	9,5	9,0	16,1	15,8	14,9
SMODCH	1,51	1,70	1,14	1,36	0,93	1,24	1,43	1,56	1,24	1,10	2,07	1,99	1,76

## Analýza rozptylu – ANOVA

Tabulka 23 - ANOVA – jednorozměrné testy významnosti

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti, velik. efektů a síly pro Prom3 (Tabulka14) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy								
	SČ	Stupně volnosti	PČ	F	p	Parciál. éta-kvadr.	Výstř.	Pozor. síla (alfa=0,05)	
Abs. člen	46687,86	1	46687,86	19466,01	0,000000	0,979175	19466,01	1,000000	
"Prom1"	2186,56	12	182,21	75,97	0,000000	0,687703	911,66	1,000000	
"Prom2"	4,32	1	4,32	1,80	0,180297	0,004332	1,80	0,267795	
"Prom1"*"Prom2"	3,51	12	0,29	0,12	0,999880	0,003519	1,46	0,092678	
Chyba	992,95	414	2,40						



Obrázek 39 - Graf dvoufaktorové ANOVY

## 7.8. Zkouška stanovení odolnosti nátěru proti padající kuličce podle BS 3962: část 6

Podmínky měření: Teplota: 24,3°C  
Vlhkost: 25%

Zkouška byla provedena na každém zkušebním vzorku třikrát, z výsledných dat byl stanoven stupeň hodnocení, odpovídající nejčastěji zaznamenané hodnotě. Všechny kombinace dosahují velice dobrých výsledků, odolnost NF proti pádu kuličky je tedy i přes vysokou tvrdost velice dobrá.

Tabulka 24 – Hodnocení zkoušky

Vzorek	1a	1b	1c	1d	1e	2a	2b	2c	2d	2e	3a	3b	3c
Naměřené hodnoty	5	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	5
	4	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	5
	4	5	4	5	4	4	4	5	5	5	5	5	5
Stupeň hodnocení	4	5	5	5	4	5	4	5	5	4	5	5	5

## 7.9. Zkouška stanovení odolnosti nátěru vůči vrypu podle BS 3962: část 6

Podmínky měření: Teplota: 22,4°C  
Vlhkost: 31%

Zkouška byla provedena dvakrát na jednom zkušebním vzorku každé kombinace. Rycí hrot byl umístěn kolmo na dřevní vlákna.

Tabulka 25 – Vyhodnocení zkoušky

Vzorek	1a	1b	1c	1d	1e	2a	2b	2c	2d	2e	3a	3b	3c
Zatížení [N]	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5,5	1,5	1,5	1,5
Stupeň hodnocení	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	2	2	2

## 7.10. Zkouška odolnosti nátěrového filmu proti působení studených kapalin podle ČSN EN 12 720 (91 0280)

Podmínky měření: Teplota: 26°C

Vlhkost: 25%

Zkouška byla provedena třikrát na každém testovaném vzorku. Jak dokládají tabulky 26 a 27, všechny zkoušené kombinace vykazovaly velice nízký stupeň odolnosti proti působení zkušebních kapalin.

Tabulka 26 – Výsledky zkoušky po 6 hodinách působení

Stupeň hodnocení													
Vzorek	1a	1b	1c	1d	1e	2a	2b	2c	2d	2e	3a	3b	3c
Voda	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	4	2	2
Olej	2	3	2	2	2	3	2	2	2	2	5	5	2
Červené víno	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	3	2	2
Čistící prostředek	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	3	2	2

Tabulka 27 – Výsledky zkoušky po 1 hodině působení

Stupeň hodnocení													
Vzorek	1a	1b	1c	1d	1e	2a	2b	2c	2d	2e	3a	3b	3c
Voda	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	2	2
Olej	5	3	2	3	2	4	4	4	2	2	-	-	5
Červené víno	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	2	2
Čistící prostředek	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	2	2

## 7.11. Zkouška stanovení odolnosti proti působení páry

Podmínky měření: Teplota: 22,4°C

Vlhkost: 31%

Zkouška byla provedena na jednom vzorku každé kombinace. Ani jedna PÚ však nedokázala odolat působení páry. Po hodině působení, bylo lepidlo z povrchu vzorků opatřených UF a MUF lepidly odstraněno až na podklad. PÚ lepidly PVAc byla odolnější, nicméně poškození bylo taktéž velmi značné.



Tabulka 28 – Výsledky zkoušky

Vzorek	1a	1b	1c	1d	1e	2a	2b	2c	2d	2e	3a	3b	3c
Stupeň hodnocení	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2

## 7.12. Zkouška stanovení odolnosti nátěru proti otěru

Podmínky měření: Teplota: 24,6°C

Vlhkost: 25%

Z důvodu zanechávání barevných stop (červená, žlutá) na pomůckách (hadry, lisovací fólie) byla provedena zkouška odolnosti proti otěru. Od každé kombinace byl vybrán jeden zkušební vzorek, na kterém bylo provedeno na šesti místech měření lesku a to v podélném i příčném směru. Z naměřených hodnot byl vypočítán aritmetický průměr určující průměrný SL kombinace. Na základě rozdílu hodnot byl poté dle klasifikační tabulky přidělen kombinacím stupeň hodnocení odolnosti.

Většina zkoušených vzorků vykazovala nepatrné zvýšení stupně lesku. Pouze tonaxyl UF, žlutá MUF a chromolanová žluť MUF vykazovaly snížení SL (červeně podbarvené hodnoty).

Tabulka 29 - Vyhodnocení zkoušky ve směru podél vláken

Změna stupně lesku podél vláken							
Vzorek	Před zkouškou		Po zkoušce		Rozdíl		Stupeň hodnocení
	60°	85°	60°	85°	60°	85°	
1a	8,6	19,5	11,4	22,5	2,8	3,0	2
1b	23,2	38,8	22,6	36,0	-0,7	-2,8	2
1c	25,2	48,7	25,5	44,2	0,3	-4,5	3
1d	7,4	16,5	9,1	21,9	1,7	5,5	3
2a	15,3	28,9	16,7	31,8	1,4	2,9	2
2b	13,8	24,6	14,7	26,3	0,9	1,8	1
2c	22,8	40,8	24,4	37,3	1,6	-3,5	2
2d	8,5	20,7	11,4	24,4	2,9	3,7	2

Tabulka 30 – Vyhodnocení zkoušky ve směru napříč vláken

Změna stupně lesku napříč vláken							
Vzorek	Před zkouškou		Po zkoušce		Rozdíl		Stupeň hodnocení
	60°	85°	60°	85°	60°	85°	
1a	6,8	10,1	6,6	11,4	-0,2	1,3	1
1b	18,2	26,0	19,4	26,7	1,2	0,7	1
1c	19,5	32,5	19,7	32,5	0,2	0,0	0
1d	7,8	10,9	8,2	13,0	0,4	2,1	1
2a	12,1	22,2	12,9	22,2	0,9	0,0	1
2b	12,4	18,8	12,6	20,8	0,2	2,0	1
2c	17,8	26,4	18,8	28,2	1,0	1,8	1
2d	9,7	18,1	12,0	21,0	2,3	2,9	2

### 7.13. Zkouška stanovení odolnosti nátěru proti oděru podle ČSN 91 0276

Podmínky měření: Teplota: 24,6°C  
 Vlhkost: 30%

Zkouška byla provedena na jednom vzorku každé kombinace. Naměřené hodnoty součinitele odolnosti proti oděru  $K_T$  jsou minimální a převyšují i požadavky ČSN 91 0102 pro plochy A, která stanoví jako minimální hodnotu 0,12 g/100 ot. Je to způsobeno vysokou tvrdostí NF.

Tabulka 31 – Koefficient oděru

Vzorek	1a	1b	1c	1d	2a	2b	2c	2d
m1 [g]	144,291	143,716	143,092	148,865	144,016	143,028	144,666	145,313
m2 [g]	144,208	143,654	143,023	148,800	143,953	142,973	144,609	145,254
$K_T$	<b>0,082</b>	<b>0,061</b>	<b>0,068</b>	<b>0,064</b>	<b>0,062</b>	<b>0,054</b>	<b>0,056</b>	<b>0,058</b>

## 8. Diskuze

Zkoušené povrchové úpravy vykazovaly v mnoha ohledech velmi dobré fyzikální a mechanické vlastnosti.

**Zkouška stanovení lesku** dle ČSN 91 0273 prokázala, že se stupeň lesku zkoušených NF měnil pouze minimálně. Dle normy ČSN 91 0102 se většina kombinací pohybovala v kategorii polomat. Výjimkou byla kombinace **2d**, která vykazovala od počátku nižší stupeň lesku (mat) a SL klesl během 79 dní do obdobných hodnot i u **1d** a **1a**. Tyto dvě kombinace vykazovaly největší snížení stupně lesku.

V tabulce 13 jsou uvedeny rozdíly stupně lesku po 28 denní klimatizaci. Většina kombinací při geometrii měření 60° prodělala jen mírnou změnu lesku do 1,1% (zvýšením nebo snížením). Výraznější rozdíly vykazovaly kombinace **1c**, **1e** a **2e**, kde došlo ke zvýšení stupně lesku přibližně o 2%. Při geometrii 85° byly rozdíly větší, ovšem jak dokládají grafy, hodnoty se pohybují těsně okolo hodnot z prvního měření. Z grafů je patrné, že obarvené kombinace s UF lepidlem mají při stejném barevném odstínu vyšší stupeň lesku. Naproti tomu u bezbarvých NF vykazuje vyšší číslo lesku MUF lepidlo. Nejvyšší lesk vykazovala směs **1c** (47,7 %) a **1b** (40,9 %), u nich také došlo k nárůstu stupně lesku mezi měřeními (u **1c** pouze v podélném směru, ve směru příčném se SL naopak snížil o 1,8%). K největšímu snížení SL došlo u kombinace **1a**, kde ve směru podél vláken byla změna o -2,7 % a ve směru kolmém na vlákna -1,8 %. Výraznější snížení SL bylo zjištěno i u kombinace **1d**, kde byla změna při měření v příčném směru -2,2%.

Z tabulky 13 je zřejmé, že se SL při měření podél vláken u většiny zkoušených kombinací mírně zvýšil, u měření napříč dřevním vláknům byla situace veskrze opačná a výjimku tvořily neobarvené kombinace **1e** a **2e**.

Na obrázcích 35 a 36 znázorňujících změnu stupně lesku během 79 dnů je patrné výrazné snížení SL u kombinace **1a**, **1d** a **2d** a to jak při měření 60° tak 85° v podélném i příčném směru. Hodnoty se pohybovaly od 2,7 do 5,5 % u **1a**, od 3,5 do 7,8 % u **1d** a od 3,7 do 5,5 % u **2d**. Při měření pod úhlem 85° vykazovaly kombinace **1b**, **1c**, **2a** a v menší míře i **2b** a **2c** zvýšení SL. Navýšení bylo patrné nejvíce na kombinaci **1b** při měření podél vláken (+8,4 %) a **2a** též při měření podél vláken (+4,8 %).

Z měření vyplývá, že nelze jednoznačně určit, které z použitých lepidel vykazuje větší odolnost. Degradací procesy ovlivňují PÚ obdobnou měrou a velice záleží na druhu použitého barviva nebo pigmentu.

**Zkouška stanovení změny barevného odstínu** dle ČSN 67 3068 prokázala, jak je patrné z tabulky 15, že nejmenší barevnou změnu po 28 dnech prodělaly kombinace **2a** a **2b**, které byly klasifikovány nejvyšším stupněm odolnosti č.1 značícím velmi dobrou barevnou stálost. Ostatní kombinace byly klasifikovány stupněm č.2 – postřehnutelná změna barevného odstínu.

**Zkouška stanovení světlostálosti** podle ČSN 91 0282 byla vyhodnocována podle šedé stupnice a pro porovnání bylo provedeno měření změny barevného odstínu spektrofotometrem.

Z hodnot zjištěných porovnáním vzorků s šedou stupnicí po době ozařování 168 hodin je patrné, že nejmenší odolnost vykazovala kombinace **2a**, která byla hodnocena stupněm 1 šedé stupnice (viz. tabulka 16). Nízkou hodnotu také vykazovaly kombinace **1a** a **2b** (st. 1,5). Naopak nejvyšší hodnoty měly kombinace **2d** (st. 4) a **1b**, **1d**, **2c** (st.3).

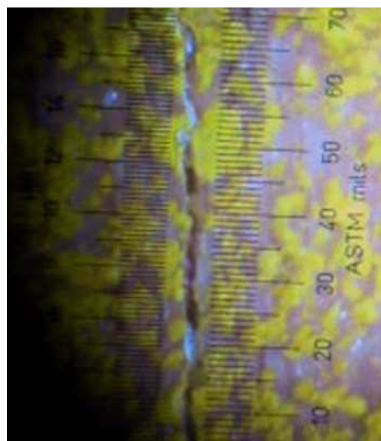
Měření změny barevného odstínu prokázalo přibližnou shodu s hodnocením podle šedé stupnice. Největší hodnoty  $\Delta E$  byly u kombinací hodnocených podle šedé stupnice stupněm 1 – 1,5. Nicméně z naměřených hodnot vyplývá, že se zjištěné údaje přímo neshodují s porovnáváním dle šedé stupnice. Po 168 hodinách ozařování vykazovala největší hodnotu změny  $\Delta E$  (4,39) kombinace **2b**, která byla podle šedé stupnice hodnocena stupněm 1,5. Kombinace **2a**, která měla stupeň hodnocení dle šedé stupnice nejnižší – č. 1, měla  $\Delta E$  3,31 (až třetí nejvyšší). U kombinací **1b**, **1d**, **2c**, které měli stupeň hodnocení dle šedé stupnice 3, byla  $\Delta E$  v rozmezí od 0,93 do 2,8. Při vyhodnocování světlostálosti je proto použití porovnávání vzorků se šedou stupnicí výhodnější.



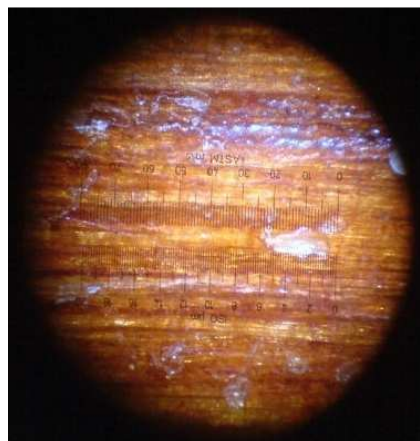
Obrázek 40 - Degradace PÚ, stupeň č. 1

**Přilnavost nátěru mřížkovou zkouškou** podle ČSN ISO 2409 prokázala vynikající přilnavost zkoušených PÚ. Při této zkoušce bylo také pomocí přístroje BYKO - CUT zjištěno, že pigmenty (červená a žlutá) nejsou zcela zakotveny v pojivu. Barvivo ulpívá v drobných „šupinkách“ na povrchu a při strhávání lepicí pásky docházelo v malé míře k jeho přilepení a uvolnění se z podkladu. Tento jev není příliš

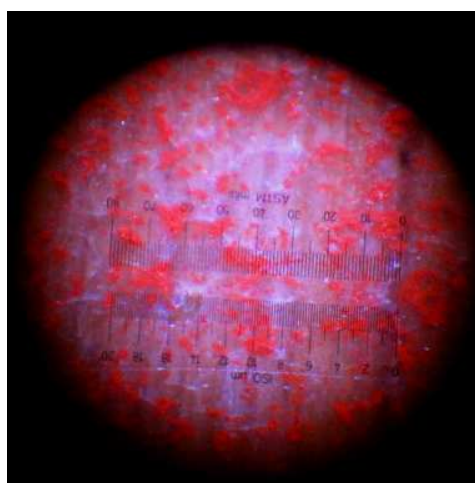
patrný pouhým okem, nicméně při velkém zvětšení je struktura povrchu viditelná. Na povrchu všech vzorků jsou navíc při zvětšení pod přístrojem BYKO – CUT patrné mikro praskliny filmu. V případě formulace **2b** jsou trhliny viditelné dokonce pouhým okem. S největší pravděpodobností jsou způsobené pnutím v povrchových vrstvách materiálu při klimatizaci po vytažení z lisu. Tyto trhliny nepříznivě ovlivňují zejména odolnost vůči studeným kapalinám, neboť se jimi do dřeva dostává voda, která způsobuje bobtnání dřevních vláken a narušuje tak strukturu povrchu.



Obrázek 41 - Mikrotrhlina v NF



Obrázek 43 - Správně obarvený film



Obrázek 42 - Nezakotvené pigmenty



Obrázek 44 - Popraskaný NF (makrotrhliny)

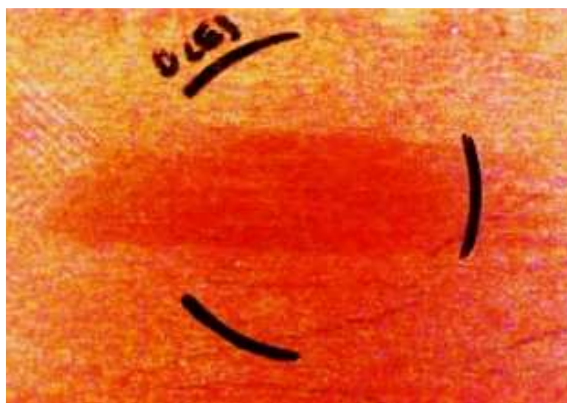
Velice dobrých výsledků bylo dosaženo při **měření tvrdosti nátěrového filmu** a to ať již pomocí tužek, tak měřením mikrotvrdoměrem. PÚ mají vysokou tvrdost převyšující i požadavky normy ČSN 91 0102 pro nejvíce exponované plochy A a B. Tvrdost PÚ na bázi PVAc byla nepatrně menší, nicméně i tak dosáhla vynikajících výsledků.

Vzhledem k vysoké tvrdosti byla předpokládána nízká pružnost NF. Pro otestování byla zvolena **zkouška odolnosti proti padající kuličce** podle BS 3962. PÚ však vykazovaly velice dobré výsledky pohybující se mezi prvními dvěma nejvyššími stupni hodnocení. Docházelo pouze k promáčknutí podkladu, avšak vlastní NF byl poškozen minimálně.

Nepatrně nižší odolnosti měly zkoušené PÚ proti **vrypu**, kdy byly klasifikovány stupněm 4 a formulace **1c** a **2b** dokonce stupněm 3. I tak je výsledek zkoušky velice dobrý. Odolnost NF na bázi PVAc byla klasifikována stupněm 2, neboť hodnota síly způsobující poškození byla pouze 1,5 N. Ovšem v případě PVAc byl horší výsledek předpokládán.

**Zkouška odolnosti nátěrového filmu proti působení studených kapalin** podle ČSN EN 12 720 byla provedena nejprve v době trvání šest hodin, po vyhodnocení byla provedena ještě jednou ve zkráceném čase jedné hodiny.

PÚ vykazovaly největší rezistenci vůči působení oleje. Bylo navíc zjištěno, že poškození olejem, respektive viditelnost ovlivňuje barva NH – u tmavých odstínů zaniká. Olej ovšem u pigmentovaných NH (červená a žlutá) narušoval povrch. Barva se při otírání stírala více z míst vystavených působení oleje. Po 6-ti hodinách působení byl povrch na několika vzorcích nepatrně naleptán. Velmi špatnou odolnost vykazovaly všechny PÚ proti ostatním kapalinám na bázi vody. V zásadě nedošlo k poškození samotného filmu, ale vlivem mikrotrhlin v něm, se začala do podkladové dýhy vsakovat voda a nabobtnávat vlákna. Praskliny se místy zvětšily a změnila se struktura posuzovaného povrchu, což šlo pocítit hmatem a bylo vidět pod lupou. Po delším vysychání (poškození bylo patrné při hodnocení 20 h po ukončení zkoušky) se defekty znatelně zmenšily a jsou takřka nepatrné, ale při opakovaném vystavování působení vody existuje možnost, že se praskliny v PÚ budou zvětšovat a nátěr se začne od podkladu odlupovat. Kromě tohoto poškození vlivem bobtnání nedošlo k jiným defektům narušujícím NF. Tento jev se projevoval jak u obarvených směsí, tak na plochách dokončených neobarveným lepidlem. Lze tedy tvrdit, že přídavek barviv nebo pigmentů neměl na odolnost PÚ zásadní vliv.



Obrázek 45 - Poškození olejem



Obrázek 46 - Poškození vodou

Obarvené PÚ na bázi PVAc vykazovaly stejně jako UF a MUF vysokou odolnost proti působení oleje, který na zkoušených vzorcích nezanechal žádné stopy. U neobarveného lepidla došlo v menší míře k proniknutí oleje do dýhy. Odolnost proti kapalinám na bázi vody byla horší a to zejména u kombinace **3b** a **3c**, kdy zjištěné stupně odolnosti po 6 i 1 hodině byly klasifikovány stupněm 2. U kombinace **3a** byla odolnost proti vodě vyšší (st. 4 po 6 hodinách, st. 5 po 1 hodině), ale odolnosti vůči čisticímu prostředku a červenému vínu byly u obou zkoušek klasifikována stupněm 3. Nižší odolnost je vzhledem k reverzibilnímu charakteru PVAc lepidla logická a povrch opatřený touto PÚ není dobré vystavovat vlhkosti. U **3b** a **3c** docházelo ke snížení lesku pouhým otřením povrchu vlhkým hadrem. U **3a** byla odolnost patrně přídavkem akrylátu z barvy Hesse poněkud vyšší, ale látky obsažené v čisticím prostředku a kyseliny a etanol ve víně povrch narušily.

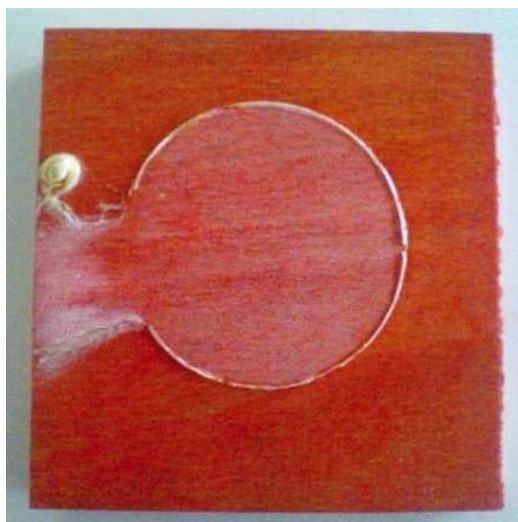
Díky mikroprasklinám v NF způsobujících pronikání zkoušených kapalin do podkladu se bohužel nepotvrdila předpokládaná vyšší odolnost MUF lepidla.

Další zkouškou bylo **stanovení odolnosti vůči působení vodní páry**. Během zkoušky došlo u UF i MUF kombinací k totálnímu odpaření a rozpuštění NF, tudíž byly zhodnoceny klasifikačním stupněm 1. PVAc lepidla měla odolnost vůči páře vyšší, byla zhodnocena klasifikačním stupněm 2. Došlo sice k výrazné změně lesku, barvy a struktury povrchu, ale NF zůstal zachován.





Obrázek 47 - Poškození st. 2 (vzorek 3a)



Obrázek 48 - Poškození st. 1 (vzorek 1d)

Vzhledem k faktu, že kombinace s červeným a žlutým pigmentem zanechávaly na zkušebních pomůckách jako hadry nebo lisovací fólie stopy a vzhledem ke zjištění nehomogenity NF těchto kombinací při pozorování pod přístrojem BYKO – CUT byla provedena **zkouška odolnosti NF proti otěru**. Naměřené hodnoty lesku vykazovaly větší změnu při měření podél vláken. Nejnižší odolnost byla u **1c** a **1d** (stupeň 3). Paradoxně **1c** měla při měření napříč vláken minimální změnu stupně lesku a hodnocení klasifikačním stupněm 0. Kromě kombinací **1b**, **1c** a **2c** došlo u všech ostatních ke snížení stupně lesku. U těchto tří se SL zvýšil od 2,8 do 4,5 %.

K otírání pigmentů ze zkoušených ploch prakticky nedocházelo – zbarvení otěrových patek po provedení zkoušky bylo nepatrné.

Vynikající odolnost prokázaly zkoušené PÚ v **odolnosti vůči oděru**, kde naměřené hodnoty koeficientu oděru  $K_T$  všech zkoušených kombinací jsou minimální (0,054 – 0,082) a převyšují i požadavky ČSN 91 0102 pro plochy A, která stanoví jako minimální hodnotu 0,12 g/100 ot. Je to způsobeno vysokou tvrdostí NF.



## 9. Zhodnocení přínosu pro praxi

Výsledky provedených zkoušek prokazují v mnoha ohledech vynikající odolnost zkoumaných PÚ. Největší problém představuje odolnost NF vůči působení vody a jiným studeným kapalinám. Tento problém byl u PÚ na bázi UF a MUF lepidel způsoben vznikem mikrotrhlin, kterými voda a ostatní kapaliny prosáklý do podkladu a u PVAc hmot samotným charakterem lepidla. Jednou z možností, jak tomuto jevu předejít by bylo použití jiného podkladového materiálu, jako jsou aglomerované konstrukční desky nebo podkladové papíry. V případě PVAc modifikace jeho vlastností například pojivy na bázi akrylátu, neboť výsledky s přidavkem akrylátové barvy byly podstatně lepší (co se týče chemické odolnosti).

System dokončování je založený na principu nanášení dokončovacích směsí pomocí nanášeček lepidel a vytvrzování ve vyhřívaném lisu. Technologie výroby je velmi nenáročná a pro potenciální uživatele nepředstavuje vysoké investice. Je pouze nutné opatřit lis separační fólií zabraňující přilepení dílce na lisovací desky.

Tento způsob dokončování je velmi rychlý a pro PÚ stavebně-truhlářských výrobků s krátkou dobou životnosti je velmi výhodný. Velkou výhodou je široký sortiment trhu a tudíž fakt, že si výrobce bude moci zvolit lepidlo přesně podle svých požadavků, neboť právě zvolené lepidlo má na konečné vlastnosti PÚ zásadní vliv.

Jak je zmíněno výše, největším nepřítelem této PÚ je voda, proto pro co nejděší životnost není vhodné používat takto dokončené dílce přímo v exteriéru. Ovšem vzhledem k primárnímu určení pro výrobky s krátkou dobou životnosti je odolnost v závislosti na míře zatěžování dostačující. Tuto PÚ lze využít na stavebně-truhlářské výrobky jako jsou podhledy (schodiště, stropy...), kde by i životnost byla vysoká, dále různé pomocné a dočasné konstrukce, přepravní obaly, stavení bednění, či veletržní stánky. System lze aplikovat i na nábytkové dílce, zejména pak například na dna zásuvek nebo záda skříní. V neposlední řadě lze při použití vodovzdorných lepidel tyto PÚ používat i do venkovního prostředí a vyrábět například lavičky, čekárny a jiný městský inventář. Další možností, která by se dala využít, je použití obarvených lepidel již při výrobě překližek a vyrábět desky přímo opatřené vrstvou PÚ jakožto alternativu k deskám dokončených lamináty nebo fóliemi.

Z hlediska vlivu na životní prostředí a vnitřní prostředí v budovách je výhodnější používat MUF lepidla, která mají nižší emise volného formaldehydu a vyšší odolnosti proti působení vody. Rozdíl mezi nimi a UF lepidly byl ve zkouškách prokázán pouze v optických vlastnostech, zejména stupni lesku, kdy UF PÚ vykazovaly stupeň lesku nepatrně vyšší. Tuto vlastnost ovšem ovlivňuje celá řada faktorů jako příprava podkladu, zvolené barvivo nebo pigment a v neposlední řadě povrch separačních fólií.

## 10. Závěr

Cílem této diplomové práce bylo navrhnout a vyhodnotit způsob dokončování stavebně-truhlářských výrobků s krátkou dobou životnosti a otestovat fyzikální a mechanické vlastnosti dokončovacích hmot na bázi lepidel.

Bylo vytvořeno celkem jedenáct tónovaných dokončovacích hmot na bázi lepidel UF, MUF a PVAc. Pro zjištění míry ovlivnění vlastností použitými barvivy a pigmenty byly dále připraveny PÚ na bázi čistých nemodifikovaných lepidel UF, MUF a PVAc.

Byla provedena celá řada zkoušek fyzikálních a mechanických vlastností vytvořených hmot. Jednalo se o zkoušky stanovení stupně lesku, změny barevného odstínu a světlostálosti, dále o zjištění tvrdosti NF, odolnosti proti pádu kuličky, vrypu, oděru, otěru, odolnosti proti páře a studeným kapalinám.

Z výše zmíněných zkoušek dosahovaly zkoušené PÚ nejhorších výsledků v odolnosti proti studeným kapalinám a odolnosti proti působení vodní páry. Vzhledem k mikrotrhlinám v NF, které nepříznivě ovlivnily výsledek zkoušky v odolnosti proti studeným kapalinám, nedošlo ani k potvrzení předpokladu o lepší odolnosti MUF lepidla proti vodě. V ostatních zkouškách byla odolnost PÚ velmi dobrá.

Na základě zjištěných výsledků lze tvrdit, že navrhovaný způsob dokončování poskytuje v celé řadě oblastí široké možnosti uplatnění. Pro praktické využití není potřeba používat žádné speciální strojní vybavení a rychlost dokončování je velmi vysoká, čímž se snižují výrobní náklady. Výhoda systému tkví také v obrovské variabilitě možných použitelných barviv a poživ.

Při dalším studiu této problematiky by pak bylo vhodné zaměřit se na vliv podkladového materiálu, otestovat další druhy lepidel a zkusit modifikovat jejich vlastnosti zejména pro získání lepší odolnosti proti vodě a jiným kapalinám.

## 11. Summary

The aim of this diploma thesis was to design and evaluate surface finishing of wood construction with a short shelf life and test the physical and mechanical properties of coating based adhesives.

Eleven tinted finishing materials based adhesives UF, MUF and PVAc was made. For compare changes in the properties caused by the added dyes and pigments, was created three finishing material without additives.

Several tests of physical and mechanical properties were carried. It were the measurement of gloss degree, degree of color change and light fastness, next tests were measuring hardness of coat , resistance to the falling steel ball , scratch , abrasion , attrition, steam and cold liquids.

The worst results of tests of finishing materials were in resistance to cold liquids and steam. The main problem was the formation of microcracks in film. It meant that assumption of better resistance to water of MUF glue could not be confirmed. Other resistances of finishing materials were very good.

The proposed method of surface finishing can be used in wide range of cases. For practical use there is no need to use any special machine and finishing speed is very high, thus reducing production costs. The advantage of this system is the possibility to use many kinds of binders and dyes.

For the next study of this issue would be appropriate to focus on the influence of the substrate, to test other types of adhesives and try to modify their properties, in particular to obtain a better resistance to water and other liquids .

## 12. Použitá literatura

1. DRÁPELA, Jindřich. *Výroba nábytku: technologie*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1980, 484 s.
2. DUCHÁČEK, Vratislav. *Polymery: výroba, vlastnosti, zpracování, použití*. Vyd. 3., přeprac. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2011, 276 s. ISBN 978-80-7080-788-0.
3. DUŠEK, Libor. *Organické pigmenty*. Vyd. 1. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2004, 240 s. ISBN 80-7194-635-4.
4. EISNER, Karel. *Příručka lepení dřeva*. 2., přeprac. a rozš. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1966, 287 s.
5. FELDMAN D., BARBLATA A. *Synthetic Polymers*. London: Chapman nad Hall, 1996, 361 s. ISBN 0-412-71040-4
6. FLEIŠMANNOVÁ, V. *Vliv úpravy povrchů nábytkových dílců před dokončováním transparentními laky na světlostálost povrchové úpravy: Diplomová práce*. MENDELU v Brně, 2011. 74 s.
7. GREGOR, Mikuláš. *Anorganické pigmenty*. Bratislava, 1956.
8. HORÁK, Jiří a Jozef OSTRČIL. *Truhlářská technologie II: pro 2. a 3. ročník SOU oboru truhlář se zaměřením na výrobu nábytku a zařízení a na stavební výrobu*. 1. vyd. Praha: SNTL-Nakladatelství technické literatury, 1991, 345 s. ISBN 80-03-00618-x.
9. HOŠŤÁLEK, M. *Speciální povrchové úpravy materiálů na bázi dřeva a skla akrylátovými vodou ředitelnými i rozpouštědlovými nátěrovými hmotami: Diplomová práce*. MZLU v Brně, 2007. 100 s.
10. HRÁZSKÝ J., Doc. Dr. Ing. KRÁL P, Kompozitní materiály na bázi dřeva, Část 1: Aglomerované materiály, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2007, ISBN 978-80-7375-034-3
11. JARUŠEK, Jaroslav, Petr KALENDA a Jaromír ŠŇUPÁREK. *Chemie filmotvorných látek*. 1. vyd. Pardubice: Univerzita Pardubice, 1998, 160 s. ISBN 80-7194-169-7.
12. JUNG, R. *Urychlené metody stárnutí povrchových úprav: Bakalářská práce*. MZLU v Brně, 2008. 72 s.
13. KALEDOVÁ, Andrea a Petr KALENDA. *Technologie nátěrových hmot I.: pojiva, rozpouštědla a aditiva pro výrobu nátěrových hmot*. Vyd. 1. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2004, 328 s. ISBN 80-7194-691-5.
14. KALEDOVÁ, Andrea. *Technologie nátěrových hmot I.: pigmenty a plniva pro nátěrové hmoty*. Vyd. 1. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2003, 431 s. ISBN 80-7194-576-5.
15. Lambourne, R.; Strivens, T.A. *Paint and Surface Coatings - Theory and Practice* (2nd Edition).[online]. Woodhead Publishing 1999.[cit. 2014-02-06]: Dostupné z WWW: [http://www.knovel.com/web/portal/browse/display?\\_EXT\\_KNOVEL\\_DISPLAY\\_bookid=436&VerticalID=0](http://www.knovel.com/web/portal/browse/display?_EXT_KNOVEL_DISPLAY_bookid=436&VerticalID=0)

16. LIPTÁKOVÁ E., SEDLIČEK M. *Chémia a aplikácia pomocných látok v drevárskom priemysle*. 1. vyd Bratislava: Alfa, 1989, 519 s. ISBN 80-05-116-9.
17. MUZIKÁŘ, Z. Přednášky MENDELU v Brně fakulta LDF, ústav nábytku, designu a bydlení – Chemie pomocných látek. 2009
18. NUTSCH, Wolfgang. *Příručka pro truhláře*. 2., přeprac. vyd. Praha: Europa-Sobotáles, 2006, 615 s. ISBN 80-86706-14-1.
19. POLÁŠEK, J. Zkoušení nátěrových hmot a povrchových úprav. Část I., Stavebně truhlářské výrobky. Vyd. 1. . Brno : Mendelova zemědělská a lesnická univerzita,, 2003. 149 s. ISBN 80-7157-659-X.
20. POLÁŠEK, J. Zkoušení nátěrových hmot a povrchových úprav. Část II., Nábytek. Vyd. 1. . Brno : Mendelova zemědělská a lesnická univerzita,, 2003. 61 s. ISBN 80-7157-660-3.
21. REINPRECHT, Ladislav. *Procesy degradácie dreva*. Vyd. 2. Zvolen: Technická univerzita, 1998, 150 s. ISBN 80-228-0662-5.
22. SEDLIČEK, J. XVIII. symposium Pokroky vo výrobe a použití lepidel v drevopriemysle. 1. vyd. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 2007. 212 s. ISBN 80 - 228 - 1697 – 3
23. SEDLIČEK, J. Moderní procesy lepení a jejich vliv na pracovní prostředí. Zvolen: Technická univerzita,Zvolen, 2007. 212 s.
24. SEDLIČEK, J. XVII. symposium Pokroky vo výrobe a použití lepidel v drevopriemysle. 1. vyd. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 2005. 251 s. ISBN 80 - 228 - 1425 - 3.
25. SEDLIČEK, J. V. dřevné kompoztné materiály. vyd. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 2004. 267 s., ISBN 80 - 228 - 1302 – 8
26. SEDLIČEK, Milan. *Nové kompozície polykondenzačných lepidiel a ich aplikácie v drevárskom priemysle*. 1. vyd. Strážske: ZP-ZSVTS Chemko, 1992, 202 s.
27. SUCHÝ, A. *Pevnostní a ekologické vlastnosti lepených spojů: Diplomová práce*. MZLU v Brně, 2008. 82 s.
28. ŠŇUPÁREK J., Makromolekulární chemie - úvod do chemie a technologie polymerů. Univerzita Pardubice, 2009. ISBN 978-80-7395-166-5.
29. ŠUDŘICH, P. *Vliv použitého lepidla a klimatických podmínek na pevnost lepeného spoje dýha - DTD: Diplomová práce*. MENDELU v Brně, 2011. 86 s.
30. TESAŘOVÁ, D. Přednášky MENDELU v Brně fakulta LDF, ústav nábytku, designu a bydlení – Plasty, lepidla a nátěrové hmoty. 2010
31. TESAŘOVÁ, D. Nové trendy při dokončování vodou ředitelných nátěrových hmot nové generace. In *Informační bulletin a sborník statí 2007* . 1. vydání. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2007. 81 s. Dostupné z WWW: <<http://www.czechfurniture.com/soubory/8cz.pdf>>. ISBN 978-80-7375-048-0.
32. VYČICHLO, Jaroslav. *Barvy, barviva a nátěrové hmoty*. Praha, 1957.
33. ZAHRADNÍK, Miloš. *Barviva používaná v technické praxi*. 1. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1986, 346 s.

## Internetové zdroje

1. Abiotické formy znehodnocení dřeva. In: [online]. [cit. 2014-03-01]. Dostupné z WWW: [http://drevvari.humlak.cz/data\\_web/Data\\_skola/HUdrevva/4.pdf](http://drevvari.humlak.cz/data_web/Data_skola/HUdrevva/4.pdf)
2. *Canov.jergym: Barviva* [online]. 2010-05-08 [cit. 2014-03-01]. Dostupné z WWW: <http://canov.jergym.cz/barva/barva.html>
3. Essential chemical industry. Rovnice vzniku melaminu. [online]. 2013 [cit. 2014-03-13]. Dostupné z WWW: <http://www.essentialchemicalindustry.org/polymers/methanal-plastics.html>
4. FEICA. Bonding/Adhesives - Textbook. *Feica - educational materials* [online]. 2004 [cit. 2014-03-02]. Dostupné z WWW: [http://pharosproject.net/uploads/files/sources/1828/Feica\\_Textbook%20bonding%20adhesives.pdf](http://pharosproject.net/uploads/files/sources/1828/Feica_Textbook%20bonding%20adhesives.pdf)
5. KUČEROVÁ, I. Koroze a degradace dřeva. *Atmosférická degradace dřeva* [online]. 2005 [cit. 2014-03-01]. Dostupné z WWW: [http://www.vscht.cz/met/stranky/vyuka/predmety/koroze\\_materialu\\_pro\\_restauratory/kadm/pdf/3\\_5.pdf](http://www.vscht.cz/met/stranky/vyuka/predmety/koroze_materialu_pro_restauratory/kadm/pdf/3_5.pdf)
6. Nuffield. Rovnice vzniku UF. [online]. 2008 [cit. 2014-03-13]. Dostupné z WWW: <http://www.nuffieldfoundation.org/practical-chemistry/urea-methanal-polymerisation>
7. Organické pigmenty. In: [online]. [cit. 2014-02-26]. Dostupné z WWW: <http://www.upce.cz/fcht/uocht/spektrum/ktol-pigmenty.pdf>
8. PICHLER, J. Chemie ve společnosti. *Barviva a pigmenty* [online]. [cit. 2014-02-24]. Dostupné z WWW: [http://www.gymelg.cz/sites/default/files/chemie/Barviva\\_a\\_pigmenty.pdf](http://www.gymelg.cz/sites/default/files/chemie/Barviva_a_pigmenty.pdf)
9. Prenhall.com. Polymers. *Rovnice vzniku melaminformaldehydu* [online]. [cit. 2014-03-13]. Dostupné z WWW: <http://wps.prenhall.com/wps/media/objects/3082/3156435/blb1202.html>
10. Pslc.ws. Polyvinylacetate. *Rovnice vzniku PVAc* [online]. [cit. 2014-03-13]. Dostupné z WWW: <http://pslc.ws/macrog/pva.htm>
11. TURJAP, M. Organická barviva. *Studijní text pro žáky 4. ročníku gymnázia* [online]. [cit. 2014-02-26]. Dostupné z WWW: <http://web.gmct.cz/turjap/barviva.pdf>

## **Použité normy**

1. ČSN 91 0102 (910102)  
Nábytek - Povrchová úprava dřevěného nábytku - Technické požadavky
2. ČSN EN ISO 2409 (673085)  
Nátěrové hmoty - Mřížková zkouška
3. ČSN 91 0276 (910276)  
Nábytek. Metoda zjišťování odolnosti povrchu proti oděru
4. ČSN EN 12720 (910280)  
Nábytek - Hodnocení odolnosti povrchu proti působení studených kapalin
5. ČSN 91 0273 (910273)  
Nábytek. Metody zjišťování lesku povrchu
6. ČSN 67 3068 (673068)  
Stanovení změny (rozdílu) barevného odstínu nátěru
7. ČSN 91 0282 (910282)  
Nábytek. Metody zjišťování světlostálosti povrchu
8. ČSN 67 3075 (673075)  
Stanovení povrchové tvrdosti nátěru tužkami
9. BS 3962: část 6  
Zkouška stanovení odolnosti nátěru proti padající kuličce
10. BS 3962: část 6  
Zkouška stanovení odolnosti nátěru vůči vrypu

### **13. Seznam použitých zkratek**

BS – Britské národní normy

ČL – Číslo lesku

ČSN – České technické normy

E- Energie

EN – Evropské normy

Fce - Funkce

ISO – Mezinárodní organizace pro normalizaci – zkratka mezinárodních norem

MF – Melaminformaldehydová pryskyřice

MUF – Melaminmočovinoformaldehydová pryskyřice

NF – Nátěrový film

NH – Nátěrová hmota

PÚ – Povrchová úprava

PVAc – Polyvinylacetátová pryskyřice

Rce - Reakce

SL – Stupeň lesku

UF – Močovinoformaldehydová pryskyřice



## 14. Seznam tabulek

Tabulka 1 - Klasifikační tabulka dle ČSN 67 3068 .....	44
Tabulka 2 - Klasifikační tabulka dle ČSN ISO 2409.....	47
Tabulka 3 – Stupnice tvrdosti tužek dle ČSN 67 3075.....	48
Tabulka 4 - Klasifikační tabulka BS 3962.....	49
Tabulka 5 - Klasifikační tabulka BS 3962.....	50
Tabulka 6 - Klasifikační tabulka ČSN EN 12 720.....	51
Tabulka 7 - Klasifikační tabulka.....	52
Tabulka 8 - Klasifikační tabulka.....	53
Tabulka 9 - Značení vzorků .....	55
Tabulka 10 - Časy vytvrnutí směsí .....	56
Tabulka 11 - Stupeň lesku měření 1 .....	61
Tabulka 12 - Stupeň lesku měření 2 .....	61
Tabulka 13 - Změna stupně lesku po 28 dnech .....	62
Tabulka 14 - Změna stupně lesku po 79 dnech .....	63
Tabulka 15 – Vyhodnocení změny barevného odstínu.....	65
Tabulka 16 - Hodnocení světlostálosti dle šedé stupnice .....	66
Tabulka 17 - Změna $\Delta E$ .....	67
Tabulka 18 – Tloušťka nátěrového filmu .....	68
Tabulka 19 – Vyhodnocení mřížkové zkoušky .....	68
Tabulka 20 – Vyhodnocení tvrdosti tužkami.....	69
Tabulka 21 – Tvrdost povrchu rovnoběžně s vlákny.....	69
Tabulka 22 – Tvrdost povrchu kolmo na vlákna .....	70
Tabulka 23 - ANOVA – jednorozměrné testy významnosti.....	70
Tabulka 24 – Hodnocení zkoušky .....	71
Tabulka 25 – Vyhodnocení zkoušky .....	71
Tabulka 26 – Výsledky zkoušky po 6 hodinách působení.....	72
Tabulka 27 – Výsledky zkoušky po 1 hodině působení .....	72
Tabulka 28 – Výsledky zkoušky.....	73
Tabulka 29 - Vyhodnocení zkoušky ve směru podél vláken.....	73
Tabulka 30 – Vyhodnocení zkoušky ve směru napříč vláken .....	74
Tabulka 31 – Koeficient oděru .....	74

## 15. Seznam obrázků

Obrázek 1 - Smáčivost tuhých látek kapalinami (Zdroj: autor).....	23
Obrázek 2 - Rovnice vzniku monomeru UF (Zdroj Nuffield).....	25
Obrázek 3 - Rovnice struktury UF (Zdroj Nuffield).....	26
Obrázek 4 - rovnice vzniku melaminu z močoviny (Zdroj Essential chemical industry.org).....	27
Obrázek 5 - rovnice vzniku melaminformaldehydu (Zdroj Prenhall.com) .....	28
Obrázek 6 - Rovnice vzniku PVAc (Zdroj Pslc.ws).....	30
Obrázek 7 – Změna barvy v interiéru .....	36
Obrázek 8 – Změna barvy v exteriéru .....	36
Obrázek 9 - Připravená lepidla a tužidlo .....	39
Obrázek 10 - Hydraulický lis.....	40
Obrázek 11 - Leskoměr Picogloss 503 .....	41
Obrázek 12 - Mikrotvrdoměr FL 2000 H .....	42
Obrázek 13 - Měření barevného odstínu.....	44
Obrázek 14 - Zkušební vzorek.....	44
Obrázek 15 - Xenonová testovací komora Q-SUN Xe-1 .....	45
Obrázek 16 - Přístroj PosiTector 200B/STANDARD.....	46
Obrázek 17 - Byko cut universal .....	47
Obrázek 18 - Nařezaná mřížka .....	47
Obrázek 19 - Přípravek s tužkou.....	48
Obrázek 20 - Zkušební kuličky.....	49
Obrázek 21 - Ukázka poškození .....	49
Obrázek 22 - Sklerometr ERICHSEN Hardness Tester Model 239 II.....	50
Obrázek 23 - Průběh zkoušky .....	51
Obrázek 24 - Zkušební pomůcky.....	51
Obrázek 25 - Průběh zkoušky .....	52
Obrázek 26 - Průběh zkoušky .....	53
Obrázek 27 - Přístroj Taber abraser .....	54
Obrázek 28 - Zkušební vzorek.....	54
Obrázek 29 - Vytvrdlé lepidlo při zkoušce reaktivity.....	57
Obrázek 30 - Výchozí suroviny .....	58
Obrázek 31 - Spirálové nanášecí pravítko .....	59

Obrázek 32 - Lisování vzorků .....	59
Obrázek 33 - Změna stupně lesku při úhlu dopadu 60° .....	62
Obrázek 34 - Změna stupně lesku při úhlu dopadu 85° .....	63
Obrázek 35 - Změna stupně lesku po 79 dnech při úhlu dopadu 60° .....	64
Obrázek 36 - Změna stupně lesku po 79 dnech při úhlu dopadu 85° .....	64
Obrázek 37 – Vývoj změny odstínu dle šedé stupnice .....	66
Obrázek 38 - Změna barevného odstínu $\Delta E$ v závislosti na době trvání zkoušky.....	67
Obrázek 39 - Graf dvoufaktorové ANOVY .....	70
Obrázek 40 - Degradace PÚ, stupeň č.1 .....	76
Obrázek 41 - Mikrotrhlina v NF .....	77
Obrázek 42 - Nezakotvené pigmenty.....	77
Obrázek 43 - Správně obarvený film .....	77
Obrázek 44 - Popraskaný NF (makrotrhlina) .....	77
Obrázek 45 - Poškození olejem .....	79
Obrázek 46 - Poškození vodou .....	79
Obrázek 47 - Poškození st.2 (vzorek 3a) .....	80
Obrázek 48 - Poškození st.1 (vzorek 1d).....	80

## 16. Seznam příloh

Technický list Kronocol U 300

Technický list Kronocol MUP 125

Technický list Cascol 3326

Technický list Chromolanová žluť GR 150

Technický list Tonoxyl 7

Technický list Hesse Hydro-Druckfarbe 6830

# KRONOCOL

DUKOL Ostrava, s.r.o. Chemická str., Ostrava Tel.: 59 664 3540 Fax: 59 664 3542 e-mail: <a href="mailto:aholusa@dukol.cz">aholusa@dukol.cz</a>	<b>KRONOCOL U 300</b>			
	URČENÍ:	VYDÁNÍ:	DATUM:	STRANA
	AG	1	3.12.2004	1/2

## TECHNICKÁ PŘÍRUČKA

### Všeobecně

KRONOCOL U 300 je vodný roztok močovinoformaldehydového polykondenzátu. Je to bezbarvá mléčně zakalená, viskózní kapalina, charakteristického zápachu po formaldehydu. KRONOCOL U 300 se používá pro lepení za zvýšené teploty.

### Vlastnosti

Základní technické parametry KRONOCOLU U 300:

Obsah sušiny	min. %	65,0
Konzistence F/4 (20 °C / 4 mm) expediční	s	70 - 120*
zpracovatelská	max. s	240
pH	-	7,5 - 8,7
Doba želatinace při 100 °C	max. s	80
Mísitelnost s vodou při 20 °C	min.	2 : 3

Pozn:

1. Pro znak jakosti "Doba želatinace při 100 °C", který je zkoušen platí, provádíme-li zkoušku ve zkumavce o průměru 15 mm, navážce vzorku 2 g s přidavkem 15%-ního roztoku tužidla  $\text{NH}_4\text{Cl}$  v poměru 10 : 1, vychází tato cca 50 s.

2. Znak jakosti "Konzistence 20 °C/4 mm" v rozmezí 70 až 120 s, odpovídá dynamická viskozita v rozmezí 400 až 650 mPa.s.

\*) Viskozita může být upravena dle požadavku zákazníka, až do výše cca 1 200 mPa.s.

3. Životnost směsi s 15%-ním roztokem tužidla  $\text{NH}_4\text{Cl}$  (v poměru 10 : 1) je min. 12 h.

KRONOCOL U 300 je používán v dřevozpracujícím průmyslu k lepení za tepla, zejména k lepení aglomerovaných materiálů, nalepování termosetických fólií, dýchování a k výrobě překližek. Je používán v kombinaci s tužidlem za zvýšené teploty. Použití doporučujeme pouze pro interiérové aplikace, kde se nepředpokládá vystavení účinkům zvýšené vlhkosti.

### Skladování a balení

KRONOCOL U 300 se pění a dodává v tepelně izolovaných železničních cisternách nebo autocisternách, kontejnerech, sudech. V menších obalech pouze v případě, že jsou majetkem odběratele. Produkt odpovídá stanoveným technickým požadavkům po dobu 6-ti týdnů ode dne expedice při skladovací teplotě 20 °C. Po uplynutí této doby je produkt použitelný, avšak výrobce nemůže garantovat jakostní parametry dle tabulky. Při skladování ve větším objemu je nutno objem zásobníku promíchávat.

# KRONOCOL

DUKOL Ostrava, s.r.o. Chemická str., Ostrava Tel.: 59 664 3540 Fax: 59 664 3542 e-mail: <a href="mailto:aholusa@dukol.cz">aholusa@dukol.cz</a>	<b>KRONOCOL U 300</b>			
	URČENÍ:	VYDÁNÍ:	DATUM:	STRANA
	AQ	1	3.12.2004	2/2

## TECHNICKÁ PŘÍRUČKA

### Doporučené podmínky pro aplikace KRONOCOLU U 300:

#### Příprava lepidlové směsi pro standardní překližku:

1) Doporučený způsob rychlé přípravy lepidlové směsi

KRONOCOL U 300 100 g

KRONOADD HS 300 20 g (Práškové integrované tužidlo produkce firmy DUKOL Ostrava, s.r.o.)

Vzhledem k tomu, že tužidlo má přibližně poloviční sytnou hmotnost, než je hustota lepidla, složky lze dávkovat objemově, a sice 1 odměrku tužidla na 2,5 odměrky lepidla.

2.) Náhradní způsob přípravy lepidlové směsi:

KRONOCOL U 300 100 g

Technická mouka 30 g

KRONOADD HL 100 2 - 4 g (Kapalné tužidlo produkce firmy DUKOL Ostrava, s.r.o.)

Viskozita lepidlové směsi může být upravena přidávkem vody. Životnost lepidlové směsi (doba zpracovatelnosti při 20 °C je nejméně 12 hodin). Jednostranný nános 150 g/m<sup>2</sup>.

Lisovací teplota 105 °C, čas 5 minut, tlak 1,8 MPa.

Maximální doba mezi vložením souboru do lisu a zalisováním je 1 minuta. Výrobky splňují emisní třídu E1 metodou plynové analýzy dle ČSN EN 717-2.

Třída klimatické odolnosti dle ČSN-EN 314: Třída 1 – suchý interiér.

# KRONOCOL

DIAKOL STRÁŽSKE, s.r.o. Priemyselná 720, Strážske, Slovensko Tel.: 00421-56 6871 211 Fax: 00421-56 6871 222 e-mail: <a href="mailto:macko@diakol.sk">macko@diakol.sk</a>	<b>KRONOCOL MUP 125</b>		
	FUNCTION:	REVISION:	DATE:
AQ	1	3.12.2004	1/1

## TECHNICAL DATA SHEET

### General

KRONOCOL MUP 125 is Melamine-Urea-Formaldehyde resin in liquid form. It is a colourless up to light pinky, viscous fluid.

KRONOCOL MUP 125 is used for construction gluing at increased temperature.

### Properties

Main quality parameters of KRONOCOL MUP 125:

Solid mass content	min. % wt.	62.0
Consistency (20 °C / 4 mm)	s	35 to 100
pH	-	9.0 to 11.0
Gelatination time at 100 °C	max. s	100
Free formaldehyde content	max. % wt.	0.4

#### Notes:

1. Parameter "Gelatination time at 100 °C" for 15 mm diameter test tube, 2 g sample weight and 15 % NH<sub>4</sub>Cl adding in ratio 10:1 gives results ca 70 s.
2. Parameter "Consistency at 20 °C/4 mm" interval 35 to 100 s, conforms to dynamic viscosity interval 200 to 600 mPa.s.
3. Glue mix life time with s 15% NH<sub>4</sub>Cl solution (in ratio 10 : 1) is minimal 4 hours at 20 °C.

KRONOCOL MUP 125 is used in the wood processing industry for heat sticking, especially for production of water resistant wood materials (plywood, OSB etc.). It is used in combination with a setting agent under increased temperature.

Agglomerated materials are satisfied requirements quality of V 100 and E 1.

### Storage and Packaging

KRONOCOL MUP 125 is supplied in railway thermally insulated wagons, road cistern trucks and containers or in some smaller covers owned by customers. It corresponds to technical parameters for 4 weeks from production date, if it is stored in original package at 20 °C. After this period product may be usable but Kronochem can not guarantee quality parameters in the table.

---

The data, information and suggestions are provided for guidance purposes only. Kronochem accepts no responsibility for the results obtained therefrom, as neither for their utilization in infringement of possible patent rights.



### Wood adhesive system 3326

- General assembly glue.

3326 is all-round glue that is developed to fit as many applications as possible. It provides good bonding to wood and even hard and difficult to glue wood species.

#### Product Specification

3326					
<b>Product</b>	PVAc adhesive				
<b>Delivery Form</b>	Liquid				
<b>Colour</b>	White				
<b>Viscosity</b> (at time of production)	7000 - 14000 mPas (Brookfield RVT, sp.6, 20 rpm, 25°C / 77°F)				
<b>pH</b> (at time of production)	5,0 – 7,0 (at 25°C / 77°F)				
<b>Storage Life</b> (months)	<table border="0"> <tr> <td>20°C / 68°F</td> <td>30°C / 86°F</td> </tr> <tr> <td>36</td> <td>18</td> </tr> </table>	20°C / 68°F	30°C / 86°F	36	18
20°C / 68°F	30°C / 86°F				
36	18				
<b>Storage Condition</b>	<p>Recommended storage temperature 15-20°C / 59-68°F. Only short term exposure to temperatures below 5°C / 41°F or above 30°C / 86°F is acceptable.</p> <p>Frozen and thawed product cannot be used due to irreversible changes in the product.</p> <p>During storage the glue will mature and the viscosity can increase.</p> <p>The product can form a skin on the surface if the container is not properly closed. The products shall always be stored in closed packaging.</p>				
<b>Density</b>	App. 1080 Kg/m <sup>3</sup> , 9,0 lbs/gal				

Version: 04 (2010-10-15)

Reason for change: Updates

Wood Finishes and Adhesives  
Stockholm, Sweden +46 8 743 40 00  
High Point, USA +1 336 841 5111  
Singapore +65 6762 2088  
Medellin, Colombia +57 4 3618888  
[www.cascoadhesives.com](http://www.cascoadhesives.com)

1

## Gluing Operation Information

<b>Applications</b>	Edge glued panels General assembly Others Solid wood lamination		
<b>Glue Line Properties</b>	Light colored glue lines. Gives elastic glue lines.		
<b>Approvals</b>	This system is classified as F**** with the JAIA registration number 005449 (Japan Adhesives Industry Association).		
<b>Formaldehyde Emission Info</b>	Contains no formaldehyde, the system fulfils F****.		
<b>Discoloration</b>	The product does not discolor the wood. However, iron which might come from the glue spreader can together with the tannic acids in some wood species, especially oak, give a discolouration.		
<b>Press Type</b>	Clamp Carrier Cold Press Continuous Press High Frequency Hot Press		
<b>Glue Line Temperature</b>	10-80°C / 50-176°F		
<b>Press Time</b> (pine-pine, 65% RH, 150g/m <sup>2</sup> /14g/ft <sup>2</sup> )	20°C / 68°F 8'	30°C / 86°F ---	
<b>Pressure</b>	0,1 - 1,0 MPa		
<b>Assembly Time</b> (pine-pine, 20°C / 68°F, 65% RH, 150g/m <sup>2</sup> /14g/ft <sup>2</sup> )	<b>Temperature</b>	<b>Open</b>	<b>Close</b>
	20°C / 68°F	8'	10'
	30°C / 86°F	4'	5'
<b>Glue Spread</b>	Edge glued panels: 120 - 180 g/m <sup>2</sup> , 11 - 17 g/ft <sup>2</sup> General assembly: 90 - 300 g/m <sup>2</sup> , 8 - 28 g/ft <sup>2</sup> Others: 90 - 300 g/m <sup>2</sup> , 8 - 28 g/ft <sup>2</sup> Solid wood lamination: 150 - 250 g/m <sup>2</sup> , 14 - 23 g/ft <sup>2</sup>		
<b>Moisture content of wood</b>	5 - 15%, preferably 7 - 10%		
<b>Preparation of wood</b>	For best result the wood must be smoothly planed. For optimum bond strength the bonding operation shall take place within 24 hours after preparation.		
<b>Temperature of wood</b>	In order to meet the given press times the temperature of the wood must not be below 20°C / 68°F.		
<b>Gluing of impregnated wood</b>	Can in most cases be used but must be evaluated in each case.		

Version: 04 (2010-10-15)

Reason for change: Updates

Wood Finishes and Adhesives  
Stockholm, Sweden +46 8 743 40 00  
High Point, USA +1 336 841 5111  
Singapore +65 6762 2088  
Medellin, Colombia +57 4 3618888  
[www.cascoadhesives.com](http://www.cascoadhesives.com)

2





**AkzoNobel**  
Tomorrow's Answers Today

## Machinery

<b>Applicator</b>	Toothed trowel Brush Hand roller 6235 Roller spreader width <300 mm 6236 Roller spreader with integrated mixer <300 mm, patented mixing zone. 6237 Roller spreader width >400 mm
<b>Mixer</b>	Not applicable.
<b>Accessories</b>	Not applicable.

## Handling and HSE Information

<b>Handling</b>	Always use gloves and goggles when handling the product.
<b>Cleaning</b>	Use lukewarm water for glue on skin and machinery. Cleaning must start before the system cures.
<b>Waste handling - of the products</b>	Normally not to be considered as hazardous waste. Leave residues to dry before sending it off for disposal. For 2 component systems the hardener may be considered as hazardous waste, check the SDS (section 13).  <b>Note!</b> There might be national and/or local regulatory differences, therefore always keep a dialogue with the local authorities.
<b>Waste water treatment - of the waste water</b>	<b>Chemical precipitation → drain*</b> Please contact Environmental Advisor at the Environmental Department for further information regarding chemical precipitation.  * municipal sewage with biological treatment  <b>Note!</b> There might be national and/or local regulatory differences, therefore always keep a dialogue with the local authorities.
<b>Health and Safety</b>	For more information, please see respective SDS.

For more information regarding the above mentioned data, see respective section below

### Legal clause

The information is based on laboratory tests and practical experience. It is introductory and intended to help the user find the most suitable method of working. Since the user's production conditions are beyond our control, we cannot be held responsible for the results of the work which is affected by local circumstances. In each particular case testing and continuous control are recommended.

Version: 04 (2010-10-15)

Reason for change: Updates

Wood Finishes and Adhesives  
Stockholm, Sweden +46 8 743 40 00  
High Point, USA +1 336 841 5111  
Singapore +65 6762 2088  
Medellin, Colombia +57 4 3618888  
[www.cascoatadhesives.com](http://www.cascoatadhesives.com)

3



Synthesia, a.s., Pardubice, Semtín, Pardubice č.p. 103, PSČ: 532 17

## P R O D U K T O V Á      S P E C I F I K A C E

-----  
Barvivo : Chromolanová žlut' GR 150  
-----

Chemická třída : kovokomplexní azobarvivo  
-----

Colour Index : Acid Yellow 99 / 13900  
-----

CAS : 10343-58-5  
-----

Einecs : 233-748-3  
-----

Hlavní použití : vlna, polyamid, usně, hedvábí  
-----

Forma : prášek  
-----

Stálost na světle (ČSN EN ISO 105-B02)

Stand. úroveň 1/1 : 4-5

Ostatní stálosti : odpovídají standardu  
-----

Relativní barevná síla

(DIN 53 235, 55 986) : +-5 %  
-----

Vizuální hodnocení

v odstínu : +-nepatrně (usně/+-o málo)

v čistotě : +-nepatrně  
-----

Rozpustnost / 90°C (ČSN EN ISO 105-Z07) : min. 20 g/l

50°C (ČSN EN ISO 105-Z07) : min. 15 g/l  
-----

Prašnost (ČSN EN ISO 105-Z05) : min. 3  
-----

Platnost od: 1.4.2006



Synthesia, a.s., Pardubice, Semtín, Pardubice č.p. 103, PSČ: 532 17

## P R O D U K T O V Á      S P E C I F I K A C E

-----  
Barvivo : Tonoxyl 7  
-----

Chemická třída : azobarvivo + huminát sodný (přír. produkt)  
-----

Colour Index : mix  
-----

CAS : -  
-----

Einecs : -  
-----

Hlavní použití : moření dřeva  
-----

Forma : prášek  
-----

Stálost na světle je závislá na sytosti vybarvení  
a druhu dřeva, negarantuje se  
-----

Relativní barevná síla  
(DIN 53 235, 55 986) : +-5 %  
-----

Vizuální hodnocení  
v odstínu : +-o málo  
v čistotě : +-nepatrně  
-----

Platnost od: 1.4.2006

## Technische Information

*lak na navešeni*

**Produktbezeichnung:** hesse-Hydro-Druckfarbe  
**Artikel-Nr.:** HD 6830- FT  
**Produktbeschreibung:** Wässrige, pigmentierte Druckfarbe auf Basis von Acrylatcopolymeren.  
**Anwendungsgebiet:** Holzmaserdruck für Hartfaser- Rückwandlackierung.

### Technische Daten

**Lieferform:** flüssig  
**Farbton:** diverse, nach Holzton  
**Glanzgrad:** entfält  
**Lieferviskosität:** 20-22"/ DIN 53211, 4mm, 20°C  
**Nichtflüchtiger Anteil:** 15- 20% je nach Farbton  
**Dichte:** 1,1 g/cm<sup>3</sup>  
**Flammpunkt:** -

**Lagerfähigkeit:** 26 Wochen im verschlossenen Originalgebinde  
**Lagertemperatur:** nicht unter 10°C, nicht über 40°C  
**Lagerklasse nach BetrSichV:**

**Angaben zur Sicherheit:** Bitte neuestes Sicherheitsdatenblatt beachten!

### Verarbeitungshinweise:

**Untergrundbehandlung:** Druckfarbe wird auf mit hesse-Hydro-Walzbasis vorgrundierten Flächen aufgedruckt.

**Verdünnung:** Wasser

**Reinigungsmittel:** Wasser

### Applikationsverfahren:

**Drucken:** Indirektes Tiefdruckverfahren

### Trocknung:

**Auftragsmenge:** ca.1-2 g/m<sup>2</sup>

**Abdunstzone:** 10" Abdunsten bei vorgewärmten Flächen

**Forcierte Trocknung:** Möglich

**Überlackierbarkeit:** Mit geeigneten hesse-UV-Überzugslacken möglich.