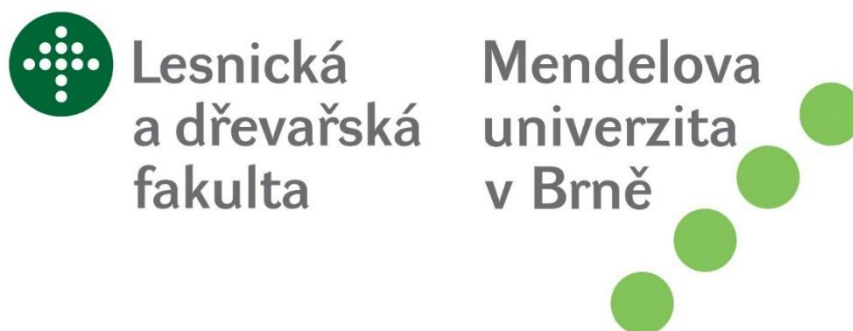


MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ

Lesnická a dřevařská fakulta

Ústav nábytku, designu a bydlení



**Vliv použité báze lepidla na kvalitu dýhovaných  
nábytkových dílců**

DIPLOMOVÁ PRÁCE



## Čestné prohlášení

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

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

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

V Brně, dne:

.....

podpis studentky

## **Poděkování**

Dovolte mi poděkovat především vedoucímu své diplomové práce Ing. Petru Čechovi, Ph.D. za ochotné vedení, odbornou pomoc a užitečné rady a doc. Ing. Daniele Tesařové, Ph.D. za cenné připomínky při přípravě mé práce. Dále děkuji všem, kteří se podíleli na tvorbě této diplomové práce, zejména Truhlářství Liberec Jiří Kirchof za poskytnutí vzorků DTD a bukových dřív, společnosti Stachema CZ s. r. o. za poskytnutí vzorku disperzního lepidla VINALEP 836, firmě DUKOL Ostrava, s. r. o. za dodání vzorků lepidel KRONONOCOL U 300 a KRONOCOL MUP 125 a společnosti Sherwin-Williams Czech Republic, spol. s. r. o., zejména panu Ing. Ondřeji Holčákovi za poskytnutí nátěrových hmot a možnost provedení povrchových úprav všech zkušebních vzorků i praktické rady.

Moje velké poděkování patří současně mé rodině a přátelům za jejich podporu a trpělivost při realizaci této práce a také v průběhu celého mého studia.

**Autorka práce:** Bc. Veronika Kotálová

**Název diplomové práce:** Vliv použité báze lepidla na kvalitu dýhovaných nábytkových dílců

**Abstrakt:** Předkládaná diplomová práce se zabývá vlivem lepidlové báze na kvalitu dýhovaných nábytkových dílců a řídí se požadavky platných norem pro zkoušení. K ověření kvality byly vybrány nejvíce používané materiály v nábytkářství. Za podkladový materiál vzorků byla zvolena DTD o tloušťce 18 mm a jako dekorační materiál byla zvolena buková dýha o tloušťce 0,6 mm. K ověření vhodnosti použití lepicích směsí pro dýhování nábytkových dílců byly zvoleny lepicí směsi na bázi kondenzačních typů lepidel (močovinoformaldehydová a melamin-močovinoformaldehydová lepidla) a disperzních (PVAc), přičemž výsledná lepicí směs byla zhotovena z jednotlivých typů lepidel ve stanovených poměrech (60 : 40, 75 : 25 a 85 : 15). Zkušební vzorky byly zadýhovány stejným nánosem lepidlové směsi, která činila 150 g/m<sup>2</sup>. Jednotlivé zkušební vzorky byly rozděleny do skupin podle druhu použitého lepidla, použité teploty při lisování a lisovacího času. Po kompletaci lepeného souboru, zalisování a klimatizaci zkušebních vzorků byly následně na vzorcích provedeny požadované zkoušky. Po následném dokončení zkušebních vzorků vodou ředitelnou a akrylátovou polyuretanovou nátěrovou hmotou stříkáním byla kvalita povrchové úpravy nábytkových dílců posouzena z hlediska fyzikálně-mechanických vlastností dokončených povrchů na kvalitu nábytkových dílců. Výsledkem práce je stanovení závislosti druhů lepidel a porovnání povrchové úpravy různými typy nátěrových hmot na kvalitu dýhovaných nábytkových dílců.

**Klíčová slova:** disperzní lepidlo, DTD, melamin-močovinoformaldehydové lepidlo, močovinoformaldehydové lepidlo, vliv lepidla, dýhované dílce

**Author's name:** Bc. Veronika Kotálová

**Title of the thesis:** The influence of the adhesive base to quality of veneered furniture parts

**Abstract:** Submitted diploma thesis deals with the influence of the adhesive base to quality of veneered furniture parts and follows the requirements of applicable standards for testing. The most frequently used materials in furniture were selected to verify the quality. As substrate samples were chosen 18 mm thick chipboards and as a decorative material were chosen beech veneers with a thickness of 0.6 mm. To test the suitability of adhesive compositions for veneering furniture components were selected adhesive mixtures based on condensation adhesives types (urea-formaldehyde and melamine-urea-formaldehyde adhesives) and dispersion (PVAc), and the resulting adhesive compositions were made from various types of adhesives in specified ratio (60 : 40, 75 : 25 and 85 : 15). The test samples were veneered with the same adhesive coating, which was 150 g/m<sup>2</sup>. Individual test samples were divided into groups according to the type of used adhesive, pressing temperature and pressing time. These test samples were tested after completion of the adhesive file, compression and conditioning. Quality of furniture parts was assessed in terms of physico-mechanical properties of the finished surface quality of furniture components after the completion of the surface treatment of the test samples with spraying by water-based and acrylate-polyurethane coating. The result of this thesis is the determination of depending of adhesives types to quality of veneered furniture parts. Another result is comparing of different finishes types to quality of veneered furniture parts.

**Keywords:** dispersion adhesive, chipboard, melamin-urea-formaldehyde adhesive, urea-formaldehyde adhesive, the influence of glue, veneered part

# OBSAH

<b>1</b>	<b>Úvod .....</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>Cíle diplomové práce .....</b>	<b>12</b>
<b>3</b>	<b>Literární rešerše.....</b>	<b>13</b>
3.1	Základní materiály .....	13
3.1.1	Masivní materiál .....	13
3.1.2	Materiály na bázi dřeva.....	14
3.1.2.1	Vlastnosti materiálů na bázi dřeva .....	14
3.1.2.2	Faktory ovlivňující vlastnosti a použití materiálů na bázi dřeva .....	15
3.1.2.3	Aglomerované materiály .....	15
3.1.2.3.1	Interakce faktorů ovlivňujících mechanické a fyzikální vlastnosti ...	16
3.1.2.3.2	Dřevotřískové desky (DTD).....	16
3.1.2.3.3	Vlastnosti dřevotřískových desek.....	17
3.1.2.3.4	Použití dřevotřískových desek.....	18
3.1.3	Dýhy.....	18
3.1.3.1	Požadavky na dýhárenskou kulatinu .....	18
3.1.3.2	Sesazenky .....	19
3.1.4	Vlastnosti dřeva ovlivňující pevnost lepeného spoje.....	19
3.2	Teorie lepení a lepidla.....	20
3.2.1	Základní pojmy .....	20
3.2.1.1	Adheze.....	21
3.2.1.1.1	Mechanická adheze .....	21
3.2.1.1.2	Specifická adheze .....	21
3.2.1.2	Koheze.....	21
3.2.1.3	Smáčení povrchu a povrchové napětí .....	22
3.2.2	Tvorba lepidlového spoje, lepené spáry .....	22
3.2.3	Faktory ovlivňující kvalitu lepeného spoje.....	23
3.3	Lepidla .....	24
3.3.1	Složení lepidel.....	25
3.3.2	Syntetická lepidla.....	26
3.3.2.1	Močovinoformaldehydová lepidla .....	26
3.3.2.2	Směsná lepidla melamin-močovinoformaldehydová.....	27
3.3.2.3	Disperzní vodou ředitelná lepidla polyvinylacetátová .....	28
3.4	Technologická operace dýhování.....	29
3.4.1	Charakteristika dýhování .....	29
3.4.2	Zásady symetrie dýhování .....	29
3.4.3	Technologické podmínky dýhování.....	30
3.4.3.1	Druh materiálu ( $M_2$ , $M_3$ ) .....	30
3.4.3.2	Vlhkost materiálu ( $W$ ).....	31
3.4.3.3	Hladkost povrchu ( $H$ ).....	31
3.4.3.4	Rozměr ( $R$ ).....	31
3.4.3.5	Druh lepidla ( $M_1$ ), obsah sušiny ( $O$ ) a konzistence lepidla ( $K$ ).....	32
3.4.3.6	Velikost nánosu ( $Q$ ) .....	32

3.4.4	Technologické faktory .....	32
3.4.4.1	Lisovací tlak (p) .....	32
3.4.4.2	Teplota lisování (T).....	33
3.4.4.3	Čas lisování (t) .....	33
3.5	Povrchové úpravy .....	34
3.5.1	Základní pojmy v oblasti nátěrových hmot .....	34
3.5.2	Složení nátěrových hmot .....	34
3.5.3	Rozdělení nátěrových hmot .....	35
3.5.4	Příprava povrchu před nanášením nátěrových hmot.....	36
3.5.5	Způsoby nanášení nátěrových hmot .....	36
3.5.5.1	Strojní nanášení nátěrových hmot.....	37
3.5.6	Tvorba a vznik nátěrového filmu.....	37
3.5.7	Vodou ředitelné nátěrové hmoty.....	38
3.5.8	Polyuretanové nátěrové hmoty .....	38
3.6	Vady vyskytující se v nábytkářském průmyslu .....	39
3.6.1	Vady vzniklé nedodržením technologických podmínek.....	39
3.6.2	Vady vzniklé vlivem mikroskopické stavby.....	39
3.6.3	Vady vzniklé nevhodnou konstrukcí lepeného spoje .....	39
3.6.4	Vady vzniklé nevhodnou volbou lepidla .....	39
3.6.5	Vady lepených spojů.....	40
3.6.6	Vady způsobené dýcháním.....	41
3.6.7	Vady povrchových úprav vzniklé během dokončování.....	42
<b>4</b>	<b>Materiál a metodika .....</b>	<b>43</b>
4.1	Materiál .....	43
4.1.1	Podkladový materiál .....	43
4.1.2	Dekorační materiál.....	43
4.1.3	Ověřovaná lepidla .....	44
4.1.3.1	PVAc lepidlo VINALEP 386.....	44
4.1.3.2	KRONOCOL U 300.....	44
4.1.3.3	KRONOCOL MUP 125 .....	45
4.1.4	Použité nátěrové hmoty .....	45
4.1.4.1	VŘ EMJ 1157-0010 .....	45
4.1.4.2	PURCRYL SM 3150-0005 .....	45
4.1.5	Použitá strojní zařízení.....	46
4.1.5.1	Hydraulický lis Polymertest.....	46
4.1.5.2	Laboratorní teplovzdušná sušárna Venticell 111 .....	46
4.1.5.3	Ostatní zařízení a pomůcky.....	46
4.2	Metodika .....	48
4.2.1	Dýchování zkušebních vzorků.....	48
4.2.1.1	Příprava zkušebních vzorků .....	48
4.2.1.2	Lepení zkušebních vzorků.....	48
4.2.1.3	Lisování zkušebních vzorků.....	49
4.2.1.4	Klimatizace zkušebních vzorků .....	49
4.2.2	Stanovení přídržnosti povrchu odtahem .....	49



4.2.2.1	Předmět a postup zkoušky.....	49
4.2.2.2	Zkušební vzorky.....	50
4.2.2.3	Způsob vyhodnocení zkoušky.....	50
4.2.3	Stanovení hmotnostního podílu netěkavých látek lepidel .....	50
4.2.3.1	Předmět a postup zkoušky.....	50
4.2.3.2	Zkušební vzorky.....	51
4.2.3.3	Způsob vyhodnocení zkoušky.....	51
4.2.4	Kondenzační doba lepidel.....	51
4.2.4.1	Předmět a postup zkoušky.....	52
4.2.4.2	Zkušební vzorky.....	52
4.2.4.3	Způsob vyhodnocení zkoušky.....	52
4.2.5	Povrchová úprava zkušebních vzorků .....	53
4.2.5.1	Broušení zkušebních vzorků .....	53
4.2.5.2	Vzduchové stříkání HVLP zkušebních vzorků.....	53
4.2.5.3	Zrání povrchově upravených zkušebních vzorků .....	54
4.2.6	Hodnocení vzhledových vlastností povrchové úpravy .....	54
4.2.6.1	Předmět a postup zkoušky.....	54
4.2.6.2	Zkušební vzorky.....	54
4.2.6.3	Způsob vyhodnocení zkoušky.....	54
4.2.7	Stanovení lesku povrchové úpravy .....	55
4.2.7.1	Předmět a postup zkoušky.....	55
4.2.7.2	Zkušební vzorky.....	55
4.2.7.3	Způsob vyhodnocení zkoušky.....	56
4.2.8	Stanovení povrchové tvrdosti nátěru tužkami .....	56
4.2.8.1	Předmět a postup zkoušky.....	56
4.2.8.2	Zkušební vzorky.....	57
4.2.8.3	Způsob vyhodnocení zkoušky.....	57
4.2.9	Stanovení tvrdosti mikrotvrdoměrem (Buchholz) .....	57
4.2.9.1	Předmět a postup zkoušky.....	57
4.2.9.2	Zkušební vzorky.....	57
4.2.9.3	Způsob vyhodnocení zkoušky.....	58
4.2.10	Mřížková zkouška.....	58
4.2.10.1	Předmět a postup zkoušky .....	58
4.2.10.2	Zkušební vzorky .....	58
4.2.10.3	Způsob vyhodnocení zkoušky .....	59
4.2.11	Hodnocení odolnosti povrchu proti působení suchého a vlhkého tepla ...	59
4.2.11.1	Předmět a postup zkoušky .....	59
4.2.11.2	Zkušební vzorky .....	60
4.2.11.3	Způsob vyhodnocení zkoušky .....	60
4.2.12	Hodnocení odolnosti povrchu proti působení studených kapalin.....	61
4.2.12.1	Předmět a postup zkoušky .....	61
4.2.12.2	Zkušební vzorky .....	61
4.2.12.3	Způsob vyhodnocení zkoušky .....	61

**5 Výsledky práce..... 63**

5.1	Podmínky dýchování jednotlivých zkušebních vzorků .....	63
5.2	Stanovení přídržnosti povrchu odtahem .....	63
5.3	Stanovení hmotnostního podílu netěkavých látek lepidel.....	66
5.4	Kondenzační doba lepidel.....	69
5.5	Povrchová úprava zkušebních vzorků.....	73
5.6	Hodnocení vzhledových vlastností povrchové úpravy .....	74
5.7	Stanovení lesku povrchové úpravy .....	75
5.8	Stanovení povrchové tvrdosti nátěru tužkami.....	76
5.9	Stanovení tvrdosti mikrotvrdoměrem (Buchholz) .....	77
5.10	Mřížková zkouška .....	79
5.11	Hodnocení odolnosti povrchu proti působení suchého a vlhkého tepla.....	79
5.12	Hodnocení odolnosti povrchu proti působení studených kapalin .....	80
<b>6</b>	<b>Diskuse a přínos pro využití v praxi .....</b>	<b>81</b>
<b>7</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>86</b>
<b>8</b>	<b>Summary .....</b>	<b>87</b>
<b>9</b>	<b>Seznam zkratk .....</b>	<b>88</b>
<b>10</b>	<b>Seznam použité literatury .....</b>	<b>89</b>
10.1	Seznam literárních zdrojů .....	89
10.2	Seznam elektronických zdrojů .....	91
10.3	Seznam použitých norem .....	91
<b>11</b>	<b>Seznam tabulek .....</b>	<b>93</b>
<b>12</b>	<b>Seznam obrázků.....</b>	<b>95</b>
<b>13</b>	<b>Seznam příloh.....</b>	<b>96</b>

# 1 ÚVOD

V současné době je jedním z předních témat zejména kvalita a bezpečnost skloňovaná ve všech možných tvarech. Člověk tráví v uzavřených prostorech (bytech, kancelářích, výrobních halách, školách, supermarketech apod.) stále více svého času, nyní tato hodnota dosahuje přibližně 90 % a tento trend stále stoupá (Minke, 2013). Je proto logické věnovat vnitřnímu prostředí budov odpovídající pozornost i z pohledu kvality nábytkových dílců, jelikož nábytek ve významné míře zaplňuje interiéry. Vzhledem k permanentně se zhoršujícímu životnímu prostředí a zvyšujícím se požadavkům na kvalitu životního prostředí a současně na kvalitu výrobků, je nutné složky vnitřního (obytného i pracovního) prostředí sledovat, kontrolovat a hodnotit, aby jejich úroveň dosahovala stále lepších výsledků. Z tohoto důvodu je zapotřebí neustále vyvíjet nové a zejména lepší, tedy bezpečnější a kvalitnější materiály a technologie nejen pro nábytkový průmysl, které ovlivňují životní prostředí, ale zároveň svojí kvalitou splňují požadavky zákazníků. Cílem je dosahování vysoké kvality dílců a následně výrobků, které odpovídají stále se zvyšujícím požadavkům spotřebitelů a současně snižování materiálů s negativním dopadem na vnější i vnitřní prostředí při výrobě i používání. Toto vede k požadavkům trvale udržitelného rozvoje i potřebě člověka cítit se ve vnitřním prostředí komfortně, čímž je uspokojena jedna z jeho základních životních potřeb.

Záměrem této práce je objasnit vliv lepidlové báze na kvalitu dýhovaných nábytkových dílců a následně vyložit vliv zvoleného typu nátěrového systému na kvalitu dýhovaných nábytkových dílců. Pozornost je zaměřena především na sledování vlivu použitých různých druhů lepidel a způsobů dokončení. Výsledkem práce je stanovení vlivu lepidlové báze a nátěrové hmoty na výslednou kvalitu dýhovaných nábytkových dílců.

Důvodem k vybrání daného tématu byl zvyšující se požadavek na kvalitu nábytku, tedy primárně nábytkových dílců a jejich materiálů, tedy také dýhovaných nábytkových dílců, jako představitele kvalitního typu nábytku.

## 2 CÍLE DIPLOMOVÉ PRÁCE

Cílem teoretické části této práce je nezaujatým a uceleným přehledem informovat o teorii lepení, problematice dýhování a současně vlivu lepidla a zvoleném typu nátěrového systému na kvalitu dýhovaných nábytkových dílců. Shrnout dosavadní informace, které jsou dostupné, a zpracovat je v rozumném a pochopitelném sledu do sjednoceného celku a zároveň zpracovat přehled současných dostupných pramenů a technických norem.

Dalšími cíli je analyzovat faktory ovlivňující kvalitu dýhovaných nábytkových dílců, analyzovat současný trend dýhování nábytkových dílců a analyzovat vlastnosti lepidel používaných pro dýhování nábytkových dílců.

Hlavním cílem experimentální části práce je analyzovat faktory ovlivňující kvalitu nábytkových dýhovaných dílců a současně analyzovat vliv lepidlové báze použitého lepidla (kondenzačního i disperzního) a jejich směsí ve stanovených poměrech na kvalitu dýhovaných dílců, přičemž naměřená data budou následně statisticky vyhodnocena.

Výzkumnými otázkami této diplomové práce jsou zejména: „*Jaký vliv má lepidlová báze na kvalitu dýhovaných nábytkových dílců?*“, „*Jaký vliv má lepidlová báze na přídržnost dekorační dýhy k podkladu?*“, „*Jaký vliv má lepidlová báze na kondenzační dobu?*“ a „*Jaký vliv na kvalitu povrchově dokončených dýhovaných nábytkových dílců z hlediska fyzikálně-mechanických vlastností má typ nátěrového systému?*“.

### **3 LITERÁRNÍ REŠERŠE**

Předkládaná diplomová práce se zabývá vlivem lepidlové báze na kvalitu nábytkových dýhovaných dílců, které jsou aplikované na podklad z materiálu na bázi dřeva (DTD). Je tedy nutné znát základní vlastnosti masivního dřeva a materiálů na bázi dřeva, které významným způsobem ovlivňují výsledné vlastnosti dýhovaných dílců.

Nábytkové dýhované dílce jsou součástí dřevěného nábytku určeného pro pobytový interiér, který může být instalován a používán jen v prostředí budov, kde podle ČSN 91 0001: Dřevěný nábytek – Technické požadavky (2007), relativní vlhkost vzduchu nepřesáhne dlouhodobě (maximálně několik dní) 65 %. Optimální prostředí má vlhkost mezi 35 – 65 %, tomu odpovídá rovnovážná vlhkost dřeva 7 – 10 %.

#### **3.1 Základní materiály**

K vytváření kvalitních a bezpečných nábytkových dílců, jsou důležité přesné znalosti vlastností základních konstrukčních materiálů používaných v nábytkářství. Dnešní doba používá mnoho materiálů, jakými jsou dřevo, dýhy, materiály na bázi dřeva, plasty, sklo, kovy, kámen, lepidla a další. Jednotlivé materiály mají rozdílné vlastnosti. Při výrobě kvalitního nábytku je nutné s těmito odlišnými vlastnostmi materiálů počítat. Vhodná volba materiálu se odvíjí od očekávaných vlastností a použití výrobku. Materiál ovlivňuje vzhled, fyzikální a mechanické vlastnosti výrobku, druhy konstrukčních spojů a konstrukce, možnosti použití lepidel a povrchových úprav a konečnou cenu výrobku.

##### **3.1.1 Masivní materiál**

Dřevo patří k nejdůležitějším a nejpoužívanějším materiálům truhlářů. Jedná se o přírodní materiál, který se využívá již po tisíciletí. Aby bylo možné tyto materiály posoudit pro různé účely, musí být známé estetické, fyzikální a mechanické vlastnosti různých dřevin. Důležitými vlastnostmi dřeva, které vnímáme, jsou jeho textura, barva, přirozený lesk, vůně. Dalšími důležitými vlastnostmi z hlediska zpracování jsou hustota, pevnost, tvrdost, plasticita, elasticita a ohebnost. Z hlediska použití jsou důležitými vlastnostmi tepelná, elektrická a zvuková vodivost a izolační schopnost. Jeho nepříjemnými vlastnostmi jsou hygroskopicitata a anizotropie. (Nutsch a kol., 2006)

### 3.1.2 Materiály na bázi dřeva

Teprve nástup průmyslové výroby souvisí s rozvojem výroby velkoplošných materiálů a zjednodušení jejich tvorby, které podstatným způsobem potlačily význam dřeva v konstrukci a při výrobě nábytku, ale současně zajistily snížení celkové spotřeby dřeva. (Trávník, 2005)

Materiály na bázi dřeva jsou takové materiály, které se od klasických dřevěných materiálů liší tím, že vznikají dělením dřevních materiálů na jednotlivé částice (třísky, štěpky, vlákna apod.) a následným slepením či slisováním v kombinaci s lepidly nebo pojivy vznikají nové velkoplošné deskové materiály. (Svoboda, Brunecký, Hála, 2012)

#### 3.1.2.1 Vlastnosti materiálů na bázi dřeva

Hlavním důvodem, který vedl k vývoji materiálů na bázi dřeva, byla snaha o výrobu produktů využívajících příznivé vlastnosti dřeva (izolační vlastnosti, snadná obrobitelnost, nízké výrobní nároky na energii apod.) a zároveň překonávajících jeho nevýhody (hygroskopicitu, nehomogenitu a anizotropii). (Böhm a kol., 2012)

Protože dřevo je materiál tvořený z vláken, který sesychá a bobtná zejména ve směru kolmém na vlákna, lze rozměrové změny materiálů na bázi dřeva minimalizovat vhodným konstrukčním řešením. Jelikož se při výrobě aglomerovaných materiálů dřevo nejprve dezintegruje na drobné části a tyto drobné části se následně spojují do jednoho celku s uspořádáním podle požadavků na konečný produkt, dosahuje se tímto výrobním postupem nižší vlhkostní roztažnosti. (Böhm a kol., 2012)

Materiály na bázi dřeva současně překonávají nehomogenitu přírodního dřeva a rozšiřují rozmanitost jednotlivých konstrukčních řešení. Ačkoliv tyto materiály, stejně jako použitá výrobní surovina, vykazují anizotropní chování, lze na rozdíl od dřeva stupeň anizotropie regulovat (např. velikostí a orientací dřevních částic). To je další podstatná výhoda těchto materiálů, neboť jejich vlastnosti v jednotlivých směrech mohou být řízeny podle požadavků na konečný způsob aplikace. (Böhm a kol., 2012)

Mezi další významné výhody materiálů na bázi dřeva patří zejména možnost výroby produktů v rozměrech, které jsou omezovány pouze použitou výrobní technologií, možnost efektivnějšího využití přírodního materiálu, snadnější přizpůsobení měnícím se požadavkům trhu a v porovnání s ostatními materiály menší zatížení životního prostředí z důvodů minimální spotřeby chemických látek obsažených ve výrobku. (Böhm a kol., 2012)

Moderní materiály na bázi dřeva jsou vyráběny především ze sortimentů nízké kvality z rychle rostoucích druhů dřevin. Skutečnost, že surovina nízké kvality může být použita pro výrobu vysoce kvalitního produktu, je pokládána za jednu z jejich největších výhod, a to zejména v případech, kdy jsou pro výrobu používány malé průměry kulatin. (Štefka, 2002)

### ***3.1.2.2 Faktory ovlivňující vlastnosti a použití materiálů na bázi dřeva***

Na mechanicko-fyzikální vlastnosti a na způsoby aplikace materiálů na bázi dřeva mají výrazný vliv téměř všechny výrobní parametry. Mezi nejpodstatnější se uvádí druh dřeviny, velikost, geometrie, orientace, formování a kvalita třísek, typ a množství použitého lepidla a přídavných látek, lisovací faktory (lisovací čas, teplota a tlak, rychlost uzavírání lisu, vlhkost, chemické reakce při lepení třísek, plastifikace a formát výrobku), které vzájemnou interakcí v průběhu lisování třískového koberce usměrňují zejména tvorbu hustotního profilu charakterizující rozložení hustoty v deskách. Obvykle platí, že při zmenšující se velikosti částic se zlepšuje možnost jejich formování, což má za následek stoupající hustotu vyráběného materiálu. Současně také platí, že pro materiály se stejnou hustotou a zmenšující se velikostí částic klesá pevnost. (Böhm a kol., 2012)

### ***3.1.2.3 Aglomerované materiály***

Aglomerované materiály jsou vyrobeny z dřevních nebo jiných lignocelulózových částic získaných dezagregací rostlinného materiálu a následnou aglomerací, tedy seskupením za pomoci tlaku, teploty a většinou s použitím lepidla. Aglomerované materiály do značné míry překonávají nevýhody dřeva (heterogenitu, anizotropii a rozměrovou nestálost), přičemž si uchovávají většinu vlastností dřeva. (Hrázský, Král, 2000)

Přednosti aglomerovaných materiálů uvádějí Hrázský a Král (2000): velkoplošnost, izotropnost, homogenní struktura bez přírodních vad, široký sortiment (hustota, tloušťka, pevnost, speciální povrchové úpravy), příznivé mechanické vlastnosti vzhledem ke své hustotě, nízká teplená vodivost, dobré akustické vlastnosti, možnost lepení a spojování klasickými spojovacími prostředky, vhodnost pro různé povrchové úpravy a nízké nároky na kvalitu vstupní suroviny.

### 3.1.2.3.1 Interakce faktorů ovlivňujících mechanické a fyzikální vlastnosti

Vlastnosti aglomerovaných materiálů jsou nejvíce ovlivňovány použitým druhem lepidla, obsahem vlhkosti a hustotou. Zatímco vyšší obsah lepidla má na fyzikálně-mechanické vlastnosti pozitivní vliv, vliv vlhkosti je zcela opačný. (Böhm a kol., 2012)

Vliv hustoty je závislý na druhu posuzované vlastnosti a může být příznivý nebo nepříznivý. Nerovnoměrnost hustoty v materiálech je zdrojem vnitřního pnutí, které následně snižuje pevnost a zvyšuje hodnoty bobtnání. Naproti tomu nerovnoměrnost příčného hustotního profilu je jedním z faktorů, jímž lze fyzikálně-mechanické vlastnosti nejvíce ovlivňovat. Na hodnoty ohybových zkoušek má největší vliv hustota povrchových vrstev desek, zatímco na utváření příčného hustotního profilu má největší vliv uzavírací čas lisu, lisovací teplota a tlak, vlhkost a geometrie třísek. (Böhm a kol., 2012)

Geometrie a orientace třísek také výrazně působí na mechanické vlastnosti a rozměrovou stabilitu. Delší a tenčí třísky, stejně tak jako jejich pečlivá orientace, zvyšují pevnost, tuhost a rozměrovou stabilitu desek. Důležité jsou i další faktory, např. interakce mezi vrstvami, adhezní síly lepidla, přídavné látky a druh dřeviny. (Böhm a kol., 2012)

### 3.1.2.3.2 Dřevotřískové desky (DTD)

Dřevotřískové desky jsou deskový materiál vyráběný z dřevních (třísky, hobliny, piliny apod.) nebo jiných lignocelulóзовých (lněné a konopné pazdeří) částic spojených lepidly ze syntetických pryskyřic za působení tepla a tlaku. DTD rozlišujeme podle způsobu výroby na desky lisované plošně (nejčastější typ), válcovým lisem (pro výrobu tenkých desek 3 – 5 mm) a výtlačně (umožňují vyrobit silné desky s vylehčujícími otvory). (Nutsch a kol., 2006)

Podle způsobu úpravy povrchu rozdělujeme dřevotřískové desky na surové (nebroušené nebo broušené), dýhované, laminované a kaširované papírovou nebo plastovou fólií. Dále lze dřevotřískové desky rozdělit podle druhu a velikosti třísek na desky dřevotřískové, z velkoplošných třísek, z orientovaných třísek (OSB) a jiných částic. (Böhm a kol., 2012)

Základní informace, definice a klasifikace dřevotřískových desek jsou obsaženy v ČSN EN 309: Třískové desky – Definice a klasifikace, 2005.



ČSN EN 312: Třískové desky – Požadavky (2011), rozlišuje tyto druhy dřevotřískových desek:

- P1 – Desky pro všeobecné účely pro použití v suchém prostředí
- P2 – Desky pro vnitřní vybavení (včetně nábytku) pro použití v suchém prostředí
- P3 – Nosné desky pro použití ve vlhkém prostředí
- P4 – Nosné desky pro použití v suchém prostředí
- P5 – Nosné desky pro použití ve vlhkém prostředí
- P6 – Zvlášť zatížitelné nosné desky pro použití v suchém prostředí
- P7 – Zvlášť zatížitelné nosné desky pro použití ve vlhkém prostředí

### 3.1.2.3.3 *Vlastnosti dřevotřískových desek*

Vlastnosti DTD jsou ovlivněny řadou činitelů, mezi které patří zejména velikost třísek, druh použité dřeviny a druh použitého lepidla. Všeobecně mají tyto desky horší mechanické vlastnosti než masivní dřevo, ale také mnohem nižší roztažnost způsobenou vlivem vlhkosti. (Böhm a kol., 2012)

Za výhodu DTD lze považovat plošnou izotropnost vlastností, velkoplošnost, možnost výroby desek s různou hustotou a mechanickými vlastnostmi bez jakýchkoliv vad. Desky umožňují různé povrchové úpravy ploch i boků. Ve většině případů je možné výrobky po skončení životnosti recyklovat nebo energeticky využít. (Böhm a kol., 2012)

Nevýhodami DTD jsou horší mechanické vlastnosti, které však lze eliminovat vhodným dimenzováním a konstrukčním řešením výrobku, malá odolnost vůči působení dlouhodobé vlhkosti a poměrně hrubá vnitřní struktura, která neumožňuje čisté a hladké profilování boků a reliéfování ploch desek. (Böhm a kol., 2012)

Téměř všechny DTD jsou lepeny UF lepidlem. U všech výrobců jsou proto desky povinně pravidelně hodnoceny příslušnými zkušebními orgány a všechny plně vyhovují mezinárodním normám, které uvádějí požadavky na únik volného formaldehydu. (Böhm a kol., 2012)

Z níže uvedené tabulky vyplývá, že hodnoty přídržnosti povrchových vrstev pro všechny jmenovité tloušťky dřevotřískových desek se rovnají  $0,8 \text{ N/mm}^2$  (0,8 MPa). Uvedené hodnoty jsou normované pro vlhkost materiálu, která odpovídá relativní vzdušné vlhkosti 65 % a teplotě 20 °C.

**Tab. 1** Hodnoty přídržnosti povrchu pro DTD (Hrázský a Král, 2007)

Vlastnost	Metoda zkoušení	Jednotka	Požadavek				
			Tloušťková třída (mm, jmenovitý rozměr)				
			3 – 4	> 6 – 13	> 13 – 20	> 20 – 25	> 25 – 32
<b>Přídržnost povrchu</b>	EN 311	N/mm <sup>2</sup>	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8

#### 3.1.2.3.4 Použití dřevotřískových desek

Pro své přednosti a nízké ceně se DTD staly velmi oblíbeným a rozšířeným materiálem v nábytkářském průmyslu. Dýhované DTD se používají především na výrobu bytového nábytku. Laminované desky, které mají velmi odolný povrch, se užívají zejména k výrobě koupelnového, kuchyňského a kancelářského nábytku. Surové DTD se využívají na výrobu neviditelných dílců čalouněného nábytku. (Böhm a kol., 2012)

### 3.1.3 Dýhy

Dýhy jsou tenké listy dřeva o tloušťce 0,2 až 5 mm, které se vyrábí oddělováním kvalitní dýhárenské kulatiny centrickým nebo excentrickým loupáním, krájením nebo řezáním. K dýhování velkoplošných materiálů se používá zejména krájení, které je vhodné pro výrobu okrasných dýh nespočetného množství vzorů a kreseb textur dřeva. Podle způsobu použití rozlišujeme dýhy okrasné (povrchové), dýhy konstrukční (technické) a poddýžky. Podle textury se dýhy rozlišují na tangenciální (fládrové), radiální (páskové) a poloradiální. (Nutsch a kol., 2006)

#### 3.1.3.1 Požadavky na dýhárenskou kulatinu

Dýhárenské kulatině je třeba, pro její možné vysoké finanční zhodnocení, věnovat zvýšenou pozornost při celém procesu pěstování, těžby, skladování i dopravy, aby nedocházelo k nežádoucímu poškození. (Böhm a kol., 2012)

### 3.1.3.2 *Sesazenky*

Sesazenky jsou listy dřív šířkově slepené do většího formátu. Způsob sesazení dřív určuje výslednou kresbu, dřívky mohou být spojovány tavným vláknem z rubové strany, slepením natupo, lepicí páskou nebo kombinací vlákna a pásky. Pro podélné sesazení dřív (např. při výrobě pásek pro olepování hran bočních ploch) se používají spoje na ozuby nebo na pokos. (Böhm a kol., 2012)

### 3.1.4 **Vlastnosti dřeva ovlivňující pevnost lepeného spoje**

Při práci se dřevem je velmi důležité si uvědomit, že se jedná o přírodní materiál s anizotropními vlastnostmi, které zásadním způsobem ovlivňují jeho užité vlastnosti. Další charakteristiky, které ovlivňují vzhledové a užité vlastnosti dřeva, lze rozdělit na makroskopické, fyzikálně-mechanické a chemické. (Tesařová a kol., 2014)

Mezi základní vlastnosti ovlivňující pevnost lepeného spoje patří pórovitost, hygroscopicita, hustota a druh dřeva, vlhkost a teplota.

Dřevo je hyroskopický materiál, který mění svoji vlhkost v závislosti na relativní vlhkosti vzduchu prostředí. Většina vlastností dřeva závisí na jeho vlhkosti. Změnou této vlhkosti dochází k rozměrovým změnám (bobtnání a sesychání). Tato změna se může následně projevit na kvalitě lepeného spoje. (Šlezingerová, 2005)

Hustota materiálu je dalším aspektem, který ovlivňuje pevnost spoje. Hodnota hustoty dřeva je u různých druhů dřev rozdílná, což je dáno jeho anatomickou stavbou, chemickým složením a vlhkostí, nebo také rozdílnou polohou ve kmenech. (Šlezingerová, 2005)

Druh použitého dřeva hraje také důležitou roli při lepení. Výsledkem jsou rozdílné vlastnosti při lepení. Buk vyžaduje kvalitnější povrchové opracování, jinak hrozí vytlačení lepidla z lepidlové spáry a degradace pevnosti. Bukové dřevo je náchylnější na vlhkost, čímž se zvyšuje riziko prnutí a deformace. (Eisner, 1958)

Teplota hraje důležitou roli během vytvrzování lepidla. Při vytvrzování je důležitá nejen teplota okolí, ale i teplota materiálu. U disperzí se používá zkratka MFT, což je nejnižší teplota, při které ještě vzniká kvalitní čirý film. Obvykle hodnota této teploty neklesá pod 10 °C, jinak může dojít k nedokonalému vytvrzení lepidla a naopak při velmi vysoké teplotě materiálu může dojít k předčasnému vytvrzení lepidla. (Eisner, 1958; Rowell, 2005)

## 3.2 Teorie lepení a lepidla

Na konečné kvalitě dýchovaných nábytkových dílců se významným způsobem podílí také kvalita lepeného spoje, respektive samotná lepidla a proces tvorby lepeného spoje. Je proto nezbytné se seznámit se základními pojmy jako je adheze, koheze, přilnavost, smáčení povrchu tuhých látek a důkladně si osvojit teorii lepení.

Lepidla jsou materiály schopné spojovat tuhá tělesa. Lepení je jediný způsob nerozebíratelného a nedestrukčního spojení dvou materiálů pomocí nekovových materiálů, které nenarušuje vlastnosti lepených materiálů. Nabízí nové kombinační schopnosti materiálů, které jsou jinými způsoby spojování nedosažitelné. Při lepení dřeva se většinou vyžaduje, aby pevnost spoje dosahovala vyšších hodnot než pevnost lepeného materiálu, tedy dřeva nebo materiálů na bázi dřeva. V nábytkářském průmyslu, např. při lepení dřeva, by se jako první měl porušit adherend neboli lepený materiál. V praxi to znamená vytrhávání dřevních vláken, čímž dochází k porušení pevnosti lepeného spoje. (Drápela a kol., 1980)

### 3.2.1 Základní pojmy

Problematika teorie lepení v nábytkářském průmyslu je složitý proces, který je ovlivněn mnoha faktory. Všechny tyto faktory ve výsledku ovlivňují kvalitu lepeného spoje dýchovaných nábytkových dílců. Jedním ze způsobů, jak zlepšit kvalitu dýchovaných nábytkových dílců, je použití správného lepidla aplikovaného na vhodné materiály s ohledem na ostatní faktory.

Základní pojmy uvádí ČSN EN 923+A1: Lepidla – Termíny a definice, 2016:

- **Adherend:** těleso, které je přilepeno nebo má být přilepeno k jinému tělesu.
- **Adheze:** vlastnost povrchu nepřilnout k lepidlu.
- **Adhezivum:** nekovová látka schopná spojovat materiály slepením povrchů (adhezí) s tím, že lepený spoj disponuje potřebnou vnitřní pevností (kohezí).
- **Koheze:** stav, ve kterém jsou částice jedné látky drženy pohromadě mezimolekulárními silami.
- **Pevnost spoje:** síla potřebná k porušení lepeného spoje.
- **Smáčivost:** schopnost kapaliny (lepidla) rozprostřít se po určitém povrchu.
- **Tvrdidlo:** látka, která způsobuje vytvrzení lepidla následkem chemické reakce.

### **3.2.1.1 Adheze**

Adheze označuje vzájemnou přilnavost lepidla a lepeného povrchu. Vyvolává se mezimolekulárními přitažlivými silami lepidla a lepeného materiálu. Přilnavost závisí na konzistenci lepidla a vlastnostech povrchové vrstvy lepených materiálů. Vznik adheze bývá objasňován různými teoriemi. (Drápela a kol., 1980)

#### **3.2.1.1.1 Mechanická adheze**

Teorie mechanické adheze spočívá v myšlence, že lepidlo v tekutém stavu zatéká po nanesení na povrch do nerovností a pórů, kde po zatuhnutí vytvoří velké množství spojovacích prostředků. Tato teorie však nezohledňuje spojování neporézních materiálů, kde se výsledného spojení dosahuje mezimolekulárními přitažlivými silami. (Drápela a kol., 1980)

#### **3.2.1.1.2 Specifická adheze**

Specifická adheze je tvořena pomocí fyzikálních a chemických sil. Mezi zásadní veličiny patří viskozita lepidla, povrchové napětí, polarita lepidla a lepené plochy, adsorpce apod. Nezbytnou podmínkou pro vznik těchto adhezních sil je co nejtěsnější přiblížení lepených ploch. Tato vzdálenost nesmí být větší než 3 – 4 μm, což je u pevných těles nemožné, proto je nutné oba lepené povrchy propojit tekutými lepidly. (Drápela a kol., 1980)

### **3.2.1.2 Koheze**

Koheze je pojem označující vnitřní molekulovou soudržnost materiálu. Koheze je závislá i na velikosti a struktuře makromolekul lepidla po jeho vytvrzení. Vzniká ve vrstvě aplikovaného lepidla, z něhož se odpařuje nebo uniká rozpouštědlo a postupně se zvyšuje až do fáze vytvoření pevného filmu. Soudržnost lepidla v lepeném spoji musí být nutně vyšší než soudržnost lepeného materiálu. Pevnost lepeného spoje závisí na dokonalé přilnavosti lepidla k lepené ploše a také na dobré vnitřní soudržnosti molekul samotného lepidla. (FEICA, 2004)

### 3.2.1.3 Smáčení povrchu a povrchové napětí

Schopnost smáčet povrch podkladu je důležitá vlastnost lepidla, která závisí na povrchovém napětí lepidla a lepeného povrchu. Smáčivost souvisí s povrchovou energií látek, vyjádřenou jako povrchové napětí a vyjadřuje schopnost lepidla rovnoměrně pokrýt povrch lepeného materiálu. Na povrchu každého pevného tělesa působí povrchové síly, které na volném povrchu váží vzduch. Tyto síly vztažené na plochu dílce se nazývají povrchové napětí. Povrchové napětí kapalin působí na zmenšení povrchu kapalin a tím brání jejich roztečení, což je podporováno přítomností prachu či mastnoty na lepeném povrchu. Povrchové napětí ovlivňuje roztečení lepidla a jeho smáčení povrchu substrátu. Aby se lepidlo dostatečně rozteklo a smáčelo lepený povrch, je nutné, aby mělo lepidlo povrchové napětí menší než povrchové napětí podkladu. Kapalina obecně dobře smáčí povrch, když je úhel smáčení menší než  $90^\circ$  a nesmáčí povrch, pokud je větší než  $90^\circ$ , smáčivost se mění v odpudivost. (Ebnesajjad, 2014)

### 3.2.2 Tvorba lepidlového spoje, lepené spáry

Proces vytvrzení v lepeném spoji začíná smáčením lepené plochy nosného materiálu lepidlem a končí pevným lepeným spojením, vznikem lepené spáry. Tento proces zpravidla urychluje teplo a lisovací tlak, který zajistí vzájemné splynutí lepidla s lepenými plochami. Pevnost lepené spáry závisí na kohezi lepidla (vzájemné soudružnosti molekul lepidla), na adhezi (přilnavosti lepidla na části spoje), a u porézních materiálů navíc na mechanickém zajištění lepidla v materiálu. (Nutsch a kol., 2006)

Podle Tesařové a kol. (2014) je třeba po nánosu lepidla při tvorbě lepidlové spáry rozlišovat způsoby tvorby lepidlového filmu:

- rozpuštěných polymerů v rozpouštědlech,
- disperzí polymerů rozptýlených ve vodě,
- tvořících lepidlový film chemickou reakcí,
- změnou skupenství tavných lepidel,
- lepený spoj u tlakocitlivých lepidel se vytváří působením tlaku prstů na nosič s nánosem lepidla, který je přiložen na druhý podklad,
- působením UV záření,
- působením mikrovlnného záření.

### 3.2.3 Faktory ovlivňující kvalitu lepeného spoje

Abychom dosáhli kvalitního lepeného spoje, je důležité dodržet určité požadavky. Jedině tak bude zabezpečeno, že výsledný spoj bude odolávat vnějším silám a činitelům.

Aby bylo dosaženo dokonalého spoje, musí být lepidlo nanášeno rovnoměrně na jednu nebo obě plochy tak, aby je lepidlo smáčelo. Lepidlo musí zatéct do spáry rovnoměrně a vytvořit aktivní film. Poté je potřebné, aby lepidlo přešlo z tekuté do pevné fáze. Velký vliv na lepení má vyvinutý tlak na materiál, který napomáhá k fixaci dílů a rovnoměrnému rozlití lepidla po ploše. Není ale pravda, že se zvýšeným tlakem se zvýší i pevnost spoje. Vyvinutí příliš velkého tlaku může mít nepříznivé účinky. Může dojít k odtečení lepidla ze spáry. Naopak, není-li tlak potřebně velký, může dojít k nerovnoměrnému rozprostření lepidla a spoj se může stát nespolehlivým. Způsoby lepení se liší zejména v nanášení lepidla a jeho aktivaci ve spáře. (Osten, 1972)

Tesařová a kol. (2014) uvádí následující příčiny ovlivňující kvalitu lepeného spoje:

- **Správná volba lepidla:** při volbě lepidla je nutné brát ohled na vlastnosti lepených materiálů. Jedině správnou volbou lze docílit kvalitního spoje.
- **Polarita povrchu a polarita lepidla:** polární lepidlo se používá k lepení polárních povrchů (dřevo), zatímco nepolární lepidla se používají pro lepení nepolárních povrchů (sklo). Polaritu lze najít v technickém listu materiálu.
- **Fyzikálně-mechanické vlastnosti lepidla a lepených materiálů:** lepený povrch je nutné nejprve zbavit veškerých vystupujících nerovností (broušením), zdrsnit rovný podklad (broušením) a odstranit veškeré nečistoty.
- **Viskozita lepidla:** zajišťuje rovnoměrné nanesení a zabraňuje nechtěné penetraci lepidla do povrchu podkladu před vytvořením tenké vrstvičky lepidla na lepeném povrchu podkladu.
- **Povrchové napětí:** velikost povrchového napětí určuje míru smáčivosti povrchu. Povrchové napětí lepidla musí být vždy menší než povrchové napětí lepeného povrchu.
- **Způsob nanášení a zpracování lepidla:** způsob nanášení a rovnoměrnost nánosu lepidla hraje důležitou roli ve výsledné pevnosti lepeného spoje.

### 3.3 Lepidla

Lepidla jsou materiály v kapalné, pastovité nebo pevné formě a lze s nimi pevně spojovat za pomoci adheze (přilnavosti lepidla k podkladům) a koheze (vnitřní soudružností lepidla) materiály jako je dřevo, plasty, sklo a kov, ale také dílce výrobků při montáži. (Nutsch a kol., 2006)

V nábytkářském průmyslu představují lepidla důležitý pomocný materiál, který zásadním způsobem přispívá nejen ke zdokonalování kvality výrobků, ale současně se podílí na vzniku nových progresivních produktů. (Liptáková a Sedliačik, 1989)

Pod pojmem lepidlo se rozumí všechna lepidla z rostlinných, živočišných a syntetických výchozích látek, která obsahují rozpustné, případně disperzní částice. Dle původu se lepidla dělí na lepidla přírodní a lepidla syntetická. (Nutsch a kol., 2006)

Podle Tesařové a kol. (2014) se lepidla dělí z hlediska principu přechodu lepidla ze stavu kapalného do stavu pevného:

- fyzikální změnou stavu odpařením rozpouštědla z nanesené lepidlové směsi,
- fyzikální změnou stavu odpařením vody z naneseného disperzního vodou ředitelného lepidla,
- ochlazením naneseného roztaveného lepidla,
- lepidla stále lepivá,
- lepidla tuhnoucí vlivem reakce lepidla se vzdušnou vlhkostí (změna chemického složení),
- lepidla tuhnoucí bez přístupu vzduchu (anaerobní lepidla),
- lepidla tuhnoucí zesíťováním polymeru po přidání tvrdidla do lepicí směsi (chemickou reakcí),
- lepidla tuhnoucí chemickou reakcí vyvolanou zvýšenou teplotou,
- vytvrzováním naneseného lepidla UV zářením,
- tvorba lepidlového filmu vložení lepeného spoje do pole mikrovlnného záření.

Dále můžeme lepidla určená ke spojování dřeva a materiálů na bázi dřeva roztrdit do skupin namáhání podle klimatických podmínek a oblastí použití, do kterých jsou uzpůsobeny v závislosti na pevnosti lepení. Toto rozčlenění je zobrazeno v tabulce níže.



**Tab. 2** Skupina namáhání lepení podle ČSN EN 204: Klasifikace termoplastických lepidel na dřevo pro nekonstrukční aplikace, 2002

Skupina namáhání	Klimatické podmínky a oblasti použití
<b>D1</b>	Vnitřní prostory, teplota smí činit jen příležitostně a krátkodobě více než 50 °C a vlhkost dřeva maximálně 15 %, např. u vnitřních dveří, nábytku, obkladů.
<b>D2</b>	Vnitřní prostory s příležitostně krátkodobým působením tekoucí vody nebo kondenzované vody, nebo krátkodobou vysokou vlhkostí vzduchu v nárůstem vlhkosti dřeva do maximálně 18 %, např. u kuchyní, koupelen.
<b>D3</b>	Vnitřní prostory s častým krátkodobým působením tekoucí vody nebo kondenzované vody anebo dlouhodobým působením vysoké vlhkosti. Dřevo venku, s ochranou proti povětrnostním vlivům, např. u vnějších dveří, oken, schodů.
<b>D4</b>	Vnitřní prostory s častým silným působením tekoucí nebo kondenzované vody. Venku vystavené povětrnostním vlivům, ale s přiměřenou povrchovou ochranou, např. v krytých bazénech, ve sprchách, na okna a vnější dveře s lazurou nebo tmavým, krycím nátěrem, kromě toho pro žebříky a schody.

### 3.3.1 Složení lepidel

Hlavní složkou lepidel jsou makromolekulové látky, které pro své použití potřebují být v podobě roztoku. Lepidla obsahují přídavné látky jako plnidla, nastavovadla, antioxidanty, rozpouštědla a ředidla, změkčovadla, barviva a smáčedla, která zaručují dosažení určitých vlastností lepidel. (Nutsch a kol, 2006)

Technické pojmy týkající se složení lepidel popisuje Nutsch a kol. (2006):

- **Nastavovadlo:** jemně mleté a bobtnavé organické látky s vlastní lepivostí (obilná mouka, škrob a ve vodě rozpustná celulóza), které se používají zejména při dýchování. Používají z technických i ekonomických důvodů. Jejich použitím lze snížit náklady na lepidlo, reguluje se viskozita lepidlové směsi, zlepšuje se elasticita lepených spojů, zvyšují se plnicí schopnosti lepidla a snižuje se nebezpečí prosakování lepidla.
- **Plnidlo:** jemně mleté látky bez vlastní lepivosti (křída, dřevní mastek, škrobové látky, nerostná moučka). Vyplňují nerovnosti povrchu, zahušťují lepicí směs a omezují smršťování lepidla při tuhnutí.
- **Zušlechťující přísady** charakterizuje Sedliačik (1992): látky zlepšující vlastnosti lepicí směsi, a tím i vlastnosti lepené spáry. Fungují jako ochrana lepidla a lepeného dřeva vůči biologickým činitelům (portlandský cement).

### 3.3.2 Syntetická lepidla

V současné době se v praxi používají téměř výlučně syntetická lepidla, protože ve srovnání s přírodními lepidly výrazně lépe vyhovují požadavkům na zpracovatelnost, rozsah použití a stálost. (Nutsch a kol., 2006)

Tesařová a kol. (2014) rozlišuje syntetická lepidla podle druhu používaných plastických hmot na:

- **Syntetická lepidla dvousložková:**
  - dvousložková (termoreaktivní): vznikají chemickou reakcí (polykondenzací) s tvrdidlem za zvýšené teploty a tlaku (močovinoformaldehydová, melaminformaldehydová, fenol-formaldehydová, směsná, resorcinformaldehydová),
  - dvousložková: lepidlový film se tvoří chemickou reakcí (polyadicí) s tvrdidlem (epoxidová dvousložková a polyuretanová lepidla).
- **Syntetická lepidla nereaktivní:**
  - disperzní vodou ředitelná lepidla (polyvinylacetátová, akrylátová, kopolymerní),
  - roztoková lepidla, polymery nebo směs polymerů rozpuštěných v rozpouštědle (kaučuková, chloroprenová, polyvinylacetátová, polyvinylchloridová, speciální deriváty celulózy),
  - tavná lepidla (ethylvinylacetátová, polyamidová, polyesterová, polyuretanová, kaučuková, polyolefinická – OPAO),
  - tlakocitlivá lepidla (polymerní kaučuková),
  - termoplastická lepidla (akrylátová, vinylová).

#### 3.3.2.1 Močovinoformaldehydová lepidla

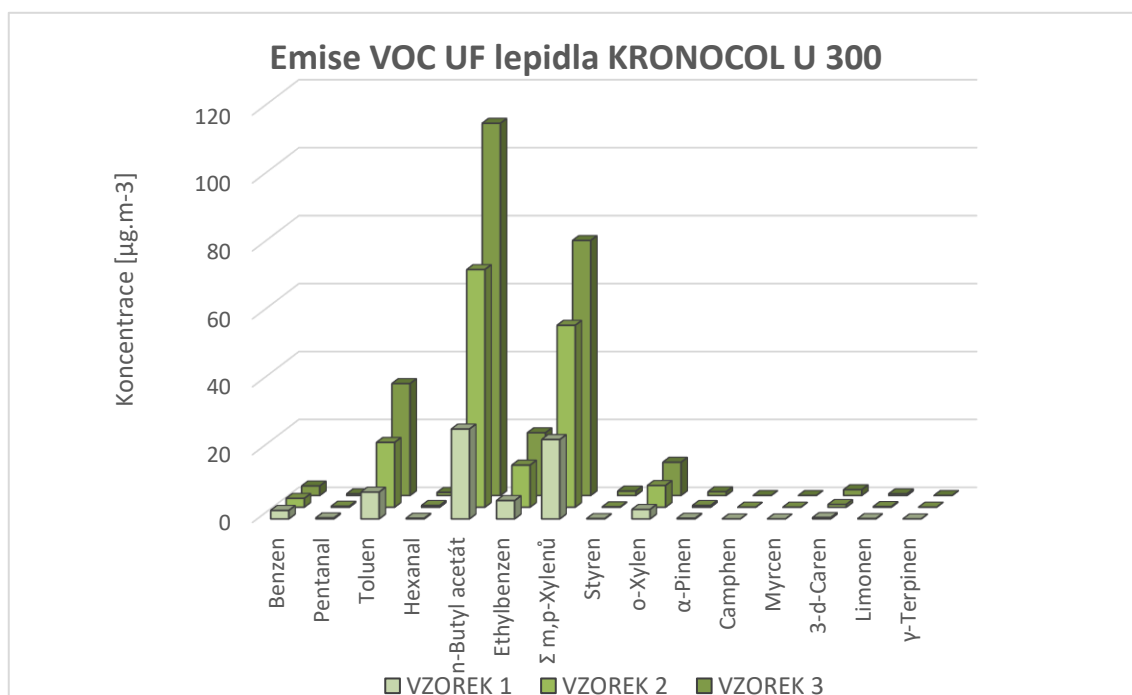
Močovinoformaldehydová lepidla patří k nejpoužívanějším, cenově velmi dostupným lepidlům, která jsou používána v dřevozpracujícím průmyslu. Jako všechna termoreaktivní lepidla vytvrzují po přidání tužidla a vystavení lepených spojů vysoké teplotě (95 – 105 °C) a tlaku. Vyrábí se kondenzací močoviny s formaldehydem, po které se získají čiré až bílé zakalené viskózní kapaliny nebo bílé prášky rozpustné ve vodě. Nevýhodou těchto lepidel je, že při vytvrzování a dalším používání uvolňují volný formaldehyd. (Tesařová a kol., 2014)

Používají se především při výrobě materiálů na bázi dřeva určených do interiéru a při dýchování. Lepené spoje a materiály na bázi dřeva lepené močovinoformaldehydovými lepidly se vyznačují omezenou odolností vůči studené vodě a teplé vodě odolávají do 70 °C pouze po omezený čas. (Tesařová a kol., 2014)

Dýchování močovinoformaldehydovými lepidly je podle Tesařové a kol. (2014) možné dvěma způsoby:

- za tepla: při teplotě 95 až 105 °C, čas je závislý na tloušťce lepeného materiálu (5 minut) a lisovací tlak na dýchovaném podkladovém materiálu;
- za studena: při teplotě 18 až 25 °C je lisovací čas 30 až 50 minut, při teplotě 20 °C je doba vytvrzování lepidla 46 hodin.

Na níže uvedeném obrázku jsou znázorněny veškeré těkavé organické látky (VOC) uvolňované z močovinoformaldehydového lepidla KRONOCOL U 300 při nanášení.



**Obr. 1** Emise VOC UF lepidla KRONOCOL U 300 (Čech, 2008)

### 3.3.2.2 Směsná lepidla melamin-močovinoformaldehydová

Melamin-močovinoformaldehydová lepidla se vyrábějí reakcí formaldehydu s močovinou a melaminem, případně smísením hotového močovinoformaldehydového lepidla s melaminformaldehydovým lepidlem. Všeobecně u termoreaktivních lepidel na bázi aminoplastů platí, že lepidlové směsi se připravují smísením s tužidlem. (Tesařová a kol., 2014)

### 3.3.2.3 Disperzní vodou ředitelná lepidla polyvinylacetátová

Polyvinylacetátová lepidla se připravují polymerací termoplastu vinylacetátu, který se nerozpouští ve vodě a jeho velmi malé částice jsou velmi jemně rozptýleny (dispergovány) ve vodě. (Nutsch a kol., 2006)

PVAc lepidla patří k nejvhodnějším lepidlům pro lepení porézních materiálů, zejména materiálů na bázi dřeva. Lepené spoje dosahují velmi rychle vyšší pevnosti, než je pevnost dřeva, čehož se využívá pro montážní lepení. Manipulační pevnost lepidla nastává po 5 – 10 minutách a ke konečné pevnosti lepeného spoje dochází po 24 hodinách. Na rozdíl od polykondenzačních lepidel jsou velmi elastická a dodávají se připravená k použití. Lepidla se používají zejména pro montážní lepení, při dýhování, lepení DTD na tupou spáru apod. Doba lisování PVAc lepidel je min 5 minut. (Tesařová a kol., 2014)

PVAc lepidla poskytují velmi pevné spoje, které se vyznačují pružností, odolností vůči mikroorganismům a plísním, nehořlavostí a částečnou odolností proti zvýšené teplotě a vlhkosti. Díky svým příznivým netoxickým vlastnostem nahrazují formaldehydová lepidla při výrobě dýhovaných dílců. (Sedliačik a kol., 2015)

V tabulce níže jsou uvedeny základní údaje pro PVAc lepidla upravena k dýhování.

**Tab. 3** Údaje pro zpracování PVAc lepidel při dýhování (Nutsch a kol, 2006)

Údaje pro zpracování	Dýhovací lepidla PVAc
Nanášení množství	závisí na lepeném povrchu 140 – 200 g/m <sup>2</sup>
Doba tuhnutí	5 min až (zřídka) 30 min
Teplota tuhnutí	většinou 100 °C, zřídka 150 °C
Lisovací tlaky	měkká dřeva kolem 0,3 MPa, tvrdá dřeva 0,5 MPa
Doba lisování	při 20 °C 60 min, při 50 °C do 30 min, při 80 °C 8 min
Úplné vytvrzení	předností je doba chlazení

Pro lepení dřeva se v současnosti nejvíce používají disperzní lepidla na bázi polyvinylacetátu. Jejich použití v nábytkářském průmyslu narůstá díky jednoduché přípravě, zdravotní nezávadnosti a odpovídající kvalitě lepeného spoje. Vzhledem k jejich narůstajícímu užívání se v současné době hovoří o inovativní technologii procesu lepení napěňováním PVAc disperzních lepidel pomocí tenzidů. Napěňování PVAc lepidel zajišťuje snížení spotřeby lepidla a tím snižuje přímé materiálové náklady na lepení. Používání napěňování disperzních PVAc lepidel je stále více využíváno především pro svou výhodnost z hlediska technologického i ekonomického. (Sedliačik a kol., 2015)

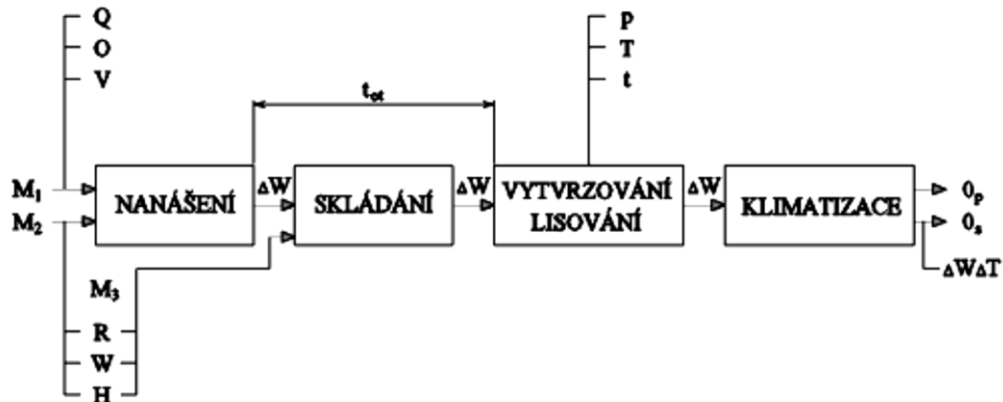
### 3.4 Technologická operace dýhování

V této kapitole je představen způsob dokončení zkušebních vzorků (dýhovaných nábytkových dílců), faktory, které mohou ovlivnit konečnou kvalitu dílce a současně významným způsobem ovlivnit jeho odolnost.

#### 3.4.1 Charakteristika dýhování

Dýhování patří k jedním z nejpodstatnějších technologických postupů ve výrobě nábytku. Touto technologickou operací se rozumí lepení dýh a dalších dekoračních materiálů na konstrukční desku, podklad. Vytváří se tak předpoklad pro splnění estetických měřítek výrobků nábytkářského průmyslu, kterým se zvyšuje jednotnost, hladkost i stabilita povrchu konstrukčního materiálu. (Trávník a Svoboda, 2007)

Dýhování je složitý proces, jemuž je připisován rozhodující význam v procesu dekorativní přípravy dílce a je složen z dílčích operací: nanášení lepicí směsi, skládání lepených souborů, lisování (vytvrzování) a klimatizace.



Obr. 2 Technologický model technologické operace dýhování (Trávník, 2005)

#### 3.4.2 Zásady symetrie dýhování

Podle Trávníka a Svobody (2007) mohou být konstrukční aglomerované materiály dýhovány libovolně, ale je nutné zajistit základní zásady symetrie dýhování:

- na každou stranu od centrální osy symetrie musí být stejný počet vrstev dýh a osy symetrie těchto vrstev musí být od osy symetrie stejně vzdáleny,

- vrstvy dekoračního materiálu musí být stejně silné, počet těchto vrstev na obou stranách musí být stejný a ze stejného materiálu,
- symetricky uložené vrstvy musí mít stejnou orientaci, stejné fyzikálně-mechanické vlastnosti a musí být vyrobeny stejným způsobem.

Nedodržení pravidel symetrie může způsobit tvarovou deformaci nebo zborcení dílce. Vzhledem k ekonomickému hledisku je racionální nalepovat rozdílné druhy dekoračních materiálů. V tomto případě je nutné volit takovou kombinaci materiálů, které mají přibližně stejné vlastnosti. (Trávník a Svoboda, 2007)

### 3.4.3 Technologické podmínky dýhování

Podstatným předpokladem kvality technologické operace dýhování je kvalita všech použitých materiálů, technologické podmínky a technologické faktory. Cílem jednotlivých operací dýhování je trvalé a pevné spojení, jež je základním předpokladem splnění nároků kladených na výrobky nábytkářského průmyslu. (Trávník, 2005)

**Tab. 4** Technologické podmínky a faktory technologické operace dýhování (Trávník, 2005)

Základní technologické operace	Technologické	
	podmínky	faktory
<b>DÝHOVÁNÍ – LEPENÍ</b>	druh materiálu ( $M_1, M_2, M_3$ ) vlhkost (W) hladkost povrchu (H) rozměr (R) druh lepidla ( $M_1$ ) velikost nánosu (Q) obsah sušiny (O) konzistence (K)	tlak (p) teplota (T) čas (t)

#### 3.4.3.1 Druh materiálu ( $M_2, M_3$ )

Materiál ovlivňuje průběh technologické operace a dosaženou změnu. Pro správné pochopení vlivů dřeva a použitého lepidla je nezbytné poznat nejen vlastnosti lepidla, ale také všeobecné vlastnosti dřeva. Mezi fyzikální vlastnosti dřeva, které mají přímý vliv na pevnost lepení, má hustota dřeva. Se stoupající hustotou se při lepení vyžaduje vyšší lisovací tlak, který je závislý na rovnosti a hladkosti povrchu materiálu. (Trávník, 2005)

Neopomenutelný význam pro kvalitu lepení má i čistota povrchu, jelikož na něm ulpívá prach a mastnota, které zhoršují smáčivost lepidel a zabraňují potřebnému pronikání lepidla do povrchu materiálu. (Trávník, 2005)

#### **3.4.3.2 Vlhkost materiálu (W)**

Vytvrzování lepidla je uskutečňováno syntézou dvou procesů, a to fyzikálním odpařením a oddifundováním rozpouštědla nebo disperzního média (vody) a chemickou reakcí. Vlhkost lepeného materiálu má vliv na vytvrzování z toho důvodu, že na vlhkosti závisí difuze rozpouštědla, vody. (Trávník, 2005)

Vysoká vlhkost materiálu způsobuje zpomalení úniku vodního podílu lepidla do dřeva a zpomalení či dokonce znemožnění vytvrzení lepicí směsi. Nízká vlhkost může mít za následek snížení kvality lepeného spoje skrz intenzivní difuzi, a následného zvýšení konzistence lepidla a snížení jeho smáčivosti. V případě jednostranného nánosu zapříčiní tento jev nedostatečný přenos lepidla na druhý povrch. (Trávník, 2005)

Nejvhodnější vlhkost materiálu pro lepení je  $8 \pm 2$  % a doporučená vlhkost dých pro technologickou operaci dýchování při použití běžných druhů lepidel se pohybuje v rozmezí 6 až 8 %. (Trávník, 2005)

#### **3.4.3.3 Hladkost povrchu (H)**

Dokonalý styk lepených materiálů závisí na hladkosti povrchu, vzájemné přilnavosti lepených ploch a je předpokladem dobré adheze. Proto se povrch dílců před dýchováním upravuje, zejména broušením. Pro vysokou pevnost lepeného spoje je důležité, aby lepené plochy přiléhaly těsně k sobě a mezera mezi nimi byla co možná nejmenší a rovnoměrná. (Trávník, 2005)

#### **3.4.3.4 Rozměr (R)**

Rozměr je charakterizovaný tloušťkovou přesností konstrukčních materiálů. Tato technologická podmínka je důležitá při ukládání více dílců na jednu lisovací desku. Při rozdílných tloušťkách lisovaného materiálu nedochází k rovnoměrnému rozložení tlaku a rozvrstvení lepidla, což má za následek vznik technologických zmetků z důvodu nedržení dekoračních materiálů. (Trávník, 2005)

### 3.4.3.5 *Druh lepidla ( $M_1$ ), obsah sušiny ( $O$ ) a konzistence lepidla ( $K$ )*

Lepidlo k dýchování je dodáváno buď přímo v aplikovatelném stavu, nebo je nutné ho před použitím upravit přidáním rozpouštědel, ředidel, katalyzátorů, plnidel a dalších přísad. Jejich podíl určuje vlastnosti lepicích směsí. (Trávník, 2005)

Pro praktické použití jsou dle Trávníka (2005) požadovány tyto vlastnosti lepidel:

- vysoký obsah sušiny,
- co nejdelší doba skladovatelnosti,
- jednoduchá přeprava a dlouhá doba životnosti lepidlové směsi,
- snadný způsob nanášení,
- krátký, regulovatelný čas vytvrzování,
- malá změna tvaru (smršťování) po vytvrzení,
- minimální obsah látek, které mohou změnit barvu lepených materiálů a absence látek, které se po vytvrzení mohou uvolňovat,
- dobrá pevnost a dostatečná pružnost po vytvrzení.

### 3.4.3.6 *Velikost nánosu ( $Q$ )*

Tloušťku lepidlového filmu ovlivňuje množství naneseného lepidla, která má z hlediska pevnosti spoje podstatný význam. Je ovšem nezbytně nutné nanést ideální množství lepidla. U nedostatečné velikosti nánosu hrozí vznik chudého spoje, v opačném případě může nadměrná velikost nánosu způsobit nedostatečné vytvrzení lepidla, a tím snížit pevnost lepeného spoje při dynamickém namáhání. Optimální množství naneseného lepidla závisí na hladkosti povrchu lepeného materiálu, jeho vsakovací schopnosti, konzistence a obsahu sušiny. (Trávník, 2005)

## 3.4.4 **Technologické faktory**

### 3.4.4.1 *Lisovací tlak ( $p$ )*

Lisováním dochází k těsnému přiblížení lepených ploch a nerovnoměrnému rozložení lepidla na povrchu dílců. Pomocí tlaku lepidlo lépe proniká do pórů i drobných nerovností dřeva a současně dochází k rovnoměrnějšímu rozvrstvení lepidla. Lisovací



tlak je určován na základě druhu dřeviny a druhu lepidla, lisovací teplotou a hladkostí povrchu lepených materiálů. Pro každý druh materiálu jsou stanoveny maximální lisovací tlaky vyplývající z možnosti jeho deformace. (Trávník, 2005)

#### **3.4.4.2 Teplota lisování (*T*)**

Teplota lisování patří k rozhodujícím faktorům, které ovlivňují vytvrzování lepidla, jelikož může zkracovat dobu vytvrzování na minuty až vteřiny. (Trávník, 2005)

Dle použité teploty při lisování dělí Trávník (2005) druhy lepení na:

- lepení za studena – teplota v lepené spáře se pohybuje od 15 do 25 °C,
- lepení za tepla – do 100 °C,
- lepení za zvýšené teploty – nad 100 °C.

Horní hranice teploty a doba působení je omezená. Při působení vyšších teplot nebo delší doby ohřevu dochází ke snížení kvality lepeného spoje. (Trávník a Svoboda, 2007)

#### **3.4.4.3 Čas lisování (*t*)**

Čas lisování je doba, během které je dílec určený k dýchování upnut v lisovacím zařízení a vystaven působení tlaku a teploty. V rámci lisovacího času musí proběhnout fyzikálně-chemické děje a zároveň je nutné dosáhnout požadované jakosti lepení. Určitá část lisovacího času je spotřebována na prohřátí dekoračního materiálu. Čas vytvrzování je závislý na druhu lepidla a době prostupu tepla přes dekorační materiál. Prostup tepla a jeho čas závisí na druhu materiálu, jeho tloušťce, vlhkosti a hustotě. (Trávník, 2005)

Doba vytvrzování lepidla je dle Trávníka (2005) závislá na následujících veličinách technologického procesu lepení:

- druhu dřeviny,
- vlhkosti dřeva,
- druhu lepidla a jeho vlastnostech,
- velikosti nánosu,
- velikosti lepené plochy.

### 3.5 Povrchové úpravy

Povrchové úpravy dřeva pro skupinu bytového nábytku se řídí podle normy ČSN 91 0102: Nábytek – Povrchová úprava dřevěného nábytku – Technické požadavky, 2006. Tato norma uvádí požadavky na fyzikálně-mechanické vlastnosti povrchových úprav dřevěného nábytku. V této normě jsou definovány požadavky na stupeň lesku, tvrdost povrchu, odolnost proti oděru, přilnavost k podkladu, tepelnou stabilitu, světlostálost, odolnost vůči působení studených kapalin, a to vždy v závislosti na charakteru ploch.

Základní vlastnosti a celková kvalita povrchových úprav jsou určovány nanášenými nátěrovými hmotami, způsobem jejich aplikace i technologickými parametry při nanášení, zasychání a vytvrzování nátěrových hmot. (Tesařová a kol., 2014)

#### 3.5.1 Základní pojmy v oblasti nátěrových hmot

Nátěrová hmota je souhrnný název pro všechny materiály, jejichž hlavní součástí jsou filmotvorné látky (pojiva). Obecně jsou nátěrové hmoty směsí různých tekutých a pevných částic. Nátěrové hmoty se nanášejí v tekutém, pastovitém nebo práškovém stavu na podklad, aby vytvořily nátěrový film, a tím povrchovou úpravu požadovaných vlastností. (Tesařová a kol., 2014)

Nátěrový systém je skladba jednotlivých vrstev nátěrových hmot, které po zaschnutí tvoří nátěrový film. Vrstvy nátěrového systému musí být vzájemně plně kompatibilní, aby splnily požadované vlastnosti nátěrového filmu. (Tesařová a kol., 2014)

#### 3.5.2 Složení nátěrových hmot

Důležitým faktorem, který ovlivňuje povrchovou úpravu a vlastnosti nátěrových hmot, je složení nátěrových hmot. Směsi nátěrových hmot obsahují zejména základní složky, které klasifikuje Tesařová a kol. (2014):

- **Pojivo neboli filmotvorné látky:** udávají nátěru základní fyzikálně-mechanické a chemické vlastnosti. Pojivo je v podstatě druh lepidla, které se po vyschnutí nátěru nevypaří, ale spojí části nátěru dohromady za účelem vytvoření souvislého nátěrového filmu.

- **Rozpouštědla:** výrazně ovlivňují kvalitu NH. Slouží k převedení filmotvorné látky do tekutého stavu, ve které se zpracovává a nanáší.
- **Ředidla:** jsou zvláštní podskupinou rozpouštědel, která upravují vlastnosti nátěrových hmot při nanášení a čištění nanášecích zařízení a pomůcek.
- **Reaktivní rozpouštědla:** jsou rozpouštědla, která při nanášení upravují reologické vlastnosti nátěrové hmoty, ředí ji a po nanesení se připojují k pojivu, kde se stávají součástí nátěrového filmu. Jedná se o novou významnou generaci rozpouštědel.
- **Aditiva (přísady):** pomocné látky, které vylepšují vlastnosti nátěrové hmoty a slouží k usnadnění jejich přípravy a způsobu nanášení. Jedná se o tužidla, tvrdidla, urychlovače, iniciátory, absorbéry UV záření, UV iniciátory, fotoiniciátory, plniva (upravují mechanické vlastnosti NH a snižují jejich cenu), matovadla, povrchově aktivní látky a látky způsobující tixotropní vlastnosti nátěrové hmoty (schopnost nanášet nátěrové hmoty ve svislé poloze).
- **Pigmenty a barviva:** jsou práškové nerozpustné barvicí prostředky organického a anorganického původu, nerozpustné v rozpouštědlech a filmotvorných látkách. Vyskytují se pouze v lazurovacích a pigmentových nátěrových hmotách. Pigmenty dodávají nátěrové hmotě barevný odstín, kryvost, tvrdost a rozliv.

### 3.5.3 Rozdělení nátěrových hmot

Nátěrové hmoty, které se používají při dokončování výrobků ze dřeva, lze třídit podle několika hledisek.

Podle obsahu pigmentů se nátěrové hmoty dělí dle Tesařové a kol. (2014) na:

- transparentní NH (základní brusné laky, vrchní bezbarvé laky, impregnační laky, NH na bázi olejů a vosků, politory, plniče),
- pigmentové NH (základní barvy, emaily, tmely),
- NH, které částečně zakrývají kresbu dřeva a dokončovanému povrchu dodávají jinou barvu (barevné laky, lazurovací laky, NH na bázi olejů a vosků, mořidla).

Tesařová a kol. (2014) dále dělí nátěrové hmoty z hlediska použitých rozpouštědel a jejich vlivu na životní prostředí:

- rozpouštědlové,
- vodou ředitelné,
- vysokosušinnové,
- UV zářením vytvrzované NH,
- práškové povlakové hmoty.

### **3.5.4 Příprava povrchu před nanášením nátěrových hmot**

Povrch dřeva je nutné před nanášením nátěrových hmot ošetřit a upravit, abychom dosáhli kvalitního nátěrového filmu. Úpravu povrchu dřeva před dokončováním lze dle Tesařové a kol. (2014) rozdělit na:

- odstraňování vzhledových vad povrchu dřeva,
- odstraňování barevných skvrn na povrchu dřeva (pokud se vyskytnou),
- odstraňování propadlin povrchu dřeva zatmelením,
- barevnou úpravou povrchu dřeva před dokončováním (bělení a moření),
- mechanickou úpravou nerovností povrchu dřeva (broušením), abychom zajistili dostatečnou přilnavost nátěrového filmu k dokončovanému povrchu dřeva.

### **3.5.5 Způsoby nanášení nátěrových hmot**

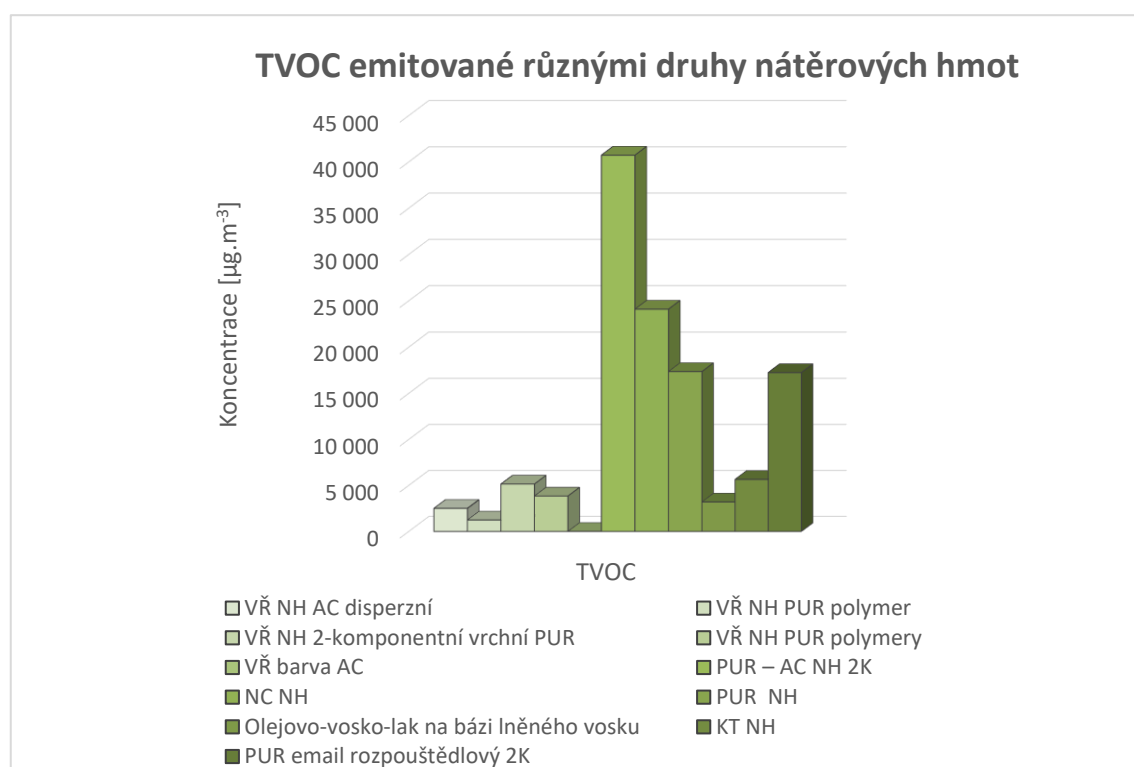
Dalším důležitým faktorem ovlivňujícím kvalitu povrchové úpravy je vhodně zvolené nanášecí zařízení, a tím i technologie nanášení, která výrazně ovlivňuje jakost, vzhled i dobu životnosti povrchové úpravy. Každý způsob nanášení má své přednosti a nedostatky. (Tesařová a kol., 2014)

V současné době se pro dokončování v nábytkářském průmyslu pro výrobky na bázi dřeva používá celá řada způsobů nanášení nátěrových hmot. Podle způsobů nanášení nátěrové hmoty rozlišujeme ruční a strojní nanášení nátěrových hmot. Nátěrové hmoty se nanášejí v tekutém stavu nejčastěji za pomoci technologie natírání, stříkání, máčení, navalování a polévání. (Tesařová a kol., 2014)

### 3.5.5.1 Strojní nanášení nátěrových hmot

Podle Tesařové a kol. (2014) rozlišujeme strojní nanášení podle použitého strojního zařízení na nanášení stříkáním, poléváním, navalováním, máčením, nanášením ve vakuu, oplachováním a nanášením v bubnu.

Nejpoužívanější technologií strojního nanášení je stříkání, které je charakterizováno jako rozprašování drobných kapiček nátěrové hmoty. Ty se po dopadu na plochu opět slijí v souvislý nátěrový film. Podle způsobu rozprašování nátěrové hmoty rozlišujeme stříkání pneumatické (vzduchové, konvenční) HVLP, airless (bezvzduchové, vysokotlaké) a airmix. (Tesařová a kol., 2014)



Obr. 3 TVOC emitované různými druhy nátěrových hmot při stříkání (Čech, 2007)

### 3.5.6 Tvorba a vznik nátěrového filmu

Významným činitelem ovlivňujícím vlastnosti povrchové úpravy je také tvorba nátěrového filmu po aplikaci nátěrové hmoty na dokončované ploše. Po nanesení nátěrové hmoty prochází nátěr v průběhu vysoušení a vytvrzování změnami z kapalného skupenství do skupenství tuhého. (Tesařová a kol., 2014)

Podle způsobu vzniku nátěrového filmu dělíme NH dle Tesařové a kol. (2014) na:

- **Fyzikálně zasychající:** nátěrový film se vytváří odpařováním rozpouštědla z NH (nitrocelulóznové, lihové, olejovo-voskové a vodou ředitelné NH).
- **Vytvrzující chemickou reakcí:** nátěrový film vzniká chemickou reakcí dvou nebo více složek. Po přidání tvrdidla do nátěrové hmoty je zahájen chemický proces probíhající různou rychlostí.
- **Vytvrzované UV a EBC zářením:** tvorba filmu zpravidla vyžaduje působení UV nebo EBS záření emitované příslušnými lampami. Nátěrové hmoty musejí mít ve směsi fotoiniciátory, které vytvářejí nátěrový film.

### 3.5.7 Vodou ředitelné nátěrové hmoty

Vodou ředitelné nátěrové hmoty jsou charakteristické tím, že jejich pojivo je rozpuštěné nebo rozptýlené ve vodě s malým obsahem organických rozpouštědel koalescentů, jejichž používáním se výrazně omezuje množství vypařovaných organických rozpouštědel. Nevýhodou VŘ NH je, že více nabobtnávají dřevní vlákna. Při jejich nanášení je nutné zajistit minimální teplotu prostředí 20 °C a intenzivní výměnu vzduchu. VŘ NH mají vyšší obsah sušiny, proto je nutné nanášet je v menším množství, a po nanesení na plochu zasychají déle než rozpouštědlové nátěrové hmoty. Konečné odolnosti dosahují přibližně po 10 dnech vytvrzování. Lze je nanášet štětcem, válečkem, stříkáním, poléváním, navalováním i máčením. (Tesařová a kol., 2014)

### 3.5.8 Polyuretanové nátěrové hmoty

Při používání PUR nátěrových hmot pro dokončování výrobků na bázi dřeva se dosahuje velmi kvalitních povrchů s vynikající odolností a dobrými hygienickými vlastnostmi. V současnosti jsou nenahraditelnými při úpravě povrchů, které vyžadují vysokou odolnost. PUR NH na bázi rozpouštědlových i vodou ředitelných nátěrových hmot se zpracovávají jako dvousložkové nebo jednosložkové. (Tesařová a kol., 2014)

Polyuretanové rozpouštědlové nátěrové hmoty mohou mít transparentní i pigmentový vzhled. Nátěrový film kopíruje povrch. Z hlediska trvanlivosti poskytují tyto nátěrové hmoty vynikající ochranu proti mnoha vlivům. Konečné odolnosti dosahují přibližně po 30 dnech vytvrzení po nánosu. Jsou relativně bezpečné, uvolňují emise VOC a rozpouštědel na bázi ropy. (Tesařová a kol., 2014)

## **3.6 Vady vyskytující se v nábytkářském průmyslu**

V nábytkářském průmyslu se setkáváme s nejrůznějšími vadami. Jedná se většinou o vady vzniklé nedodržením technologických podmínek, zapříčiněné mikroskopickou stavbou podkladového materiálu nebo strukturou povrchových dýh, vady vzniklé nevhodnou konstrukcí lepeného spoje nebo nevhodnou volbou lepidla.

### **3.6.1 Vady vzniklé nedodržením technologických podmínek**

K těmto vadám dochází zejména tehdy, je-li nábytek vystaven nesprávnému prostředí, než do kterého byl vyroben. Při nedodržení těchto podmínek je dřevo vystaveno změně vlhkosti, na kterou reaguje bobtnáním nebo naopak sesycháním, a dochází ke změně rozměrů výrobků. Výrazné střídání vlhkosti prostředí má významný vliv na lepený spoj u vzájemně spojovaných součástí. (Tesařová a kol., 2014)

### **3.6.2 Vady vzniklé vlivem mikroskopické stavby**

Vzhledem k poréznosti dřeva je potřeba přizpůsobit složení lepidla tak, aby nedocházelo k přílišnému vsakování do materiálu podkladu. Nízkoviskózní lepicí směsi se vsakují do obou lepených ploch, což u lepení tenkých dýh způsobuje průnik lepidla a znehodnocení dýhy. (Tesařová a kol., 2014)

### **3.6.3 Vady vzniklé nevhodnou konstrukcí lepeného spoje**

Je nutné rozlišovat lepení při dýhování a při montáži. U dýhování se tato vada projevuje až po nějaké době u dílců, kde se předýhovává rostlý podkladový materiál v kolmém směru vláken. (Tesařová a kol., 2014)

### **3.6.4 Vady vzniklé nevhodnou volbou lepidla**

Tento druh vad se v poslední době stává fenoménem z důvodu požadované kvality. Je proto nutné volit vhodná lepidla pro daný povrch do konkrétního prostředí. Každé lepidlo je určeno pro specifickou oblast lepení, např. PVAc lepidla jsou vhodná k lepení

dřeva i jiných buněčných materiálů. Při výrobě platí zásada ověřit si vhodnost daného lepidla na malém vzorku v podmínkách aplikace výrobku. Ne vždy je však možné vady bezpečně předpovědět. (Tesařová a kol., 2014)

Trávník (2005) rozděluje vady jednoduše do tří základních skupin:

- vady vzniklé chemickými a fyzikálními vlastnostmi použitých materiálů,
- vady způsobené fyzikálními vlastnostmi lepených materiálů,
- vady vzniklé z různých příčin lepení.

### 3.6.5 Vady lepených spojů

Beran (2005) říká, že pevnost lepeného spoje závisí především na těchto čtyřech parametrech:

- na přilnavosti lepidla k lepenému povrchu (adheze),
- na soudržnosti lepidla (koheze),
- na smáčivosti lepeného povrchu,
- na soudržnosti (pevnosti) lepeného materiálu.

Během lepení se může vyskytnout mnoho faktorů, které ovlivňují lepený materiál a samotný lepený spoj. Ideálním případem spoje je tzv. dokonalý spoj. Jedná se o spojení dvou materiálů, jejichž plochy na sebe těsně přiléhají. V lepené spáře se vytvořil souvislý tenký lepidlový film, který zajišťuje dokonalý spoj. K porušení takového spoje je třeba vyvinout velkou sílu. Při namáhání spoje touto silou se lepidlo neporuší, ale dojde k porušení lepeného materiálu (dřeva). (Trávník, 2005)

Trávník a Svoboda (2007) uvádí, že nedodržením předepsaného technologického postupu vznikají následující vady:

- **Rozlepený spoj:** je místy anebo po celé ploše volný, anebo se vyskytují spáry v lepeném spoji. Příčinou může být nekvalitní opracování lepených povrchů, nedostatečný lisovací tlak, nerovnoměrná vrstva lepidla nebo velké napětí v lepeném souboru vyvolané nesprávnou vlhkostí dřeva.
- **Chudý spoj:** tento spoj nemá zjevně viditelná rozlepená místa, ale na jeho porušení stačí malá síla. Obvykle je to dáno vsáknutím lepidla do lepeného povrchu. Důvodem vzniku tohoto spoje může být vysoká vlhkost a pórovitost materiálu (dřeva), nedostatečná viskozita lepidla, nedostatečný



nános lepidla, velmi pomalé vytvrzování lepidla nebo příliš velký lisovací tlak (lepidlo bylo vtlačeno do adherendu nebo vytlačeno z lepené spáry).

- **Zrnitý spoj:** tento spoj je málo pevný, po rozřezání film vytvrzeného lepidla vykazuje krupicovou strukturu. K tomuto typu spoje dochází především z důvodů vysokého obsahu plnidel v lepicích směsích, špatného rozmíchání lepicích směsí nebo vysoké vlhkosti adherendu.
- **Zmrzlý spoj:** je málo pevný spoj, při násilném porušení spoje se na jedné z lepených ploch objeví souvislý film lepidla, ovšem druhá lepená plocha je čistá, bez stopy po lepidle. Příčinnou může být nízká vlhkost lepeného dřeva nebo předčasné vytvrzení vrstvy lepidla.
- **Nezakotvený spoj:** spojení je málo pevné, při násilném rozloupnutí lze pozorovat ve spáře souvislý film lepidla, který však pevně nezakotvil na lepenou plochu. To může být zapříčiněno nečistým povrchem, nízkou vlhkostí dřeva, příliš vysokou viskozitou lepidla nebo lepicích směsí.
- **Zdánlivě pevný spoj:** málo pevný spoj, který se po násilném rozloupnutí poruší v přímé blízkosti vytvrzeného filmu lepidla ve dřevě a na filmu lepidla zůstává jemná vrstva vláken. Příčinnou může být nevhodný způsob opracování lepeného povrchu nebo nízká pevnost lepeného dřeva.
- **Ostatní vady:** mezi ostatní vady lepených spojů se řadí zejména lepení již zborcených dílců, lepení dílců s nestejnou vlhkostí atd.
- **Zbarvení lepeného dřeva, dých:** za vady lepených spojů lze považovat také zbarvení dřeva nebo dých vlivem chemického charakteru použitého lepidla, stykem lepidla a lepených výrobků s kovovými lisovacími přípravky či deskami, nebo prosakováním lepidla dýhou.

### 3.6.6 Vady způsobené dýcháním

Přehled vad vzniklých při dýchání uvádí Trávník a Svoboda (2007):

- **Vzduchová bublina:** příčinami této vady mohou být prohlubně v dýchované desce, žádné či malé množství lepidla, nečistota nebo mastnota podkladu.
- **Nahromadění lepidla:** je způsobeno velkým množstvím lepidla nebo jeho vysokou hustotou, nerovnoměrným nanesením nebo působením tlaku lisovacích desek od okrajů ke středu desky.

- **Prosak lepidla:** tato vada bývá zapříčiněna použitím příliš řídkého lepidla, nanesením jeho velkého množství nebo zvolením dýhy s velkými póry.
- **Vytlačená místa:** bývají zapříčiněna znečištěním podložky nebo částmi dých mezi podložkou a materiálem při lisování.
- **Trhliny v dýze:** jsou způsobeny zvlněnou dýhou, nezajištěním čelních konců lepicími páskami, použitím příliš vlhkých dých nebo brzkým položením na dýchovanou desku s naneseným lepidlem.
- **Posunutí dýhy při lisování:** je zapříčiněno silným filmem lepidla nebo nestálým tlakem v lisu při tuhnutí lepidla.
- **Zbarvení dýhy:** vzniká zejména příliš dlouhou dobou lisování, přespříliš vysokou lisovací teplotou nebo separačními prostředky.
- **Prosvítání podkladu dýhou:** tato vada může nastat při použití příliš tenkých a světlých dých na tmavém podkladu.

### 3.6.7 Vady povrchových úprav vzniklé během dokončování

Při dokončování povrchové úpravy se mohou při nanášení objevit vady v povrchové úpravě nebo zaschlém či vytvrzeném nátěrovém filmu. Nejčastější vady povrchových vad uvádí Tesařová a kol. (2014):

- **pomerančová kůra:** film nátěrové hmoty se neslévá do roviny, ale zanechává zvrásněnou strukturu,
- **bublinky při nanášení nebo vysoušení:** vznikají bezprostředně při dopadu materiálu na plochu nebo se objevují v nátěrovém filmu po nanesení,
- **vznik mikropěny,**
- **trhliny v lakové vrstvě,**
- **nedostatečné vysoušení nebo vytvrzení,**
- **vpichy** (bodové neslití nátěrové hmoty),
- **nerovnoměrnost barevného odstínu nebo lesku,**
- **nečistoty ve filmu,**
- **krátery:** v mokřím nátěrovém filmu se po nanesení vytváří prohlubně,
- **odlupování nátěru a oprýskání nátěrového filmu při úderu,**
- **pruhování při stříkání ve stříkacích automatech a při polévání.**

## **4 MATERIÁL A METODIKA**

V následující kapitole jsou popsány veškeré materiály použité k výrobě a následnému zkoušení ověřovaných vzorků, postup výroby zkušebních vzorků a metodika jednotlivých zkoušek.

### **4.1 Materiál**

Jak vyplývá z tématu diplomové práce, zkušebními vzorky byly dýhou zalisované plošné dílce, které mohou být součástí skříňového nebo stolového nábytku. Dýhování a veškeré prováděné zkoušky byly uskutečněny v podmínkách zkušební laboratoře.

#### **4.1.1 Podkladový materiál**

Na podklad vzorků byl použit v současné době jeden z nejvíce používaných materiálů v nábytkářském průmyslu, a to DTD. Dřevotřískové desky jsou jedním ze základních konstrukčních materiálů používaných v nábytkářském průmyslu a stále častěji se používají jako podklad dýhovaných desek, což je dáno zejména jejich vlastnostmi a nízkou cenou. Jednou z nejpoužívanějších tloušťek DTD je 18 mm, která byla použita i na podklad zkušebních vzorků.

#### **4.1.2 Dekorační materiál**

Zvoleným materiálem na dýhy bylo dřevo buku, který patří k nejčastěji se vyskytujícím listnatým dřevinám v České republice. Použitá okrasná buková sesazenka použitá k dýhování zkušebních vzorků tloušťky 0,6 mm byla šířkově nastavená tavným vláknem. Barva bukové sesazenky byla narůžovělá, nahnědlá až červenohnědá.

Bukové dřevo je důležitou surovinou zejména pro výrobu dýh a materiálů na bázi dřeva. Buková dýha slouží zejména k olepování plošných nábytkových dílců nebo k výrobě kvalitních překližovaných desek.

### **4.1.3 Ověřovaná lepidla**

K dýchování plošných dílců byly vybrány tři druhy lepidel používaných k dýchování a jejich směsi ve stanovených poměrech. Jednotlivé druhy lepidel jsou uvedeny níže.

#### **4.1.3.1 PVAc lepidlo VINALEP 386**

Lepidlo VINALEP 836 od firmy Stachema CZ s. r. o. je profesionální disperzní PVAc lepidlo na vodovzdorné lepení dřeva, splňující kategorii D3 podle normy ČSN EN 204. Jedná se o vodné disperzní lepidlo složené z polyvinylacetátové disperze, aditiv a konzervačního prostředku, které je připraveno k použití. Lepidlo VINALEP 836 není klasifikováno jako nebezpečný přípravek. Slepěný spoj odolává dlouhodobému působení zvýšené vlhkosti nebo krátkodobému působení tekoucí vody. Více informací je obsaženo v technickém a bezpečnostním listu uvedeném v příloze.

#### **4.1.3.2 KRONOCOL U 300**

Lepidlo KRONOCOL U 300 od společnosti DUKOL Ostrava s. r. o. je vodný roztok močovinoformaldehydového polykondenzátu. Jedná se o bezbarvou, mléčně zakalenou viskózní kapalinu charakteristického zápachu po formaldehydu. Při lepení se používá zvýšených teplot. Lepidlo se používá ve dřevozpracujícím průmyslu k lepení za tepla, zejména k olepování aglomerovaných materiálů, nalepování termosetických fólií, dýchování a k výrobě překližek. Pro správnou funkci vyžaduje použití práškového integrovaného tužidla KRONOADD HS 300 a zvýšenou teplotu. Lepidlo není vhodné do exteriéru, kde může být vystaveno působení zvýšené vlhkosti. Naopak je vhodné pro interiérové prostředí, kde se nepředpokládá vystavení účinkům zvýšené vlhkosti. Více informací lze vyčíst z technického listu, který je uveden v příloze.

Pro potřeby diplomové práce bylo lepidlo upraveno přidáním 20 % tužidla KRONOADD HS 300 a 20 % technické mouky.

#### **4.1.3.3 KRONOCOL MUP 125**

Lepidlo KRONOCOL MUP 125 od společnosti DUKOL Ostrava s. r. o. je melamin-močovinoformaldehydová pryskyřice v tekuté formě. Je to bezbarvá, mléčně zakalená viskózní kapalina charakteristického zápachu po formaldehydu. Používá se v kombinaci s tužidlem za zvýšené teploty. Lepidlo se využívá v dřevozpracujícím průmyslu k lepení za tepla, zejména k výrobě materiálů se zvýšenou odolností proti vlhkosti, dále pro konstrukční lepení za zvýšené teploty, olejování aglomerovaných materiálů, nalepování termosetických fólií, dýhování a k výrobě překližek. Více informací je uvedeno v technickém listu výrobku, který je uveden v příloze.

Pro potřeby diplomové práce bylo lepidlo upraveno přidáním 20 % tužidla KRONOADD HS 300 a 20 % technické mouky.

#### **4.1.4 Použité nátěrové hmoty**

Povrchová úprava zkušebních vzorků byla provedena ve společnosti Sherwin-Williams Czech Republic, spol. s. r. o. při využití nátěrových hmot i strojních zařízení společnosti.

##### **4.1.4.1 VŘ EMJ 1157-0010**

První polovina zkušebních vzorků byla dokončena vodou ředitelnou nátěrovou hmotou VŘ EMJ 1157-0010 od společnosti Sherwin-Williams Czech Republic, spol. s. r. o. technologií vzduchového stříkání HVLP.

##### **4.1.4.2 PURCRYL SM 3150-0005**

Druhá polovina zkušebních vzorků byla dokončena dvousložkovou akrylátovou polyuretanovou rozpouštědlovou nátěrovou hmotou PURCRYL SM 3150-0005 od společnosti Sherwin-Williams Czech Republic, spol. s. r. o. technologií vzduchového stříkání HVLP. Nátěrová hmota PURCRYL SM 3150-0005 byla upravena 10 % tužidla a 10 % ředidla také od společnosti Sherwin-Williams Czech Republic, spol. s. r. o.

## 4.1.5 Použitá strojní zařízení

### 4.1.5.1 Hydraulický lis Polymertest

K zadýchování všech zkušebních vzorků bylo použito lisovací zařízení Polymertest, který je určen pro zahřátí a lisování zkušebních vzorků pro laboratoře, kde není požadavek na vysoký počet výlisků na směnu. Jedná se o jednoetážový lis s elektrickým vyhříváním desek (horní i spodní). Lisovací plocha tohoto zařízení činí  $500 \times 500$  mm, maximální zdvih lisu je 300 mm a maximální svěrná síla je 40 tun. Vyhřívání jednotlivých lisovacích ploch lze nastavit ručně na termostatu od 50 do 250 °C. Lis je vybaven tlačítky na ovládacím panelu a opatřen časovačem.

### 4.1.5.2 Laboratorní teplovzdušná sušárna Venticell 111

Ke stanovení hmotnostního podílu netěkavých látek ověřovaných lepidel byla využita laboratorní teplovzdušná sušárna Venticell 111, která slouží především k sušení (aklimatizování) materiálů. Uvnitř komory nuceně cirkuluje teplý vzduch o teplotě maximálně 250 °C, který zaručuje homogenní rozložení teploty ve všech procesech sušení, ohřívání a sterilizace materiálů v laboratořích. Objem komory činí 111 litrů. (BMT Web)

**Tab. 5** Parametry laboratorní sušárny Venticell 111 (BMT Web)

Laboratorní sušárna Venticell 111	
Parametr	Hodnota
Objem	111 l
Hmotnost	87 kg
Vnitřní prostor sušárny	$540 \times 530 \times 390$ mm (š × v × h)
Pracovní teplota	10 – 250 °C

### 4.1.5.3 Ostatní zařízení a pomůcky

- Digitální váha (přesnost na 2 desetinná místa)
- Plastové lžičky
- Skleněné tyčinky
- Plastové stěrky
- Skleněné misky s plochým dnem o vnitřním průměru dna  $75 \pm 5$  mm

- Metr
- Litinová závaží (10 kg)
- Ocelové hříbky
- Vykružovadlo
- Přístroj pro měření přídržnosti povrchu odtahem
- Varné baňky
- Skleněné kádinky
- Plynový vaříč
- Teploměr
- Stříkací box KOVOLAK
- Širokopásová bruska AK CCT 1350
- Laboratorní lupa s 2 – 3 násobným zvětšením
- Plastové pravítko
- Řezný nástroj s více ostřími
- Měkký štětec
- Samolepicí páska
- Mikrotvrdoměr BUCHHOLZ Baielss
- Leskoměr Erichsen
- Dotykový teploměr
- Hliníkový blok
- Bílá, měkká savá tkanina
- Bílá polyamidová tkanina s plátňovou vazbou
- Sada tužek Hardthmuth KOH-I-NOOR
- Přípravek pro upnutí zkušební tužky
- Kotoučky z měkkého nebarveného a neklíženého filtračního papíru
- Pinzeta
- Plastové kalíšky
- Destilovaná voda
- Čisticí prostředek
- Káva
- Červené víno
- Ethanol, nedenaturovaný

## 4.2 Metodika

V následujících kapitolách jsou popsány postupy výroby zkušebních vzorků a metodiky zkoušek prováděných na zadýchovaných a následně povrchově upravených zkušebních vzorcích i ověřovaných lepicích směsí.

### 4.2.1 Dýchování zkušebních vzorků

Dýchování všech zkušebních vzorků probíhalo ve zkušební laboratoři Mendelovy univerzity v Brně, která byla řádně odvětrávána.

#### 4.2.1.1 Příprava zkušebních vzorků

Podklad pro zkušební vzorky z DTD byl naformátován na požadovaný rozměr  $180 \times 400$  mm s ohledem na velikost lisovacích desek. Bukové sesazenky byly naformátovány se zřetelem na formát podkladu a nutný přesah pro dýchování na rozměr  $200 \times 420$  mm. Podklad zkušebních vzorků a sesazenek byl řádně očištěn, aby došlo k jednotnému roztečení ověřovaných lepidel a následně kvalitnímu lepenému spoji.

#### 4.2.1.2 Lepení zkušebních vzorků

První skupina vzorků byla dýchovaná disperzním lepidlem VINALEP 836 od firmy Stachema CZ s. r. o., druhá skupina močovinoformaldehydovým lepidlem KRONOCOL U 300 od společnosti DUKOL Ostrava s. r. o., třetí skupina melamin-močovinoformaldehydovým lepidlem KRONOCOL MUP 125 také od společnosti DUKOL Ostrava s. r. o. Čtvrtá až devátá skupina byla dýchovaná směsí lepidel KRONOCOL U 300 a VINALEP 836, a KRONOCOLO MUP 125 a VINALEP 836 ve třech dohodnutých poměrech (60 : 40, 75 : 25 a 85 : 15).

Dle technických listů lepidel by se měl nános lepidel pohybovat v rozmezí  $130 - 200$  g/m<sup>2</sup>. Po dohodě byl zvolen jednotný nános pro všechna lepidla  $150$  g/m<sup>2</sup>.

Jednoduchým výpočtem uvedeným níže bylo zjištěno, že na lepené podklady z DTD o rozměru  $180 \times 400$  mm, tedy o ploše  $0,072$  m<sup>2</sup>, je třeba nanést přibližně  $11$  g lepidla jednostranně.



$$\text{Plocha zkušebních vzorků: } \frac{700 \times 400}{1000000} = 0,072 \text{ m}^2$$

$$\text{Navážka lepidla: } 0,072 \times 150 = 10,8 \text{ g}$$

#### **4.2.1.3 Lisování zkušebních vzorků**

Okamžitě po kompletaci lepených souborů došlo k zalisování v lisovacím zařízení Polymertest. Velikost dýhovaných vzorků byla stanovena tak, aby vyplnily celou lisovací plochu, která je důležitá pro přepočet lisovací síly na lisovací tlak.

Lisovací tlak byl zvolen dle Trávníka a Svobody (2007), kteří uvádějí měrný lisovací tlak pro nosný materiál z DTD a povrchového materiálu z dýh 0,6 MPa.

#### **4.2.1.4 Klimatizace zkušebních vzorků**

Vzorky byly po dýhování zatíženy a klimatizovány po 24 hodin v podmínkách zkušební laboratoře. Následně byly převezeny k očištění od přesahů dýh do dřevařské dílny Mendelovy univerzity v Brně.

#### **4.2.2 Stanovení přídržnosti povrchu odtahem**

Tato zkouška byla provedena na základě normy ČSN EN 311: Desky ze dřeva – Přídržnost povrchu – Zkušební metoda, 2003. Přídržnost povrchu znamená pevnost nebo kvalitu lepení mezi opláštěním (dýhou) a podkladem (DTD).

##### **4.2.2.1 Předmět a postup zkoušky**

Předmětem zkoušky je stanovení přídržnosti povrchu dýhovaných nábytkových dílců, tedy stanovení velikosti tahové síly potřebné k odtržení určité plochy povrchu opláštění. Zkouška se provádí za běžných laboratorních podmínek. Povrch testovaného vzorku je třeba nejdříve lehce přebrousit a očistit, aby se dosáhlo dostatečného spojení mezi ocelovým hříbkem a dýhou. Na plochu každého vzorku jsou epoxidovým lepidlem nalepeny ocelové hříbky. Ty jsou po 24 hodin zatíženy, aby lepidlo dostatečně vytvrdilo, a teprve poté může dojít k samotnému měření. Povrch kolem hříbku je prořezán

vykružovadlem až k podkladu. Poté je na hříbek našroubovaná převlečná matice tahového přípravku a proveden samotný odtah.

#### **4.2.2.2 Zkušební vzorky**

Zkušebními vzorky pro tuto zkoušku jsou očištěné zadýhované dílce o rozměrech přibližně 180 × 400 mm. Rozměr zkušebních vzorků byl odvozen z rozměrů lisovacích desek použitého lisovacího zařízení.

#### **4.2.2.3 Způsob vyhodnocení zkoušky**

Při každém odtahu byla zaznamenána síla potřebná k porušení a také způsob porušení povrchu. K porušení může dojít buď v opláštění (dýze), v lepené spáře, mezi opláštěním a podkladovou deskou, nebo uvnitř podkladové desky (DTD).

### **4.2.3 Stanovení hmotnostního podílu netěkavých látek lepidel**

Tato zkouška byla provedena na základě normy ČSN EN ISO 3251: Nátěrové hmoty a plasty – Stanovení obsahu netěkavých látek, 2013. Pro účely této zkoušky je nutné uvést termín definovaný na základě tohoto dokumentu, a to hmotnostní podíl netěkavých látek (non-volatile matter) NV, což je hmotnostní zbytek získaný odpařením za předepsaných podmínek.

#### **4.2.3.1 Předmět a postup zkoušky**

Zkouška se provádí za normálních laboratorních podmínek s využitím běžného laboratorního zařízení. Pro postup této zkoušky je zapotřebí skleněných misek s plochým dnem o vnitřním průměru dna  $75 \pm 5$  mm a výšce okraje nejméně 5 mm, které musí být vyčištěné a odmaštěné. Dále je zapotřebí analytických vah, které při měření byly schopné vážit s přesností pouze na 0,01 g oproti požadovaným 0,0001 a vzduchové sušárny, jejichž parametry jsou uvedeny dále.

Postup zkoušky se stanovil a provedl na třech vzorcích každého ověřovaného lepidla. Parametry zkoušky byly stanoveny dle přílohy A normy ČSN EN ISO 3251. Vzhledem ke zkoušeným vzorkům lepidel na bázi syntetických pryskyřic a polymerních

disperzí byla zkouška provedena při době zahřívání 60 min, teplotě 125 °C a hmotnosti zkušebních vzorků byly naváženy s přesností  $1 \pm 0,1$  g. Při postupu zkoušky se nejprve stanoví hmotnost suché čisté misky ( $m_0$ ) s přesností na 1 mg. Do misky se s přesností 1 mg naváží zkušební vzorek lepidla ( $m_1$ ) a rovnoměrně se rozprostře. Po navážení se miska vloží do sušárny předem vyhřáté na předepsanou teplotu a ponechá se tam po předepsanou dobu. Po uplynutí doby zahřívání se nechá vychladnout na teplotu laboratoře v bezprašném prostředí. Miska se zbytkem se zváží ( $m_2$ ) opět s přesností na 1 mg.

#### **4.2.3.2 Zkušební vzorky**

Zkušebními vzorky byly druhy lepidel a jejich směsi použité při dýchování vzorků, které byly dle požadavků normy ČSN EN ISO 3251 naváženy s přesností  $1 \pm 0,1$  g.

#### **4.2.3.3 Způsob vyhodnocení zkoušky**

Hmotnostní podíl netěkavých látek NV, vyjádřený v hmotnostních procentech se vypočte na základě rovnice uvedené v normě ČSN EN ISO 3251:

$$NV = \frac{(m_2 - m_0)}{(m_1 - m_0)} \times 100$$

kde je:

- $m_0$  hmotnost prázdné misky v gramech,
- $m_1$  hmotnost misky se zkušebním vzorkem v gramech,
- $m_2$  hmotnost misky se zbytkem v gramech.

#### **4.2.4 Kondenzační doba lepidel**

Kondenzační doba lepidel (reaktivita) je doba, za kterou vzorek s tvrdidlem přejde ze stavu sol do stavu gel. Z tohoto důvodu se stanovení kondenzační doby lepidel netýká samostatného disperzního lepidla VINALEP 836, protože ke svému vytvrzení nepoužívá tvrdidlo. Proto bylo zkoušení provedeno na vzorcích močovinoformaldehydového lepidla KRONOCOL U 300 a melamin-močovinoformaldehydového lepidla KRONOCOL MUP 125 a jejich směsí s disperzním lepidlem VINALEP 836.

Zkouška stanovení kondenzační doby lepidla byla provedena na základě metodického postupu vypracovaného Mendelovou univerzitou v Brně.

Z nejhlavnějších požadavků kladených na lepidla je krátká doba vytvrzování a dostatečně dlouhá pracovní životnost. Tu lze u některých lepidel zvýšit přidáním speciálních tvrdidel. (Osten, 1986)

#### ***4.2.4.1 Předmět a postup zkoušky***

Laboratorní vzorek lepidla vytemperovaný na 20 °C se naváží do varné zkumavky o navážce 10 g. Po důkladném promíchání se zkumavka položí do lázně s vroucí vodou tak, aby hladina vzorku ve zkumavce byla pod hladinou vody v lázni. Současně se spustí stopky a obsah zkumavky se promíchává dřevěnou špachtlí o rychlosti míchání přibližně 120 krát za minutu, dokud lepidlo nepřejde ze stavu sol do gel, tudíž nelze dál míchat.

#### ***4.2.4.2 Zkušební vzorky***

Zkušebními vzorky byly druhy lepidel a jejich směsi použité při dýchování vzorků, kromě disperzního lepidla, které ke svému vytvrzení nepotřebuje tvrdidlo.

#### ***4.2.4.3 Způsob vyhodnocení zkoušky***

Kondenzační schopnost lepidla je čas v sekundách (s) od okamžiku vnoření zkumavky do vroucí lázně po okamžik zgelovatění vzorku. Tento čas je zaznamenán a statisticky vyhodnocen.

#### **4.2.5 Povrchová úprava zkušebních vzorků**

Povrchová úprava zkušebních vzorků byla provedena ve společnosti Sherwin-Williams Czech Republic, spol. s r. o. při využití nátěrových hmot i strojních zařízení společnosti. Polovina zkušebních vzorků byla dokončena vodou ředitelnou nátěrovou hmotou VŘ EMJ 1157-0010 a druhá polovina akrylátovou polyuretanovou rozpouštědlovou nátěrovou hmotou PURCRYL SM 3150-0005. Obě nátěrové hmoty byly na zkušební vzorky nanášeny vzduchovým stříkáním HVLP.

##### **4.2.5.1 Broušení zkušebních vzorků**

Všechny zkušební vzorky byly nejprve dvakrát obroušeny na širokopásově brusce AK CCT 1350 po směru vláken okrasné dýhy. Zrnitost použitého brusného papíru byla P 150 a rychlost posuvu byla zvolena 12 m/s. Broušení dýchovaných zkušebních vzorků bylo nastaveno na výslednou tloušťku 18,8 mm.

##### **4.2.5.2 Vzduchové stříkání HVLP zkušebních vzorků**

Povrchová úprava všech zkušebních vzorků byla provedena pomocí vzduchového stříkání HVLP ve stříkacím boxu.

Nejprve byla dokončena polovina zkušebních vzorků transparentní vodou ředitelnou nátěrovou hmotou VŘ EMJ 1157-0010, které byly následně ponechány v sušící komoře se zapnutým prouděním vzduchu po dobu 20 minut. Poté byly zkušební vzorky ručně obroušeny brusným papírem zrnitosti P 320 a dokončeny druhým nánosem stejnou nátěrovou hmotou i způsobem nanášení.

Druhá polovina zkušebních byla dokončena transparentní akrylátovou polyuretanovou rozpouštědlovou nátěrovou hmotou PURCRYL SM 3150-0005. Po nanesení nátěrové hmoty na povrch zkušebních vzorků byly dokončené vzorky ponechány v sušící komoře se zapnutým prouděním vzduchu po dobu 20 minut. Následně byly zkušební vzorky ručně obroušeny brusným papírem zrnitosti P 320 a dokončeny druhým nánosem stejnou nátěrovou i způsobem nanášení.

#### **4.2.5.3 Zrání povrchově upravených zkušebních vzorků**

Povrchově dokončené zkušební vzorky byly tři dny uloženy v žebříčkovém stojanu v podmínkách pracoviště společnosti Sherwin-Williams Czech Republic, spol. s r. o. Následně byly umístěny v laboratorní teplovzdušné sušárně při teplotě 30 °C po dobu dvou dnů. Poté byly zkušební vzorky uloženy jeden týden v podmínkách zkušební laboratoře za dodržení teploty vzduchu  $23 \pm 2$  °C a relativní vlhkosti vzduchu  $50 \pm 5$  %. Následně byly na zkušebních vzorcích provedeny požadované zkoušky.

#### **4.2.6 Hodnocení vzhledových vlastností povrchové úpravy**

Tato zkouška byla provedena na základě normy ČSN 91 0272: Nábytek – Zkoušení povrchové úpravy nábytku – Hodnocení vzhledových vlastností, 1992.

##### **4.2.6.1 Předmět a postup zkoušky**

Podstata zkoušky spočívá v hodnocení vzhledových vlastností povrchové úpravy nábytku (zkušebních vzorků). Hodnotí se defekty uvedené v normě ČSN 91 0272, kterými jsou např. neklidný povrch, pomerančová kůra, mechanické nečistoty a poškození, stopy po broušení, kopírování povrchu, nedokončená místa, bublinky a kráterky, trhlinky atd.

##### **4.2.6.2 Zkušební vzorky**

Zkušebními vzorky byly všechny povrchově dokončené zadýhované dílce po klimatizování zkušebního povrchu jeden týden před zkoušením při teplotě vzduchu  $23 \pm 2$  °C a relativní vlhkosti vzduchu  $50 \pm 5$  %.

##### **4.2.6.3 Způsob vyhodnocení zkoušky**

Zkušební vzorky se vizuálně posuzují z hlediska uvedených defektů a posouzení se provádí při denním světle.

U každého defektu se podle příslušných vyhodnocovacích stupnic uvedených v normě ČSN 91 0272 hodnotí množství *m* a velikost defektu *g*.

**Tab. 6** Vyhodnocovací stupnice pro množství *m* projevů defektu (ČSN 91 0272)

Stupně hodnocení <i>m</i>	Hustota zaplnění plochy
1	ojedinělý nevýrazný výskyt defektu nenarušující celkový vzhled
2	ojedinělý výrazný výskyt defektu nenarušující celkový vzhled
3	výskyt defektu s nízkou zaplnitelností plochy
4	husté zaplnění plochy
5	extrémně husté zaplnění plochy

**Tab. 7** Vyhodnocení stupnice pro velikost výskytu defektů *g* (ČSN 91 0272)

Stupně hodnocení <i>g</i>	Charakter projevů	Velikost projevů
1	pouhým okem neviditelné	viditelné při zvětšení 6× až 10×
2	velmi jemné	právě postřehnutelné pouhým okem (největší rozměr výskytu do 0,5 mm)
3	zřetelně viditelné	největší rozměr výskytu 0,5 až 1,0 mm
4	dobře až velmi dobře viditelné	největší rozměr výskytu 1,0 až 3,0 mm
5	veliké, velikost projevu do řádu cm	největší rozměr výskytu 3,0 až 10,0 mm

#### 4.2.7 Stanovení lesku povrchové úpravy

Tato zkouška byla provedena na základě normy ČSN EN 13722: Nábytek – Stanovení lesku povrchu, 2005.

##### 4.2.7.1 Předmět a postup zkoušky

Posouzení povrchového lesku nátěrových hmot se provádí pomocí leskoměru, který využívá principu měření intenzity odraženého světla od povrchu předmětu pod příslušným měřícím úhlem (20 °, 60 ° nebo 85 °).

Povrchy vybraných zkušebních vzorků se očistí suchou tkaninou na čištění. Zkušební povrch se ponechá v klidu po dobu 30 min ve zkušebním prostředí a poté se provede měření. Měření se provádí v podélném i příčném směru a v každém směru se provedou minimálně čtyři měření.

##### 4.2.7.2 Zkušební vzorky

Zkušebními vzorky byly vybrané povrchově dokončené zadýhované dílce po klimatizování zkušebního povrchu jeden týden před zkoušením při teplotě vzduchu  $23 \pm 2$  °C a relativní vlhkosti vzduchu  $50 \pm 5$  %.

Vybranými zkušebními vzorky jsou čtyři zadýhované dílce povrchově dokončené vodou ředitelnou nátěrovou hmotou VŘ EMJ 1157-0010 a čtyři zadýhované a povrchově dokončené akrylátovou polyuretanovou rozpouštědlovou nátěrovou hmotou PURCRYL SM 3150-0005. Vybrané zkušební vzorky byly zadýhované disperzním PVAc lepidlem VINALEP 836 při teplotě lisování 60 °C, UF lepidlo KRONOCOL U 300, MUP lepidlo KRONOCOL MUP 125 a lepidlová směs UF lepidla KRONOCOL U 300 a disperzního PVAc lepidla VINALEP 836 v poměru 40 : 60. Tyto vybrané zkušební vzorky byly dále použity ke zkouškám stanovení povrchové tvrdosti nátěru tužkami, stanovení tvrdosti mikrometrem (Buchholz), hodnocení odolnosti povrchu proti působení suchého a vlhkého tepla a hodnocení odolnosti povrchu proti působení studených kapalin.

#### 4.2.7.3 *Způsob vyhodnocení zkoušky*

Jako výsledek zkoušky se uvede průměrná hodnota stupně lesku zkušebního povrchu odečtená z indikátoru leskoměru pro 60 ° (standart pro nábytkářský průmysl).

**Tab. 8** Hodnocení stupně lesku (ČSN 91 0102)

<b>Stupeň lesku</b>	<b>Hodnota lesku [%]</b>
Vysoký lesk	nad 90
Lesk	od 61 do 90
Pololesk	od 31 do 60
Polomat	od 11 do 30
Mat	od 0 do 10

#### 4.2.8 Stanovení povrchové tvrdosti nátěru tužkami

Tato zkouška byla provedena na základě normy ČSN 67 3075: Stanovení tvrdosti nátěru zkouškou tužkami, 1990. Vzhledem k tomu, že tato norma již není platná, prováděla se tato zkouška čistě z orientačních důvodů jen na vybraných vzorcích.

##### 4.2.8.1 *Předmět a postup zkoušky*

Tvrdot tužkami je schopnost nátěru odolávat vtlačení hrotu tužky do povrchu nátěrového filmu. Při zkoušce zjišťujeme, která tužka ze sady tužek Hardthmuth KOH-I-NOOR odstupňované tvrdosti jako první poruší povrch nátěru.



Tužky jsou ořezány a jejich hroty jsou obroušeny na bankovním papíře. Takto připravené tužky se upínají do přípravku pro upnutí tužky, kterým se přejíždí po nátěrovém filmu zkušební vzorku vlnovkou délky asi 50 mm pod úhlem  $30^\circ$  s konstantním zatížením  $(300 \pm 15)$  g. Začíná se tužkou nejnižší tvrdosti a postupně se zkouší tvrdšími tužkami, až se získá první nepřetržitý vryp – rýha na povrchu nátěru, kterou nelze setřít prstem. Při přejíždění tužkou po nátěrovém filmu je nutné zvolna otáčet tužkou kolem její osy, aby se zabránilo případnému porušení nátěrového filmu.

#### **4.2.8.2 Zkušební vzorky**

Zkušebními vzorky byly vybrané povrchově dokončené zadýhované dílce po klimatizování zkušební povrchu jeden týden před zkoušením při teplotě vzduchu  $23 \pm 2^\circ\text{C}$  a relativní vlhkosti vzduchu  $50 \pm 5\%$ .

#### **4.2.8.3 Způsob vyhodnocení zkoušky**

Jako výsledek zkoušky se uvede číslo tužky, která jako první porušila povrch nátěru. Pokud není tvrdost nátěrového filmu při opakovaném měření stejná, uvede se jako výsledek zkoušky nižší číslo tužky.

### **4.2.9 Stanovení tvrdosti mikrotvrdoměrem (Buchholz)**

#### **4.2.9.1 Předmět a postup zkoušky**

Zkouška mikrotvrdoměrem hodnotí povrchovou tvrdost filmů z nátěrových hmot. Na povrch zkušební vzorku se pokládá mikrotvrdoměr, pomocí kterého se měří tvrdost nátěru minimálně na třech místech zkušební povrchu v podélném i příčném směru.

#### **4.2.9.2 Zkušební vzorky**

Zkušebními vzorky byly vybrané povrchově dokončené zadýhované dílce po klimatizování zkušební povrchu jeden týden před zkoušením při teplotě vzduchu  $23 \pm 2^\circ\text{C}$  a relativní vlhkosti vzduchu  $50 \pm 5\%$ .

### **4.2.9.3 Způsob vyhodnocení zkoušky**

Jako výsledek zkoušky se uvedou hodnoty odečtené z indikátoru přístroje, které se převedou podle příslušné tabulky z měřených jednotek  $\mu\text{m}$  na hodnoty *Buchholz*.

### **4.2.10 Mřížková zkouška**

Tato zkouška byla provedena na základě normy ČSN EN ISO 2409: Nátěrové hmoty – Mřížková zkouška, 2013.

#### **4.2.10.1 Předmět a postup zkoušky**

Mřížková zkouška hodnotí odolnost povlaků z nátěrových hmot k oddělení od podkladu, pokud je nátěr proříznut pravoúhlou mřížkou pronikající až k podkladu. Vlastnost změřená touto metodou závisí mimo jiné i na přilnavosti povlaku k předchozím povlakům nebo podkladu. Tento postup se nemá považovat za způsob měření přilnavosti.

Řezání mřížky se provádí ručně na zkušebních vzorcích. Jelikož zkušební vzorky jsou zadýhované bukovou sesazenkou, provedou se řezy pod úhlem přibližně  $45^\circ$  ke směru vláken. Řezný nástroj se drží kolmo k povrchu zkušebního vzorku a stejnoměrným tlakem se provedou do podkladu řezy rovnoměrnou řeznou rychlostí. Tento postup se opakuje provedením paralelních řezů, křížících původní řezy pod úhlem  $90^\circ$  tak, aby se vytvořila mřížka. Měkkým štětcem se vzorek několikrát lehce otře podél obou úhlopříček mřížky. Pro dřevo se použije samolepící páska o délce přibližně 75 mm. Střed pásky se umístí na mřížku, rovnoběžně s jedním svazkem řezů. Páska se v místě nad mřížkou uhladí prstem tak, aby mřížku překrývala nejméně o 20 mm. Během 5 minut po aplikaci pásky se páska trhnutím za volný konec a tažením pod úhlem co možná nejbližším  $60^\circ$  za 0,5 s až 1,0 s odstraní.

#### **4.2.10.2 Zkušební vzorky**

Zkušebními vzorky byly všechny povrchově dokončené zadýhované dílce po klimatizování zkušebního povrchu jeden týden před zkoušením při teplotě vzduchu  $23 \pm 2^\circ\text{C}$  a relativní vlhkosti vzduchu  $50 \pm 5\%$ .

### 4.2.10.3 Způsob vyhodnocení zkoušky

Vyhodnocení zkoušky u zkušebních vzorků se provede bezprostředně po odstranění samolepící pásky. Řezná plocha zkušebního vzorku se pozorně prohlédne při dobrém světle pomocí lupy. Během prohlížení se vzorkem otáčí. Vyjádření výsledků zkoušky se provede porovnáním s níže uvedenou tabulkou.

**Tab. 9** Klasifikace výsledků mřížkové zkoušky (ČSN EN ISO 2409)

Klasifikace	Popis
0	hrany řezů jsou hladké, žádný čtverec není poškozen
1	malé kousky povlaku odloupnuty v místech křížení řezů, poškozená plocha je menší než 5 %
2	povlak se odlupuje podél řezů a/nebo v místech křížení řezů, poškozená plocha je větší než 5 %, ale méně než 15 %
3	povlak se odlupuje podél řezů ve velkých pásech částečně nebo zcela a/nebo se odlupuje částečně nebo zcela na různých místech čtverců, poškozená plocha je větší než 15 % a menší než 35 %
4	povlak se odlupuje podél řezů ve velkých pásech zcela a/nebo některé čtverce jsou odloupnuty částečně nebo zcela, poškozená plocha je větší než 35 %, ale menší než 65 %
5	jakýkoliv stupeň odlupování, který nemůže být klasifikován asi stupněm 4

### 4.2.11 Hodnocení odolnosti povrchu proti působení suchého a vlhkého tepla

Tyto dvě zkoušky byly prováděny na základě normy ČSN EN 12722+A1: Nábytek – Hodnocení odolnosti povrchu proti působení suchého tepla, 2014 a ČSN EN 12721+A1: Nábytek – Hodnocení odolnosti povrchu proti působení vlhkého tepla, 2014.

#### 4.2.11.1 Předmět a postup zkoušky

V sušárně se nechá nahřát tepelný zdroj na stanovenou teplotu  $100 \pm 1$  °C a umístí se v případě hodnocení odolnosti povrchu proti působení suchého tepla na zkušební povrch. V případě hodnocení odolnosti povrchu proti působení vlhkého tepla centrálně na navlhčenou polyamidovou tkaninu položenou na zkušebním povrchu, který musí být před zkouškou lehce otřen tkaninou na čištění. Po stanovené době 20 min se blok a tkanina odstraní a zkušební povrch se ponechá v klidu po dobu 24 hod.

#### 4.2.11.2 Zkušební vzorky

Zkušebními vzorky byly vybrány povrchově dokončené zadýhované dílce po klimatizování zkušebnímu povrchu jeden týden před zkoušením při teplotě vzduchu  $23 \pm 2$  °C a relativní vlhkosti vzduchu  $50 \pm 5$  %.

#### 4.2.11.3 Způsob vyhodnocení zkoušky

Před hodnocením se zkušební povrch otře tkaninou na čištění a zjišťuje se jeho poškození s použitím světelného zdroje pod různými úhly, jako je vyblednutí, změna lesku, změna barvy, vznik puchýřků, bobtnání a jiné vady.

Zkušební povrchy se klasifikují porovnáním zkušební plochy s okolní plochou podle níže uvedené tabulky z příslušné normy.

**Tab. 10** Popis číselného klasifikačního kódu (ČSN EN 12721+A1, ČSN EN 12722+A1)

Číselná klasifikace	Popis
5	<b>beze změny</b> zkušební plocha je nerozeznatelná od přilehlé okolní plochy
4	<b>mírná změna</b> zkušební plocha se liší od přilehlé okolní plochy, avšak jen když se světelný zdroj zrcadlí na zkušebním povrchu a odráží se směrem k očím hodnotitele např. vyblednutí, změna lesku a barvy žádná změna struktury povrchu, např. deformace, bobtnání, vyčnívající vlákna, popraskání, vznik puchýřků
3	<b>střední změna</b> zkušební plocha se liší od přilehlé okolní plochy při pozorování z několika směrů, např. vyblednutí, změna lesku a barvy žádná změna struktury povrchu, např. bobtnání, vyčnívající vlákna, popraskání, vznik puchýřků
2	<b>podstatná změna</b> zkušební plocha se zřetelně liší od přilehlé okolní plochy při pozorování ze všech směrů, např. vyblednutí, změna lesku a barvy a/nebo struktura povrchu je mírně změněna, např. bobtnání, vyčnívající vlákna, popraskání, vznik puchýřků
1	<b>intenzivní změna</b> struktura povrchu je zřetelně změněna a/nebo vyblednutí, změna lesku a barvy a/nebo povrch materiálu je zcela nebo částečně odstraněn a/nebo polyamidová tkanina lpí na povrchu (ČSN EN 12721+A1)

#### **4.2.12 Hodnocení odolnosti povrchu proti působení studených kapalin**

Tato zkouška byla provedena na základě normy ČSN EN 12720+A1: Nábytek – Hodnocení odolnosti povrchu proti působení studených kapalin, 2014.

##### ***4.2.12.1 Předmět a postup zkoušky***

Zkušební povrch se před zkouškou musí lehce otřít tkaninou na čištění. Zkoušení se provádí s vybranými kapalinami v místech, která musí být od sebe vzdálena minimálně 60 mm, měřeno od středu ke středu a pokud je to možné, nemají být tyto středy ve vzdálenosti menší než 40 mm od okraje zkušební plochy.

Zkušebními kapalinami jsou destilovaná voda, čisticí prostředek (5 dílů čisticího prostředku, 2 díly okeny a 10 dílů destilované vody), káva (40 g vymrazené instantní kávy v 1 l vařící vody), ethanol nedenaturovaný, červené víno.

Kotouček se ponoří do zkušební kapaliny na 30 s až 60 s, vyjme se pinzetou a rychle se hrana kotoučku jednou otře o kraj nádoby. Kotouček se okamžitě umístí na zkušební povrch a ihned zakryje obráceným plastovým kalíškem. Filtrační papír se nesmí dotýkat okrajů plastového kalíšku. Po uplynutí zkušebního intervalu 24 hod se odejme plastový kalíšek a pinzetou se odstraní kotouček. Neodstraňují se vlákna papíru, která ulpí na zkušebním povrchu. Zkušební povrch se ponechá odkrytý v klidu 24 hod ve zkušebním prostředí.

##### ***4.2.12.2 Zkušební vzorky***

Zkušebními vzorky byly vybrané povrchově dokončené zadýhované dílce po klimatizování zkušebního povrchu jeden týden před zkoušením při teplotě vzduchu  $23 \pm 2$  °C a relativní vlhkosti vzduchu  $50 \pm 5$  %.

##### ***4.2.12.3 Způsob vyhodnocení zkoušky***

Před hodnocením se zkušební povrch omyje lehkým otíráním tkaninou na čištění namočenou nejdříve do čisticího roztoku a pak pouze vodou. Nakonec se povrch lehce osuší suchou tkaninou na čištění. Zkušební povrch se ponechá v klidu bez zakrytí po dobu 30 min ve zkušebním prostředí.

Zjišťuje se poškození zkušební povrchu s použitím světelného zdroje pod různými úhly, jako je vyblednutí, změna lesku, změna barvy, vznik puchýřků, bobtnání a jiné vady. Změny způsobené zkušební kapalinou musí být rovněž zjištěny na zkušebním povrchu hmatem.

**Tab. 11** Popis číselného klasifikačního kódu (ČSN EN 12720+A1)

<b>Číselná klasifikace</b>	<b>Popis</b>
<b>5</b>	<b>beze změny</b> zkušební plocha je nerozeznatelná od přilehlé okolní plochy
<b>4</b>	<b>mírná změna</b> zkušební plocha se liší od přilehlé okolní plochy, avšak jen když se světelný zdroj zrcadlí na zkušebním povrchu a odráží se směrem k očím hodnotitele např. vyblednutí, změna lesku a barvy žádná změna struktury povrchu, např. deformace, bobtnání, vyčnívající vlákna, popraskání, vznik puchýřků
<b>3</b>	<b>střední změna</b> zkušební plocha se liší od přilehlé okolní plochy při pozorování z několika směrů, např. vyblednutí, změna lesku a barvy žádná změna struktury povrchu, např. bobtnání, vyčnívající vlákna, popraskání, vznik puchýřků
<b>2</b>	<b>podstatná změna</b> zkušební plocha se zřetelně liší od přilehlé okolní plochy při pozorování ze všech směrů, např. vyblednutí, změna lesku a barvy a/nebo struktura povrchu je mírně změněna, např. bobtnání, vyčnívající vlákna, popraskání, vznik puchýřků
<b>1</b>	<b>intenzivní změna</b> struktura povrchu je zřetelně změněna a/nebo vyblednutí, změna lesku a barvy a/nebo povrch materiálu je zcela nebo částečně odstraněn a/nebo filtrační papír lpí na povrchu

## 5 VÝSLEDKY PRÁCE

### 5.1 Podmínky dýchování jednotlivých zkušebních vzorků

V níže uvedené tabulce jsou uvedeny jednotlivé parametry použité při dýchování zkušebních vzorků za použití jednotlivých druhů lepidel a jejich směsí ve stanovených poměrech uvedených v tabulce. Navážka všech druhů lepidel činí  $11 \pm 0,1$  g podle dohodnutého nánosu  $150 \text{ g/m}^2$  vycházejícího z požadavků jednotlivých druhů lepidel.

Tab. 12 Podmínky dýchování jednotlivých zkušebních vzorků (Vlastní práce)

Vzorek	Lepidlo	Lisovací teplota [°C]	Lisovací čas [min]	Lisovací tlak [MPa]
1	PVAc VINALEP 836	50	9	0,6
2	PVAc VINALEP 836	50	9	0,6
3	PVAc VINALEP 836	60	7	0,6
4	PVAc VINALEP 836	60	7	0,6
5	Kronocol U 300	105	5	0,6
6	Kronocol U 300	105	5	0,6
7	Kronocol MUP 125	105	5	0,6
8	Kronocol MUP 125	105	5	0,6
9	60 % Kronocol U 300 + 40 % PVAc	75	12	0,6
10	60 % Kronocol U 300 + 40 % PVAc	75	12	0,6
11	60 % Kronocol MUP 125 + 40 % PVAc	75	12	0,6
12	60 % Kronocol MUP 125 + 40 % PVAc	75	12	0,6
13	75 % Kronocol U 300 + 25 % PVAc	85	10	0,6
14	75 % Kronocol U 300 + 25 % PVAc	85	10	0,6
15	75 % Kronocol MUP 125 + 25 % PVAc	85	10	0,6
16	75 % Kronocol MUP 125 + 25 % PVAc	85	10	0,6
17	85 % Kronocol U 300 + 15 % PVAc	90	8	0,6
18	85 % Kronocol U 300 + 15 % PVAc	90	8	0,6
19	85 % Kronocol MUP 125 + 15 % PVAc	90	8	0,6
20	85 % Kronocol MUP 125 + 15 % PVAc	90	8	0,6

### 5.2 Stanovení přídržnosti povrchu odtahem

Pro stanovení přídržnosti odtahem bylo použito 20 zadýchovaných a očištěných vzorků. Na každém vzorku bylo provedeno 5 měření z jedné strany podle požadavků normy ČSN EN 311. V příloze č. 1 jsou uvedeny všechny naměřené síly potřebné k odtahu ocelového hříbku a místo porušení.

Nejprve je zapotřebí zohlednit místo porušení tělesa při zkoušce. Vzhledem k tomu, že u všech vzorků došlo k porušení uvnitř podkladového materiálu (DTD), můžeme říct, že pevnost lepené spáry je vyšší než pevnost lepeného materiálu, tedy DTD. Při zkoušení stanovení přídržnosti povrchu odtahem se jako první vždy porušil adherend, tedy lepený materiál, což se projevilo vytrháváním dřevních vláken a došlo k porušení pevnosti lepeného spoje. Z toho vyplývá, že lepené spáry všech lepicích směsí splnily požadavek na svoji pevnost, která je větší než pevnost samotného podkladu.

Statistické vyhodnocení všech zkoušek je provedeno podle jednofaktorové analýzy rozptylu (ANOVA) a stanoveným intervalem spolehlivosti 95 %, tedy hodnotou  $\alpha$  0,05. Vyhodnocení jednofaktorové analýzy rozptylu proběhlo porovnáním testového kritéria (F) a kritické hodnoty (F krit), a současně porovnáním nejmenší hladiny významnosti testu (Hodnota P) s předem stanovenou hodnotou spolehlivosti ( $\alpha$ ). Hodnota P je nejmenší hladina, při které zamítáme nulovou hypotézu  $H_0$  o nevýznamnosti rozdílů středních hodnot.

**Tab. 13** Popisná statistika – přídržnost povrchu odtahem (Vlastní práce)

<i>Výběr</i>	<i>Počet</i>	<i>Součet</i>	<i>Průměr</i>	<i>Rozptyl</i>
PVAc VINALEP 836 (50 °C)	10	7,17	0,717	0,042
PVAc VINALEP 836 (60 °C)	10	8,61	0,861	0,125
Kronocol U 300	10	7,7	0,770	0,058
Kronocol MUP 125	10	8,42	0,842	0,026
60 % Kronocol U 300 + 40 % PVAc	10	7,43	0,743	0,081
60 % Kronocol MUP 125 + 40 % PVAc	10	8,29	0,829	0,031
75 % Kronocol U 300 + 25 % PVAc	10	8,19	0,819	0,056
75 % Kronocol MUP 125 + 25 % PVAc	10	8,04	0,804	0,055
85 % Kronocol U 300 + 15 % PVAc	10	7,42	0,742	0,072
85 % Kronocol MUP 125 + 15 % PVAc	10	10,57	1,057	0,040

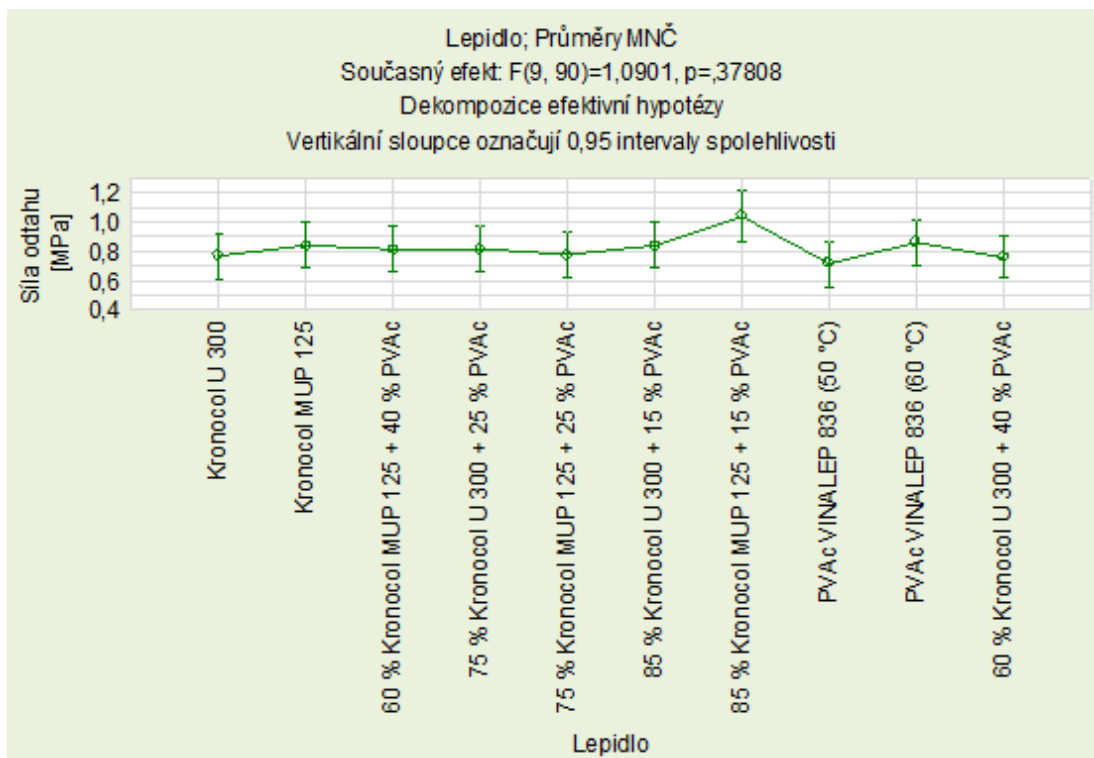
**Tab. 14** Jednofaktorová ANOVA – přídržnost povrchu odtahem (Vlastní práce)

<i>Zdroj variability</i>	<i>SS</i>	<i>Rozdíl</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Hodnota P</i>	<i>F krit</i>
Mezi výběry	0,838	9	0,093	1,584	0,132	1,986
Všechny výběry	5,287	90	0,059			
<b>Celkem</b>	6,125	99				

Jelikož  $F < F$  krit a  $Hodnota\ P > \alpha$ , nezamítla se nulová hypotéza  $H_0$  o shodě středních hodnot jednotlivých skupin ověřovaných lepidel na testovaných vzorcích.



Jednofaktorová analýza rozptylu neprokázala významný statistický rozdíl mezi jednotlivými zkušebními vzorky při zkoušce přídržnosti povrchu odtahem. Pro názornost byl proveden Tukeyův HSD test mnohonásobného porovnání znázorněný níže, který vyobrazil, že vzhledem k porušení zkušebních vzorků v podkladu z DTD podklad vzorků pochází z jedné homogenní skupiny.



**Obr. 4** Statistické vyhodnocení přídržnosti povrchu odtahem (Vlastní práce)

**Tab. 15** Tukeyův HSD test homogenních skupin pro přídržnost povrchu odtahem (Vlastní práce)

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná Přídržnost Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,06136, sv = 90,000		
	Lepidlo	Přídržnost Průměr	1
8	PVAc VINALEP 836 (50 °C)	0,71700	***
10	60 % Kronocol U 300 + 40 % PVAc	0,75833	***
1	Kronocol U 300	0,77000	***
5	75 % Kronocol MUP 125 + 25 % PVAc	0,77900	***
3	60 % Kronocol MUP 125 + 40 % PVAc	0,81500	***
4	75 % Kronocol U 300 + 25 % PVAc	0,81900	***
6	85 % Kronocol U 300 + 15 % PVAc	0,84000	***
2	Kronocol MUP 125	0,84200	***
9	PVAc VINALEP 836 (60 °C)	0,86100	***
7	85 % Kronocol MUP 125 + 15 % PVAc	1,038750	***

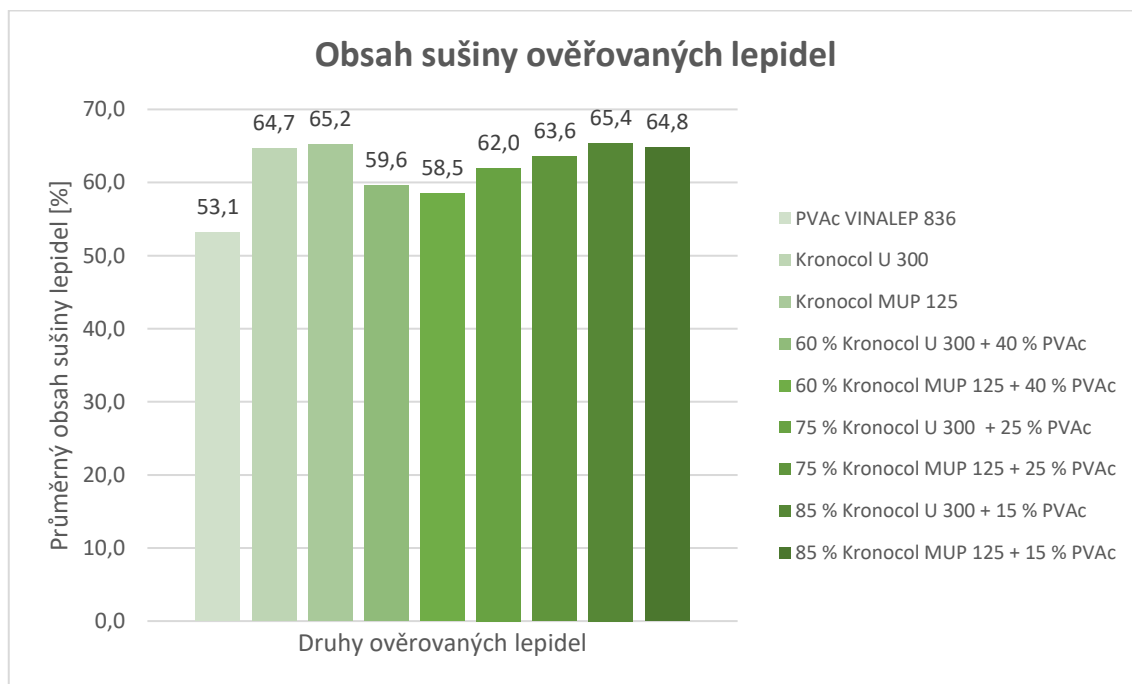
### 5.3 Stanovení hmotnostního podílu netěkavých látek lepidel

Výsledky stanovení hmotnostního podílu netěkavých látek ověřovaných lepidel VINALEP 836, KRONOCOL U 300, KRONOCOL MUP 125 a jejich směsí podle normy ČSN EN ISO 3251 Nátěrové hmoty a plasty – Stanovení obsahu netěkavých látek jsou uvedeny v příloze č. 2 a následně statisticky vyhodnoceny pomocí jednofaktorové analýzy rozptylu a graficky znázorněny níže.

Obsah sušiny u PVAc lepidla VINALEP 836 uvádí v technickém listu firma Stachema CZ s. r. o. 49 – 51 %. Podle výsledků zkoušky vyšel obsah sušiny 53,1 %, což je o 2,1 % více, než je uvedeno v technickém listu výrobku.

Obsah sušiny uvádí i v technické příručce společnost DUKOL Ostrava s. r. o. pro močovinoformaldehydové lepidlo KRONOCOL U 300 min. 65 %, dle výsledku zkoušky vychází obsah sušiny 64,7 %, tedy o 0,3 % méně než je uváděný minimální obsah sušiny tohoto lepidla.

Obsah sušiny pro melamin-močovinoformaldehydové lepidlo KRONOCOL MUP 125 v technickém listu výrobku uvádí společnost DUKOL Ostrava s. r. o. v rozmezí 63 – 65 %. Zde je podle výsledku zkoušky obsah sušiny lepidla o 0,2 % vyšší, tedy 65,2 %.



Obr. 5 Obsah sušiny ověřovaných lepidel (Vlastní práce)

Z výše uvedeného grafu, který názorně zobrazuje obsah netěkavých podílů (sušiny) ověřovaných lepidel použitých k dýhování zkušebních vzorků, můžeme vyvodit, že nejmenší podíl sušiny obsahuje PVAc lepidlo VINALEP 836, přesně 53,1 %. Obsah sušiny u močovinoformaldehydového KRONOCOL U 300 je 64,7 %, což je pouze o 0,5 % méně, než u melamin-močovinoformaldehydového lepidla KRONOCOL MUP 125, jehož obsah sušiny je 65,2 %.

Zároveň můžeme pozorovat, že se zvyšujícím se procentním podílem PVAc lepidla VINALEP 836 ve směsi se snižuje obsah sušiny lepicí směsi.

**Tab. 16** Popisná statistika – obsah sušiny (Vlastní práce)

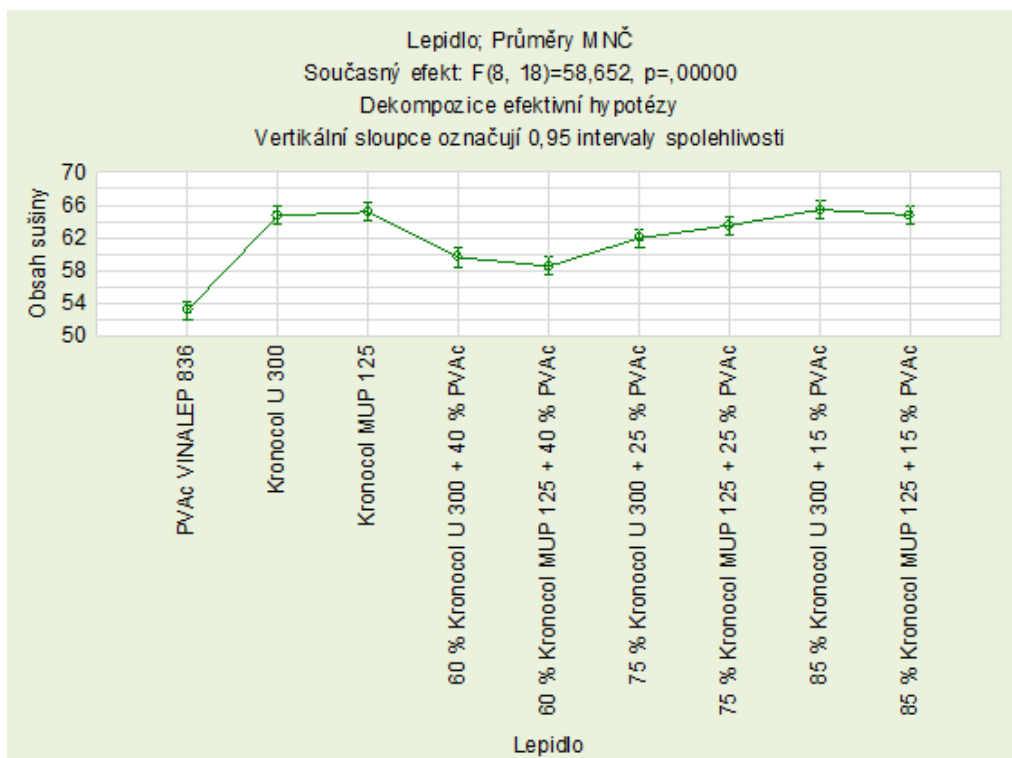
<i>Výběr</i>	<i>Počet</i>	<i>Součet</i>	<i>Průměr</i>	<i>Rozptyl</i>
<b>PVAc VINALEPO 836</b>	3	159,40	53,132	0,380
<b>Kronocol U 300</b>	3	194,13	64,709	0,736
<b>Kronocol MUP 125</b>	3	195,47	65,156	0,535
<b>60 % Kronocol U 300 + 40 % PVAc</b>	3	178,85	59,618	0,034
<b>60 % Kronocol MUP 125 + 40 % PVAc</b>	3	175,63	58,543	0,086
<b>75 % Kronocol U 300 + 25 % PVAc</b>	3	185,92	61,972	0,108
<b>75 % Kronocol MUP 125 + 25 % PVAc</b>	3	190,68	63,559	3,457
<b>85 % Kronocol U 300 + 15 % PVAc</b>	3	196,23	65,409	0,328
<b>85 % Kronocol MUP 125 + 15 % PVAc</b>	3	194,32	64,772	1,890

**Tab. 17** Jednofaktorová ANOVA – obsah sušiny (Vlastní práce)

<i>Zdroj variability</i>	<i>SS</i>	<i>Rozdíl</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Hodnota P</i>	<i>F krit</i>
<b>Mezi výběry</b>	405,475	8	50,684	60,377	1,988E-11	2,510
<b>Všechny výběry</b>	15,110	18	0,839			
<b>Celkem</b>	420,586	26				

Jelikož  $F > F_{krit}$  a  $Hodnota\ P < \alpha$ , zamítla se nulová hypotéza  $H_0$  o shodě středních hodnot jednotlivých skupin ověřovaných lepidel. Jednofaktorová analýza rozptylu prokázala významnou statistickou odlišnost alespoň u jednoho lepidla nebo lepicí směsi z hlediska obsahu sušiny.

Následně byl proveden Tukeyův HSD test mnohonásobného porovnání znázorněný níže, který zjistil statisticky významné rozdíly mezi lepidly, které podle obsahu sušiny rozčlenil do 5 statisticky odlišných skupin.



**Obr. 6** Statistické vyhodnocení obsahu sušiny (Vlastní práce)

**Tab. 18** Tukeyův HSD test homogenních skupin pro obsah sušiny (Vlastní práce)

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná Obsah sušiny Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,86667 sv = 18,000						
	Lepidlo	Obsah sušiny Průměr	1	2	3	4	5
1	PVAc VINALEP 836	53,1333					***
5	60 % Kronocol MUP 125 + 40 % PVAc	58,5333		***			
4	60 % Kronocol U 300 + 40 % PVAc	59,6000		***	***		
6	75 % Kronocol U 300 + 25 % PVAc	61,9667			***	***	
7	75 % Kronocol MUP 125 + 25 % PVAc	63,5333	***			***	
2	Kronocol U 300	64,7000	***				
9	85 % Kronocol MUP 125 + 15 % PVAc	64,8000	***				
3	Kronocol MUP 125	65,1667	***				
8	85 % Kronocol U 300 + 15 % PVAc	64,4333	***				

Tukeyův HSD test homogenních skupin pro obsah sušiny ověřovaných lepidel stanovil, že z hlediska středních hodnot jsou určitá zkušena lepidla statisticky významně odlišná od ostatních. Dle testu lze lepidla rozdělit do 5 odlišných skupin.

Nejnižší obsah sušiny obsahuje PVAc lepidlo VINALEP 836, tato hodnota je od ostatních lepidel natolik výrazná, že se jedná o samostatnou skupinu.

Rozdíl obsahu sušin u termoreaktivních lepidel (UF a MUP) a lepidel, kde byl 85% podíl termoreaktivního lepidla, je statisticky nevýznamný.

Statisticky významný rozdíl není mezi termoreaktivními lepidly, tudíž neexistuje staticky významný rozdíl mezi jejich směsmi s disperzním PVAc lepidlem ve stejných poměrech, ovšem rozdíly mezi různými poměry lepicích směsí již je statisticky významný.

## 5.4 Kondenzační doba lepidel

V této kapitole jsou v přílohách č. 3 a č. 4 uvedeny navážky lepidla a kondenzační doby jednotlivých ověřovaných druhů lepidel a jejich směsí při teplotě 70 °C a následně při teplotě 100 °C. Navážka vzorků pro všechna lepidla byla stanovena  $10,2 \pm 0,1$  g. Níže jsou uvedeny faktory potřebné pro analýzu rozptylu (ANOVA) a její statistické vyhodnocení doplněné testem mnohonásobného porovnání.

**Tab. 19** Popisná statistika – kondenzační doba při teplotě 70 °C (Vlastní práce)

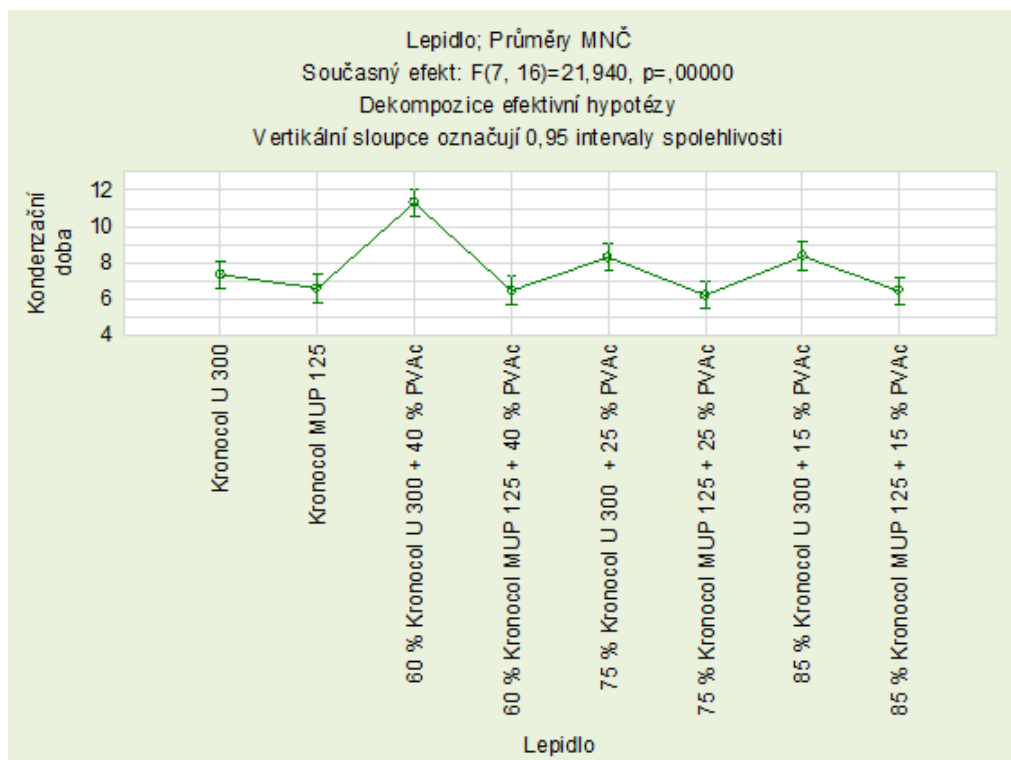
<i>Výběr</i>	<i>Počet</i>	<i>Součet</i>	<i>Průměr</i>	<i>Rozptyl</i>
<b>Kronocol U 300</b>	3	22,01	7 min 33 s	0,019
<b>Kronocol MUP 125</b>	3	19,73	6 min 58 s	0,590
<b>60 % Kronocol U 300 + 40 % PVAc</b>	3	33,92	11 min 31 s	2,395
<b>60 % Kronocol MUP 125 + 40 % PVAc</b>	3	19,37	6 min 46 s	0,014
<b>75 % Kronocol U 300 + 25 % PVAc</b>	3	24,91	8 min 30 s	0,084
<b>75 % Kronocol MUP 125 + 25 % PVAc</b>	3	18,6	6 min 20 s	0,007
<b>85 % Kronocol U 300 + 15 % PVAc</b>	3	25,06	8 min 35 s	0,086
<b>85 % Kronocol MUP 125 + 15 % PVAc</b>	3	19,28	6 min 43 s	0,019

**Tab. 20** Jednofaktorová ANOVA – kondenzační doba při teplotě 70 °C (Vlastní práce)

<i>Zdroj variability</i>	<i>SS</i>	<i>Rozdíl</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Hodnota P</i>	<i>F krit</i>
<b>Mezi výběry</b>	61,677	7	8,811	21,940	4,481E-07	2,657
<b>Všechny výběry</b>	6,425	16	0,402			
<b>Celkem</b>	68,102	23				

Jelikož  $F > F_{krit}$  a  $Hodnota P < \alpha$ , zamítla se nulová hypotéza  $H_0$  o shodě středních hodnot jednotlivých skupin ověřovaných lepidel. Jednofaktorová analýza rozptylu prokázala významnou statistickou odlišnost alespoň u jednoho lepidla nebo lepicí směsi z hlediska kondenzační doby při teplotě 70 °C.

Následně byl proveden Tukeyův HSD test mnohonásobného porovnání znázorněný níže, který zjistil statisticky významné rozdíly mezi lepidly, které podle kondenzační doby provedené za teploty 70 °C rozčlenil do 3 statisticky odlišných skupin.



Obr. 7 Statistické vyhodnocení kondenzační doby při teplotě 70 °C (Vlastní práce)

Tab. 21 Tukeyův HSD test homogenních skupin pro kondenzační dobu při teplotě 70 °C (Vlastní práce)

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná Kondenzační doba Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,40159, sv = 16,000				
	Lepidlo	Kondenzační doba Průměr	1	2	3
6	75 % Kronocol MUP 125 + 25 % PVAc	6 min 20 s	***		
8	85 % Kronocol MUP 125 + 15 % PVAc	6 min 43 s	***		
4	60 % Kronocol MUP 125 + 40 % PVAc	6 min 46 s	***		
2	Kronocol MUP 125	6 min 58 s	***	***	
1	Kronocol U 300	7 min 33 s	***	***	
5	75 % Kronocol U 300 + 25 % PVAc	8 min 30 s		***	
7	85 % Kronocol U 300 + 15 % PVAc	8 min 35 s		***	
3	60 % Kronocol U 300 + 40 % PVAc	11 min 31 s			***

Podle Tukeyova HSD testu homogenních skupin je zřejmé, že rozdíl mezi použitým UF a MUP lepidlem není statisticky významný, ale rozdíl mezi jejich směsmi s PVAc lepidlem ve stanovených poměrech již je statisticky významný. Tento test použité lepicí směsi rozdělil do tří statisticky významných skupin.

Do první skupiny patří čisté UF, MUP lepidlo a všechny směsi MUP lepidla s PVAc lepidlem. Do druhé skupiny test zařadil čisté UF, MUP lepidlo a směsi UF lepidla s PVAc lepidlem, až na jednu (60 : 40), která je od ostatních dvou směsí statisticky natolik odlišná, že ji zařadil do další skupiny lepidel.

**Tab. 22** Popisná statistika – kondenzační doba při teplotě 100 °C (Vlastní práce)

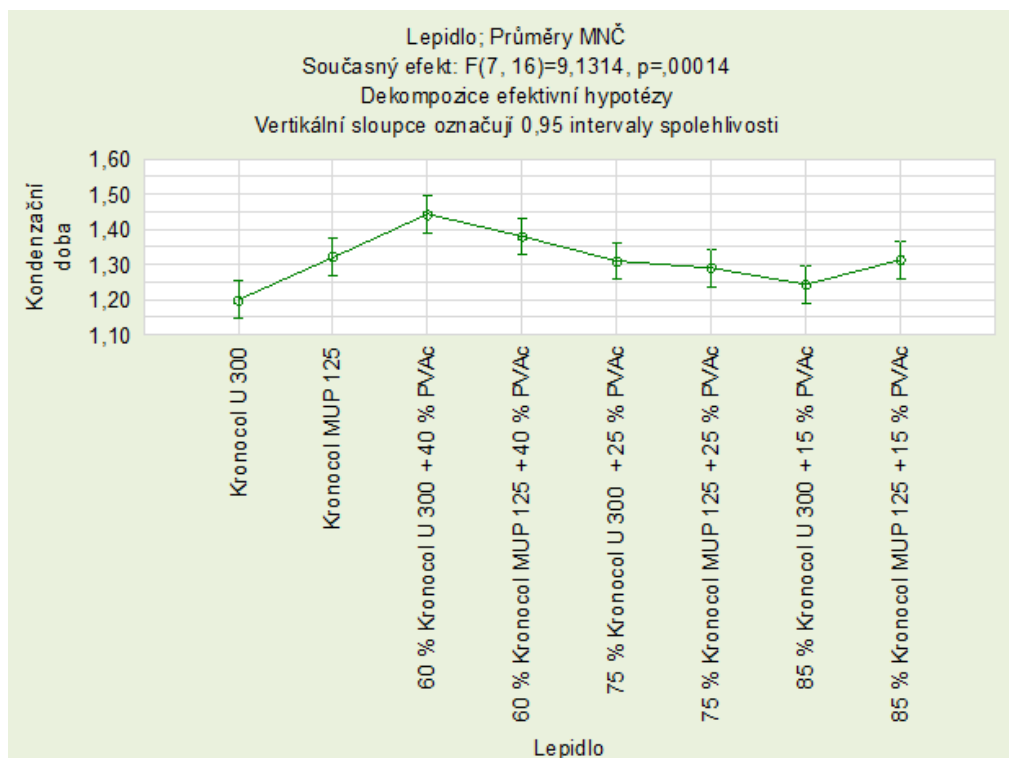
<i>Výběr</i>	<i>Počet</i>	<i>Součet</i>	<i>Průměr</i>	<i>Rozptyl</i>
<b>Kronocol U 300</b>	3	3,6	1 min 20 s	0,003
<b>Kronocol MUP 125</b>	3	3,96	1 min 32 s	0,003
<b>60 % Kronocol U 300 + 40 % PVAc</b>	3	4,33	1 min 44 s	0,001
<b>60 % Kronocol MUP 125 + 40 % PVAc</b>	3	4,14	1 min 38 s	0,001
<b>75 % Kronocol U 300 + 25 % PVAc</b>	3	3,93	1 min 31 s	0,001
<b>75 % Kronocol MUP 125 + 25 % PVAc</b>	3	3,87	1 min 29 s	0,002
<b>85 % Kronocol U 300 + 15 % PVAc</b>	3	3,73	1 min 24 s	0,003
<b>85 % Kronocol MUP 125 + 15 % PVAc</b>	3	3,94	1 min 31 s	0,001

**Tab. 23** Jednofaktorová ANOVA – kondenzační doba při teplotě 100 °C (Vlastní práce)

<i>Zdroj variability</i>	<i>SS</i>	<i>Rozdíl</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Hodnota P</i>	<i>F krit</i>
<b>Mezi výběry</b>	0,119	7	0,017	9,131	0,00014	2,657
<b>Všechny výběry</b>	0,030	16	0,002			
<b>Celkem</b>	0,149	23				

Jelikož  $F > F_{krit}$  a  $Hodnota P < \alpha$ , zamítla se nulová hypotéza  $H_0$  o shodě středních hodnot jednotlivých skupin ověřovaných lepidel. Jednofaktorová analýza rozptylu prokázala významnou statistickou odlišnost alespoň u jednoho lepidla nebo lepicí směsi z hlediska kondenzační doby při teplotě 100 °C.

Následně byl proveden Tukeyův HSD test mnohonásobného porovnání, který zjistil statisticky významné rozdíly mezi lepidly, které podle kondenzační doby provedené za teploty 100 °C rozčlenil do 3 statisticky odlišných skupin.



**Obr. 8** Statistické vyhodnocení kondenzační doby při teplotě 100 °C (Vlastní práce)

**Tab. 24** Tukeyův HSD test homogenních skupin pro kondenzační dobu při teplotě 100 °C (Vlastní práce)

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná Kondenzační doba Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,00186, sv = 16,000				
	Lepidlo	Kondenzační doba Průměr	1	2	3
1	<b>Kronocol U 300</b>	1 min 20 s	***		
7	<b>85 % Kronocol U 300 + 15 % PVAc</b>	1 min 24 s	***		
6	<b>75 % Kronocol MUP 125 + 25 % PVAc</b>	1 min 29 s	***	***	
5	<b>75 % Kronocol U 300 + 25 % PVAc</b>	1 min 31 s	***	***	
8	<b>85 % Kronocol MUP 125 + 15 % PVAc</b>	1 min 31 s	***	***	
2	<b>Kronocol MUP 125</b>	1 min 32 s	***	***	
4	<b>60 % Kronocol MUP 125 + 40 % PVAc</b>	1 min 38 s		***	***
3	<b>60 % Kronocol U 300 + 40 % PVAc</b>	1 min 44 s			***

Podle Tukeyova HSD testu homogenních skupin je zřejmé, že z hlediska kondenzační doby při teplotě 100 °C neexistuje statisticky významný rozdíl mezi použitým UF a MUP lepidlem, tak jako rozdíly mezi jejich směsmi s PVAc lepidlem v poměrech 85 : 15 a 75 : 25. Test ovšem prokázal statisticky významný rozdíl s jejich směsmi s PVAc lepidlem v poměru 60 : 40.



## 5.5 Povrchová úprava zkušebních vzorků

V níže uvedených tabulkách jsou uvedeny jednotlivé navážky nátěrových hmot při vzduchovém stříkání HVLP pro první a druhý nános, i průměrný nános nátěrového systému na jeden zkušební vzorek.

**Tab. 25** Navážky vodou ředitelné NH VŘ EMJ 1157-0010 (Vlastní práce)

Vzorek	Lepidlo	1. nános NH [g/m <sup>2</sup> ]	2. nános NH [g/m <sup>2</sup> ]	Průměrný nános NH [g/m <sup>2</sup> ]
1	PVAc VINALEP 836	95	122	109
3	PVAc VINALEP 836	126	132	129
5	60 % Kronocol U 300 + 40 % PVAc	108	122	115
7	60 % Kronocol MUP 125 + 40 % PVAc	124	104	114
9	75 % Kronocol U 300 + 25 % PVAc	104	123	114
11	75 % Kronocol MUP 125 + 25 % PVAc	120	175	148
13	85 % Kronocol U 300 + 15 % PVAc	91	128	110
15	85 % Kronocol MUP 125 + 15 % PVAc	116	129	123
17	Kronocol U 300	149	150	150
19	Kronocol MUP 125	182	122	152

**Tab. 26** Navážky akrylátové polyuretanové rozpouštědlové NH PURCRYL SM 3150-0005 (Vlastní práce)

Vzorek	Lepidlo	1. nános NH [g/m <sup>2</sup> ]	2. nános NH [g/m <sup>2</sup> ]	Průměrný nános NH [g/m <sup>2</sup> ]
2	PVAc VINALEP 836	115	111	113
4	PVAc VINALEP 836	105	110	108
6	60 % Kronocol U 300 + 40 % PVAc	90	106	98
8	60 % Kronocol MUP 125 + 40 % PVAc	100	97	99
10	75 % Kronocol U 300 + 25 % PVAc	115	120	118
12	75 % Kronocol MUP 125 + 25 % PVAc	96	108	102
14	85 % Kronocol U 300 + 15 % PVAc	105	92	99
16	85 % Kronocol MUP 125 + 15 % PVAc	95	100	98
18	Kronocol U 300	99	90	95
20	Kronocol MUP 125	85	89	87

## 5.6 Hodnocení vzhledových vlastností povrchové úpravy

V této kapitole jsou uvedeny vady vzhledových vlastností povrchové úpravy vodou ředitelným a akrylátovým polyuretanovým rozpouštědlovým nátěrovým systémem.

**Tab. 27** Vzhledové vlastnosti u vodou ředitelné NH VŘ EMJ 1157-0010 (Vlastní práce)

Vzorek	Druh defektu	Hodnocení	
		<i>m</i>	<i>g</i>
1	Kráterky	3	2
	Mechanické nečistoty	2	2
	Čelní trhliny v dýze	do 45 mm délky a 25 mm šířky	
3	Kráterky	3	2
5	Kráterky	2	2
7	Kráterky	3	2
9	Kráterky	2	2
	Kopírování povrchu	2	5
	Čelní trhliny v dýze	do 30 mm délky a 5 mm šířky	
11	Kráterky	2	2
	Mechanické nečistoty	2	3
13	Kráterky	2	2
15	Kráterky	2	2
17	Kráterky	1	2
19	Kráterky	1	2
	Mechanické nečistoty	1	2

**Tab. 28** Vzhledové vlastnosti u akrylátové polyuretanové rozpouštědlové NH PURCRYL SM 3150-0005 (Vlastní práce)

Vzorek	Druh defektu	Hodnocení	
		<i>m</i>	<i>g</i>
2	Kopírování povrchu	2	4
4	Mechanické nečistoty	1	2
	Čelní trhliny v dýze	do 15 mm délky	
6	Mechanické nečistoty	2	3
8	Mechanické nečistoty	1	2
10	Mechanické nečistoty	1	2
	Čelní trhliny v dýze	do 10 mm délky	
12	Mechanické nečistoty	1	3
	Čelní trhliny v dýze	do 60 mm délky	
14	Kopírování povrchu	1	3
16	Kopírování povrchu	2	5
18	Mechanické nečistoty	2	3
20	Mechanické nečistoty	2	3

Hodnocení vzhledových vlastností bylo prováděno podle normy ČSN 91 0272, ve které jsou uvedeny mechanické nečistoty a poškození, které se vzhledem k dýhovanému povrchu kategorizovalo zvláště na mechanické nečistoty a mechanické poškození, konkrétně čelní trhliny v dýze. Trhliny jsou zde uváděny z toho důvodu, že se u zadýhovaných dílců počítá s technologickou nadmírou při následném formátování dílců na přesný rozměr přibližně 10 mm z obou rozměrů.

Čelní trhliny se projevíly pouze u vzorků zadýhovaných disperzním lepidlem PVAc a u lepicích směsí termorekativních lepidel (UF a MUP) s disperzním PVAc lepidlem v poměru 75 : 25. U vzorků dýhovaných disperzním lepidlem PVAc při teplotě 50 °C se navíc na krajích zkušebních vzorků objevoval rozlepený spoj.

Nátěrový systém tvořený vodou ředitelnou nátěrovou hmotou VŘ EMJ 1157-0010 obsahuje u všech zkušebních vzorků ojedinělý a nevýrazný výskyt kráterků na ploše, které jsou právě postřehnutelné pouhým okem. V menší míře se zde objevuje kopírování povrchu, které je způsobeno vytlačenými místy způsobenými dýhováním.

Nátěrový systém tvořený akrylátovou polyuretanovou rozpouštědlovou nátěrovou hmotou PURCRYL SM 3150-0005 obsahuje u většiny zkušebních vzorků ojedinělý výskyt mechanických nečistot na ploše. Tento nátěrový systém výrazněji kopíruje povrch, ale celkově působí celistvějším dojmem.

## 5.7 Stanovení lesku povrchové úpravy

**Tab. 29** Lesk vodou ředitelné NH VŘ EMJ 1157-0010 (Vlastní práce)

NH VŘ		Hodnota měření [%]					
Vzorek	Podél vláken	1	2	3	4	5	Průměr
1	60°	16,2	16,4	17,2	18,3	19,9	17,6
3	60°	16,6	17,9	18,4	19,3	19,3	18,3
5	60°	18,4	17,0	17,6	18,0	15,8	17,4
7	60°	19,5	19,3	16,4	17,0	16,8	17,8
9	60°	19,3	18,4	18,2	15,5	16,8	17,6
11	60°	20,1	18,8	18,6	16,9	16,9	18,3
13	60°	16,0	15,7	16,2	17,8	16,4	16,4
15	60°	18,7	18,9	17,5	16,5	15,7	17,5
17	60°	19,1	18,9	21,1	17,7	16,0	18,6
19	60°	17,2	17,4	17,2	18,0	19,3	17,8

**Tab. 30** Lesk akrylátové polyuretanové rozpouštědlové NH PURCRYL SM 3150-0005 (Vlastní práce)

NH PURCRYL		Hodnota měření [%]					
Vzorek	Podél vláken	1	2	3	4	5	Průměr
2	60°	16,9	17,4	18,7	17,8	16,9	<b>17,5</b>
4	60°	15,5	16,3	17,4	14,5	14,5	<b>15,6</b>
6	60°	11,2	14,5	14,9	14,3	13,8	<b>13,7</b>
8	60°	11,1	13,1	11,5	15,2	15,6	<b>13,3</b>
10	60°	16,7	17,2	16,4	16,5	15,5	<b>16,5</b>
12	60°	14,5	16,4	13,5	14,4	15,8	<b>14,9</b>
14	60°	13,1	15,7	14,4	8,8	15,1	<b>13,4</b>
16	60°	15,7	17,2	13,4	16,6	16,9	<b>16,0</b>
18	60°	13,6	13,7	13,7	13,6	13,6	<b>13,6</b>
20	60°	15,7	17,9	16,1	16,1	15,2	<b>16,2</b>

Průměrná hodnota lesku u nátěrového systému tvořeného vodou ředitelnou nátěrovou hmotou VŘ EMJ 1157-0010 dosahovala 17,7 %.

Průměrná hodnota lesku u nátěrového systému tvořeného akrylátovou polyuretanovou rozpouštědlovou NH PURCRYL SM 3150-0005 je 15,1 %.

S jistotou můžeme tvrdit, že oba nátěrové systémy patří z hlediska stupně lesku do skupiny polomatných povrchových úprav a vodou ředitelná nátěrová hmota je velmi mírně lesklejší.

## 5.8 Stanovení povrchové tvrdosti nátěru tužkami

V této kapitole jsou uvedeny výsledné hodnoty orientační zkoušky stanovení povrchové tvrdosti nátěrů tužkami použitých systémů na zkušebních vzorcích.

**Tab. 31** Povrchová tvrdost nátěru vodou ředitelné NH VŘ EMJ 1157-0010 (Vlastní práce)

Vzorek	Tužka	Tvrdost
3	B	3
5	H	6
7	B	3
9	B	3

Průměrná povrchová tvrdost nátěru tužkami u vodou ředitelné nátěrové hmoty VŘ EMJ 1157-0010 je 3,75 jednotek.

**Tab. 32** Povrchová tvrdost nátěru akrylátové polyuretanové rozpouštědlové NH PURCRYL SM 3150-0005 (Vlastní práce)

Vzorek	Tužka	Tvrdość
4	5H	9
6	8H	12
8	8H	12
10	7H	11

Průměrná povrchová tvrdost nátěru tužkami u akrylátové polyuretanové rozpouštědlové nátěrové hmoty PURCRYL SM 3150-0005 je 11 jednotek.

Podle zkoušky tvrdosti tužkami vyšel výrazně lépe nátěrový systém vyhotovený akrylátovou polyuretanovou rozpouštědlovou NH PURCRYL SM 3150-0005.

## 5.9 Stanovení tvrdosti mikrotvrdoměrem (Buchholz)

V této kapitole jsou uvedeny průměrné hodnoty tvrdosti naměřené mikrotvrdoměrem. Všechny naměřené hodnoty jsou uvedeny v přílohách č. 9 a č. 10.

**Tab. 33** Tvrdość nátěru vodou ředitelné NH VŘ EMJ 1157-0010 (Vlastní práce)

Vzorek	Směr	Průměr [ $\mu\text{m}$ ]	Průměr [Buchholz]
1		22	62
	⊥	15	74
3		15	74
	⊥	13	80
5		14	77
	⊥	11	87
7		13	80
	⊥	12	83
9		18	67
	⊥	13	80
11		16	71
	⊥	13	80
13		17	69
	⊥	15	74
15		12	83
	⊥	13	80
17		18	67
	⊥	14	77
19		13	80
	⊥	11	87

Nátěrový systém tvořený vodou ředitelnou nátěrovou hmotou VŘ EMJ 1157-0010 dosahuje průměrné tvrdosti nátěru v podélném směru podkladu (bukové sesazenky) 16  $\mu\text{m}$ , tedy hodnoty 71 Buchholz a v příčném směru 13  $\mu\text{m}$ , což je hodnota 80 Buchholz.

**Tab. 34** Tvrdost nátěru akrylátové polyuretanové rozpouštědlové NH PURCRYL SM 3150-0005 (Vlastní práce)

Vzorek	Směr	Průměr [ $\mu\text{m}$ ]	Průměr [Buchholz]
2		12	83
	⊥	11	87
4		13	80
	⊥	12	83
6		10	91
	⊥	9	95
8		10	91
	⊥	10	91
10		11	87
	⊥	11	87
12		12	83
	⊥	11	87
14		11	87
	⊥	10	91
16		11	87
	⊥	10	91
18		13	80
	⊥	11	87
20		13	80
	⊥	9	95

Nátěrový systém tvořený akrylátovou polyuretanovou rozpouštědlovou nátěrovou hmotou PURCRYL SM 3150-0005 dosahuje průměrné tvrdosti nátěru v podélném směru podkladu (bukové sesazenky) 12  $\mu\text{m}$ , tedy přibližně hodnoty 83 Buchholz a v příčném směru 10  $\mu\text{m}$ , což je přibližně hodnota 91 Buchholz.

Můžeme říct, že nátěrový systém tvořený akrylátovou polyuretanovou rozpouštědlovou nátěrovou hmotou vykazoval vyšší povrchovou tvrdost v obou měřených směrech a rozdíl v jednotlivých směrech byl méně výrazný.

## 5.10 Mřížková zkouška

Mřížková zkouška byla provedena na všech zkušebních vzorcích a přilnavost nátěru obou nátěrových systémů odpovídaly klasifikačnímu stupni 1, dle normy ČSN EN ISO 2409. Na všech mřížkách obou typů nátěrových systémů byly okem pozorovatelné odloupnuté malé kousky povlaku v místech křížení řezů, ale poškozená plocha nedosahovala 5 %.

Je však nutné zmínit, že i přesto, že oba nátěrové systémy dosahovaly stejného klasifikačního stupně hodnocení, povlak tvořený vodou ředitelnou nátěrovou hmotou VŘ EMJ 1157-0010 dosahoval většího procentuálního zastoupení odloupnutých kousků povlaku v místech křížení řezů oproti povlaku tvořeného akrylátovou polyuretanovou rozpouštědlovou hmotou PURCRYL SM 3150-0005.

## 5.11 Hodnocení odolnosti povrchu proti působení suchého a vlhkého tepla

V této kapitole jsou uvedeny tabulky s výsledky pro zkoušku odolnosti povrchu proti působení suchého a vlhkého tepla.

**Tab. 35** Odolnost nátěru vodou ředitelné NH VŘ EMJ 1157-0010 proti působení suchého a vlhkého tepla (Vlastní práce)

Vzorek	Suché teplo	Vlhké teplo
3	4	4
5	4	2
7	3	2
9	4	4

**Tab. 36** Odolnost nátěru akrylátové polyuretanové rozpouštědlové NH PURCRYL SM 3150-0005 proti působení suchého a vlhkého tepla (Vlastní práce)

Vzorek	Suché teplo	Vlhké teplo
4	5	5
6	4	5
8	5	5
10	5	5

Při posouzení nátěrových systémů s ohledem na jejich odolnost proti působení suchého a vlhkého tepla vyšel lépe nátěrový systém tvořený akrylátovou polyuretanovou rozpouštědlovou NH PURCRYL SM 3150-0005 proti vodou ředitelné NH VŘ EMJ 1157-0010. U vodou ředitelné NH navíc byla hůře hodnocena odolnost nátěru proti působení vlhkého tepla, kdy v nátěru byly viditelné mírné změny struktury povrchu.

## 5.12 Hodnocení odolnosti povrchu proti působení studených kapalin

Odolnost povrchu proti působení studených kapalin byla hodnocena dle normy ČSN EN 12720+A1.

**Tab. 37** Odolnost nátěru vodou ředitelné NH VŘ EMJ 1157-0010 proti působení studených kapalin (Vlastní práce)

Vzorek	Destilovaná voda	Čistící prostředek	Káva	Červené víno	Ethanol, nedenaturovaný
3	5	4	2	5	4
5	5	4	2	5	3
7	5	4	2	5	4
9	5	4	2	5	4

**Tab. 38** Odolnost nátěru akrylátové polyuretanové rozpouštědlové NH PURCRYL SM 3150-0005 proti působení studených kapalin (Vlastní práce)

Vzorek	Destilovaná voda	Čistící prostředek	Káva	Červené víno	Ethanol, nedenaturovaný
4	5	5	5	5	4
6	5	5	5	5	4
8	5	5	5	5	4
10	5	5	5	4	4

U vodou ředitelného nátěrového systému měly vliv na povrch čistící prostředek a ethanol, které na povrchu způsobily mírné změny lesku i barvy. Káva na tomto povrchu způsobila podstatnou změnu povrchu, který byl výrazně barevně změněn.

U nátěrového systému tvořeného akrylátovou polyuretanovou NH způsobil mírnou změnu lesku povrchu pouze ethanol a v jednom případě červené víno.

Lze říct, že z hlediska působení studených kapalin vyšel lépe nátěrový systém tvořený akrylátovou polyuretanovou rozpouštědlovou nátěrovou hmotou.



## 6 DISKUSE A PŘÍNOS PRO VYUŽITÍ V PRAXI

Experimentální část předkládané diplomové práce byla zaměřená na vliv lepidlové báze na kvalitu dýhovaných dílců skládajících se z podkladového materiálu z DTD a povrchového materiálu tvořeného bukovou sesazenkou při rozdílných technologických faktorech dýhování. Nejprve bylo nutné analyzovat podmínky (druh použitých materiálů) a faktory (lisovací tlak, teplota a čas) ovlivňující kvalitu lepeného spoje při technologické operaci dýhování. Ve vztahu k použité lepidlové bázi lze hovořit zejména o reaktivitě a podílu netěkavých látek.

S ohledem na vyjmenované činitele a na základě výsledků zkoušení lze vyhodnotit vliv kondenzačních typů lepidel, konkrétně močovinoformaldehydového KRONOCOL U 300, melamin-močovinoformaldehydového lepidla KRONOCOL MUP 125 a disperzního PVAc lepidla VINALEP 836 i jejich směsí ve stanovených poměrech (40 : 60, 75 : 25 a 85 : 15) na kvalitu dýhování a závěrem zohlednit vliv nátěrového systému povrchové úpravy na kvalitu zadýhovaných dílců.

Během laboratorních zkoušek byla použita nová a čerstvá kondenzační i disperzní lepidla. Při nánosu lepidel a lepidlových směsí byl dodržen jednotný jednostranný nános  $150 \text{ g/m}^2$  odpovídající požadavkům všech ověřovaných lepidel a technologické faktory lisování, zejména lisovací teplota a čas lisování, které byly odvozeny z technických listů a příruček konkrétních lepidel. Lisovací tlak byl zvolen s ohledem na použité materiály 0,6 MPa. S jistou pravděpodobností lze tedy říct, že vstupní činitele, ovlivňující dosažení kvalitního lepeného spoje, byly splněny.

Hlavním cílem při technologické operaci dýhování bylo zjistit, jaký vliv má zvolená lepidlová báze na přídržnost povrchu k podkladu a celkově na kvalitu zadýhovaných dílců. Ze zjištěných výsledků a provedených statistických vyhodnocení lze konstatovat, že z hlediska přídržnosti povrchu k podkladu veškeré typy lepidel i lepicích směsí splnily požadavek na pevnost lepeného spoje, která byla větší než pevnost podkladového materiálu (DTD), což se projevilo porušením všech zkušebních vzorků uvnitř podkladového materiálu, tedy v DTD.

Z hlediska vzhledových vlastností zadýhovaných zkušebních vzorků je důležité zmínit, že zkušební vzorky slepené disperzním PVAc lepidlem při zvolených faktorech dýhování (50 °C a 9 min) obsahovaly značné množství čelních trhlin v dýze a na krajích zadýhovaných zkušebních vzorků se objevovaly rozlepené spoje, které se projevíly také

horším formátováním. Horší kvalita těchto vzorků může být způsobena téměř 47% obsahem vody v lepidle, která působí výraznější zvlnění dýhy než kondenzační typy lepidel, jejichž obsah sušiny se pohybuje kolem 65 %. Zkušební vzorky dýhované rovněž disperzním lepidlem PVAc, ale při technologických faktorech (60 °C a 7 min), již vykazovaly výrazně lepší vzhledové vlastnosti zadýhovaných vzorků. Zkušební vzorky slepené kondenzačními typy lepidel a jejich směsmi s disperzním PVAc lepidlem vykazovaly kvalitní zadýhovaný povrch. Trhliny a rozlepené spoje zkušebních vzorků jsou zohledněny z toho důvodu, že se po zadýhování souboru počítá s formátováním dílců na přesný rozměr, tedy s technologickou nadmírou zadýhovaných dílců 10 mm z obou rozměrů dílce. Pokud jsou zmíněné vady většího rozsahu, jedná se o neodstranitelnou vadu a znehodnocení dílce pro daný účel.

Z hlediska vlivu lepidlové báze na vlastnosti lepidel se sledoval podíl netěkavých látek (sušiny) a reaktivita (kondenzační doba).

Naměřené obsahy sušiny se přibližně shodovaly s uváděnými hodnotami v technických listech konkrétních lepidel. Největší rozdíl v obsahu sušiny byl zjištěn u disperzního PVAc lepidla, který byl v technickém listu uveden v rozmezí 49 – 51 %, ale naměřený obsah sušiny byl 53, 1 %, tedy o 2,1 % více. U kondenzačních typů lepidel k takovému rozdílu v uváděném a naměřeném podílu sušiny nedošlo. Technická příručka UF lepidla uvádí obsah sušiny min. 65 %, při měření se zjistil obsah sušiny 64,7 %, tedy o 0,3 % méně. Z hlediska uvedeného minimálního obsahu sušiny v technické příručce lepidla by bylo vhodné, kdyby byl obsah sušiny mírně vyšší. Obsah sušiny MUP lepidla je v technickém listu uveden v rozmezí 63 – 65 %. Podle měření je obsah sušiny lepidla o 0,2 % vyšší, tedy 65,2 %.

Popisná statistika pro obsah sušiny jednotlivých lepicích směsí prokázala, že se zvyšujícím se procentním podílem disperzního PVAc lepidla ve směsi s kondenzačními typy lepidel se snižuje obsah sušiny, což je způsobeno statisticky podloženým výrazně nižším obsahem sušiny disperzního PVAc lepidla. Podle statistického vyhodnocení neexistuje významný rozdíl mezi jednotlivými kondenzačními typy lepidel, tedy ani mezi jejich směsmi s disperzním PVAc lepidlem ve stanovených poměrech.

Jednofaktorová analýza rozptylu navíc prokázala významný vliv přidávání disperzního PVAc lepidla ke kondenzačním typům lepidel až od 15 % výše. Tedy přidáním disperzního PVAc lepidla do 15 % včetně se statisticky významným způsobem nezmění obsah sušiny samostatných kondenzačních typů lepidel. Zajímavé je, že i přesto, že podle statistického vyhodnocení neexistuje z hlediska obsahu sušiny rozdíl mezi UF

a MUP lepidlem, můžeme pozorovat, že směsi tvořené UF lepidlem současně spadají do kategorií lepicích směsí s nižším poměrovým zastoupením kondenzačních typů lepidel a u MUP lepidla je tomu naopak. To může být způsobeno mírně vyšším obsahem sušiny MUP lepidla než UF lepidla, i přesto, že se tento rozdíl statisticky významný nejeví.

Reaktivita kondenzačních lepidel a jejich lepicích směsí s disperzním PVAc lepidlem se hodnotila při 70 °C a 100 °C a navážce vzorků  $10,2 \pm 0,1$  g.

Podle testu mnohonásobného porovnání pro kondenzační dobu lepidel a lepicích směsí při 70 °C vyplynulo, že rozdíl mezi použitým UF a MUP lepidlem není statisticky významný, ale rozdíl mezi všemi jejich směsmi s PVAc lepidlem se již statisticky významný jeví. Průměrná kondenzační doba MUP lepidla je 6 min 58 s, kdežto u UF lepidla je 7 min 34 s. I přesto, že mezi těmito kondenzačními typy lepidel není prokázán statisticky významný rozdíl, jakmile se tato lepidla přidávají do směsí s disperzním PVAc lepidlem ve stanovených poměrech, vzniknou mezi nimi statisticky významné rozdíly ovlivňující kondenzační dobu při teplotě 70 °C.

Při statistickém vyhodnocení kondenzační doby při teplotě 100 °C se také, jako u kondenzační doby při teplotě 70 °C, prokázalo, že neexistuje statisticky významný rozdíl mezi použitým UF a MUP lepidlem, jejichž průměrná kondenzační doba při 100 °C vyšla pro UF lepidlo 1 min 20 s a pro MUP lepidlo 1 min 32 s, ale rozdíl mezi jejich směsmi s PVAc lepidlem v poměru 75 : 25 a 85 : 15 se již statisticky významný jeví. Test mnohonásobného porovnání navíc prokázal statisticky významný rozdíl s jejich směsmi s PVAc lepidlem v poměru 60 : 40. Tento výrazný rozdíl může být způsoben vysokým podílem přidaného disperzního PVAc lepidla, které má významně nižší podíl sušiny a současně nepatří ke kondenzačním typům lepidel. Můžeme tedy konstatovat, že přidáním 40 % disperzního PVAc lepidla ke kondenzačním typům lepidel se statisticky významným způsobem prodlouží kondenzační doba lepicí směsi. Současně lze říct, že rozdíly mezi jednotlivými lepidly a jejich směsmi při teplotě 100 °C byly výrazně menší, tedy vyšší použitá teplota stírá rozdíly v reaktivitě různých kondenzačních lepidel a jejich směsí. Dalo by se říct, že na reaktivitu lepidel má významný vliv podíl netěkavých látek lepidel a lepicích směsí.

Součástí zkoušení bylo dokončení dílců stříkáním HVLP vodou ředitelnou nátěrovou hmotou VŘ EMJ 1157-0010 a akrylátovou polyuretanovou rozpouštědlovou nátěrovou hmotou PURCRYL SM 3150-0005. Dále stanovení fyzikálně-mechanických vlastností dokončených povrchů a zohlednění vlivu použitých lepidel a lepidlových směsí na systém povrchové úpravy dýchovaných zkušebních vzorků.

Z hlediska vzhledových vlastností u nátěrových systémů se dospělo k závěru, že nátěrový systém tvořený vodou ředitelnou nátěrovou hmotou obsahuje u všech zkušebních vzorků ojedinělý a nevýrazný výskyt kráterků na ploše a v menší míře se zde objevuje kopírování povrchu, které je způsobeno vytlačenými místy způsobenými dýcháním. Nátěrový systém tvořený akrylátovou polyuretanovou rozpouštědlovou nátěrovou hmotou obsahuje u většiny zkušebních vzorků ojedinělý výskyt mechanických nečistot na ploše, což může být způsobeno nedostatečným očištěním zkušebních vzorků. Nátěrový systém tvořený akrylátovou polyuretanovou rozpouštědlovou NH výrazněji kopíruje povrch zadýchovaných dílců než nátěrový systém tvořený vodou ředitelnou NH, ale i přesto působí celistvějším dojmem.

Z hlediska stupně lesku povrchu nátěrových systémů byly zjištěny vyšší hodnoty stupně lesku u vodou ředitelného nátěrového systému. Průměrná hodnota lesku u nátěrového systému tvořeného vodou ředitelnou nátěrovou hmotou dosahovala 17,7 % a průměrná hodnota lesku u nátěrového systému tvořeného akrylátovou polyuretanovou rozpouštědlovou nátěrovou hmotou 15,1 %. Oba nátěrové systémy patří z hlediska stupně lesku povrchu do kategorie polomatných nátěrových hmot.

Při měření tvrdosti nátěrového systému mikrotvrdoměrem bylo u nátěrového systému tvořeného vodou ředitelnou NH naměřeno průměrných odolností vůči působení tvrdosti v podélném směru podkladu (bukové sesazenky) 16  $\mu\text{m}$  a v příčném směru 13  $\mu\text{m}$ . U nátěrového systému vytvořeného akrylátovou polyuretanovou rozpouštědlovou NH bylo naměřeno v podélném směru podkladu 12  $\mu\text{m}$  a v příčném směru 10  $\mu\text{m}$ . Při měření tvrdosti nátěrového systému mikrotvrdoměrem se došlo k závěrům, že nátěrový systém tvořený akrylátovou polyuretanovou rozpouštědlovou NH vykazoval vyšší povrchovou tvrdost, než nátěrový systém tvořený vodou ředitelnou NH a současně snižuje rozdíl působení podélného a příčného směru podkladového materiálu (dýhy) na finální PÚ. Při měření tvrdosti nátěru mikrotvrdoměrem tedy můžeme pozorovat u obou nátěrových systémů vliv podkladového materiálu, který při měření v příčném směru dosahuje vyšších odolností, což je způsobeno vlastnostmi podkladového materiálu (dřeva).

Hodnocení přilnavosti nátěru mřížkovou zkouškou nátěrových systémů dopadlo stejně a oba nátěrové systémy byly hodnoceny klasifikačním stupněm 1. Musí být zmíněno, že i přesto, že oba nátěrové systémy dosahovaly stejného klasifikačního stupně hodnocení, nátěr tvořený vodou ředitelnou nátěrovou hmotou dosahoval většího

procentuálního zastoupení odloupených kousků povlaku v místech křížení řezů oproti povlaku tvořeného akrylátovou polyuretanovou rozpouštědlovou hmotou.

Při posuzování nátěrových systémů s ohledem na jejich odolnost proti působení suchého a vlhkého tepla vykazoval vyšší odolnost nátěrový systém tvořený akrylátovou polyuretanovou rozpouštědlovou nátěrovou hmotou proti vodou ředitelné nátěrové hmotě. U vodou ředitelné NH navíc byla hůře hodnocena odolnost nátěru proti působení vlhkého tepla, kdežto u nátěrového systému tvořeného akrylátovou polyuretanovou rozpouštědlovou nátěrovou hmotou tak výrazný rozdíl v působení suchého a vlhkého tepla nebyl.

Tak jako při posouzení nátěrových systémů s ohledem na jejich odolnost proti působení suchého a vlhkého tepla vyšel výrazným způsobem lépe nátěrový systém tvořený akrylátovou polyuretanovou rozpouštědlovou NH proti vodou ředitelné NH.

Ve všech zkouškách zaměřených na fyzikálně-mechanické vlastnosti nátěrových systémů vyšel lépe systém vytvořený akrylátovou polyuretanovou rozpouštědlovou NH. Vliv lepidlové báze na kvalitu povrchově dokončeného zadýhovaného dílce by mohl být prokázán pouze s ohledem na vzniklé čelní trhliny, které NH zvýrazní.

Naměřené výsledky vypovídají o využitelnosti lepidel a jejich směsí pro praktické využití zejména při technologické operaci dýhování. Z hlediska využití závěrů diplomové práce zabývající se vlivem lepidlové báze na kvalitu dýhovaných nábytkových dílců pro praxi v nábytkářském průmyslu lze říct, že může být využita jako manuál nebo pomocný dokument k výběru vhodného druhu lepidla a lepicích směsí v určitých poměrech pro dýhování nábytkových dílců zhotovených z podkladového materiálu tvořeného dřevotřískovou deskou a dekoračního materiálu z dýhy a současně k vhodnému zvolení lisovacích technologických faktorů, jakými jsou lisovací tlak, teplota a čas lisování.

## 7 ZÁVĚR

Cílem řešení předkládané diplomové práce bylo sledování vlivu použité lepidlové báze na kvalitu dýhovaných nábytkových dílců z hlediska konečné kvality dílce. Z hlediska kvality technologické operace dýhování se řešila především přídržnost dekoračního materiálu (bukové sesazenky) a podkladu z dřevotřískové desky, při které všechna lepidla (disperzní PVAc, kondenzační UF a MUP) vyhověla z hlediska pevnosti lepených spojů. Zásadními činiteli ovlivňujícími zadýhované nábytkové dílce jsou vliv použitého druhu lepidla zvoleného k dýhování a současně technologické faktory lisování, kterými jsou lisovací tlak, teplota a čas.

Kromě vlivu lepidlové báze na kvalitu dýhovaných nábytkových dílců byl sledován vliv použitého nátěrového systému tvořeného vodou ředitelnou nátěrovou hmotou a akrylátovou polyuretanovou rozpouštědlovou nátěrovou hmotou na konečnou kvalitu zadýhovaných nábytkových dílců. Na základě uvedených výsledků se dospělo k závěru, že z hlediska všech provedených zkoušek, vykazoval lepší fyzikálně-mechanické vlastnosti dokončených povrchů, nátěrový systém tvořený akrylátovou polyuretanovou rozpouštědlovou nátěrovou hmotou.

Aby lepené spoje vyhověly předepsaným požadavkům, je nutné respektovat rozdílné fyzikálně-mechanické i chemické vlastnosti lepidel, lepených materiálů a způsoby namáhání lepených spojů s ohledem na prostředí, ve kterém budou namáhány. Aby vyhověla předepsaným požadavkům současně i povrchová úprava, je důležité respektovat rozdílné fyzikálně-mechanické i chemické vlastnosti nátěrových hmot, povrchově dokončovaných materiálů a zohlednit prostředí, do kterého budou dokončené dílce umístěny i k jakému účelu budou sloužit. Při volbě lepidla a technologie lepení je nutné zohlednit požadavek na výslednou pevnost lepeného spoje. Současně je potřeba zohlednit vliv použitého lepidla i nátěrových hmot a technologie lepení i nanášení nátěrových hmot z hlediska recyklovatelnosti výrobků a lepidlových i nátěrových filmů, a v neposlední řadě mít na paměti minimální zatížení na životní prostředí.

## 8 SUMMARY

The aim of this diploma thesis was to find out the influence of adhesive based on quality veneered furniture parts in terms of the final quality. In terms of technological operations quality of veneering was mainly dealt adhesion of decorative material (beech veneer) and substrate material (chipboard). All the adhesives (dispersion PVAc, condensation UF and MUP) passed in terms of strength of bonded joints in this test. The fundamental factors affecting veneered furniture parts are the influence of the adhesive types chosen for veneering and simultaneously technological factors of compression, which are pressure, temperature and time.

Besides the influence of adhesive base to veneered furniture parts quality there was monitored the influence of the coating system of water-based and acrylate-polyurethane coating to finished surface quality of furniture components. The conclusion was made based on above results, that the acrylate-polyurethane coating system showed better physico-mechanical properties of finished surface in terms of all performed tests.

In order to comply the prescribed requirements of bonded joints, it is necessary to respect the different physico-mechanical and chemical properties of the adhesives, bonded materials and ways of stress of bonded joints with respect to the environment. In order to comply the prescribed requirements of coating system as well is important to respect the different physico-mechanical and chemical properties of the coating materials and surface-finished materials. Also it is needed to include the environment in which the furniture components will be located. In selecting adhesives and bonding technology it is necessary to take into account the requirement on the final bond strength. Simultaneously it is necessary to take into account the influence of adhesives and coating materials, adhesive technology and coating technology in terms of recyclability of products and adhesive and coating films. It is necessary to take into account the minimum load on the environment.

## 9 SEZNAM ZKRATEK

ANOVA – analýza rozptylu (analysis of variance)

ČSN – Česká státní norma

ČSN EN – Česká státní norma harmonizovaná s evropskými

DTD – dřevotřísková deska

EBC – vytvrzované proudem elektronů

HVLP – High Volume Low Pressure

ISO – International Standard Organization

MFT – minimální filmotvorná teplota

MPa – megapascal (jednotka tlaku)

MUP lepidlo – melamin-močovinoformaldehydové lepidlo

NH – nátěrová hmota

NV – hmotnostní podíl netěkavých látek (non-volatile matter)

OPAO – polyolefinická lepidla

PUR – polyuretan

PÚ – povrchová úprava

PVAc lepidlo – polyvinylacetátové lepidlo

UF lepidlo – močovinoformaldehydové lepidlo

UV – ultrafialové záření

VŘ – vodou ředitelné



## 10 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

### 10.1 Seznam literárních zdrojů

ANONYMOUS. *Educational Materials: Bonding/Adhesives Textbook*. Association of European Adhesives Manufacturers (FEICA), Düsseldorf, Germany, 2004.

BÖHM, Martin, Jan REISNER a Jan BOMBA. *Materiály na bázi dřeva*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2012, 183 s. ISBN 978-80-213-2251-6.

ČECH, P. Vliv lepení na množství emisí VOC. *Acta Universitatis agriculturae et silviculturae Mendeliana Brunensis : Acta of Mendel University of agriculture and forestry Brno = Acta Mendelovy zemědělské a lesnické univerzity v Brně* 2008. sv. 4, č. 1, s. 29 – 36. ISSN 1211-8516.

ČECH, P. Vliv druhu nátěrové hmoty na množství emisí VOC. In *Projektování a provoz povrchových úprav*. 1. vyd. REPRO-SERVIS, Vávra Praha: PhDr. Zdeňka Jelínková, Csc, 2007, s. 101 – 108. ISBN 978-80-239-8226-8.

DRÁPELA, Jindřich a kol. *Výroba nábytku: technologie*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1980, 484 s.

EBNESAJJAD, Sina a Cyrus F. EBNESAJJAD. *Surface treatment of materials for adhesive bonding*. Second edition, 2014. ISBN 978-0-323-26435-8.

EISNER, Karel a Vladimír BERGER. *Lepidla v dřevařském průmyslu*. 1. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1958, 193 s.

GANDELOVÁ, Libuše, Jarmila ŠLEZINGEROVÁ a Petr HORÁČEK. *Nauka o dřevě*. 2. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2002, 176 s. ISBN 80-7157-577-1.

HRÁZSKÝ, J. a KRÁL, P., *Kompozitní materiály na bázi dřeva. Část I.: Aglomerované materiály*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2007. 253 s. ISBN 978-80-7375-034-3.

HRÁZSKÝ, Jaroslav a Pavel KRÁL. *Technologie výroby aglomerovaných materiálů*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2000, 218 s. ISBN 80-7157-428-7.

LIPTÁKOVÁ Eva a Milan SEDLIAČIK. *Chemia a aplikácia pomocných látok v drevárskom priemysle*. Bratislava: ALFA, 1989, 519 s. ISBN 80-05-00116-9.

MINKE, Gernot. *Building with earth: design and technology of a sustainable architecture*. 3rd and rev. ed. Basel, Switzerland: Birkhäuser, c2013. ISBN 3034608225.

NUTSCH, Wolfgang a kol. *Průručka pro truhláře*. 2., přeprac. vyd. Praha: Europa-Sobotáles, 2006, 615 s. ISBN 80-86706-14-1.

OSTEN, Miloš. *Lepení plastických hmot*. Praha: SNTL, 1972, 152 s.

OSTEN, Miloš. *Práce s lepidly a tmely*. Praha: SNTL, 1986, 288 s.

ROWELL, Roger M. *Handbook of wood chemistry and wood composites*. Boca Raton, Fla.: CRC Press, 2005, 485 p. ISBN 08-493-1588-3.

SEDLIAČIK, Milan. *Nové kompozice polykondenzačních lepidel a ich aplikácie v drevárskom priemysle*. Zvolen, 1992, 202 s. ISBN 80-228-0207-7.

SVOBODA, Jaroslav, Petr BRUNECKÝ a Boris HÁLA. *Nábytkářský informační systém „NIS“*. Část IX., Materiály na bázi dřeva a ostatní materiály pro výrobu nábytku. Brno: Ircaes, 2012, 166 s. ISBN 978-80-87502-12-9.

ŠTEFKA, Vilém. *Kompozitné drevné materiály*. Časť II., Technológia aglomerovaných materiálův. 2. vyd. Zvolen: Technická univerzita ve Zvolene, 2002, 205 s. ISBN 20-228-1136-X.

TESAŘOVÁ, Daniela a kol. *Povrchové úpravy dřeva: [lakování, moření, lazurování a lepení]*. 1. vyd. Praha: Grada, 2014, 134 s. ISBN 978-80-247-4715-6.

TRÁVNÍK, Arnošt. *Technologické operace výroby nábytku*, 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2005, 178 s. ISBN 80-7157-865-7.

TRÁVNÍK, Arnošt a Jaroslav SVOBODA. *Technologické procesy výroby nábytku*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2007, 222 s. ISBN 978-80-7375-056-5.

## 10.2 Seznam elektronických zdrojů

BERAN, Ing. Rudolf. Základy teorie lepení. In: *ABC Lepidla* [online]. 1. vyd. 2005 [cit. 2017-02-9]. Dostupné z: <http://goo.gl/SHzMkP>

*BMT: Venticell 111* [online]. [cit. 2017-02-16]. Dostupné z: <http://www.bmt.cz/venticell-111---standard18?cat=61>

SEDLIAČIK, Jan. Výhodnější technologické parametre a ekonomika procesu lepenia dreva formou napeňovania lepidiel. *Drevársky magazín* [online]. Banská Bystrica: Trendwood – twd, 2015, 12-2015, s. 44 – 45 [cit. 2017-02-19]. Dostupné z: [http://www.drevmag.com/images/stories/tisk/odborne-temy/2015/DM\\_12-2015\\_OT\\_Lepidla.pdf](http://www.drevmag.com/images/stories/tisk/odborne-temy/2015/DM_12-2015_OT_Lepidla.pdf)

## 10.3 Seznam použitých norem

ČSN 67 3075: Stanovení tvrdosti nátěru zkouškou tužkami, 1990.

ČSN 91 0000: Nábytek – Názvosloví, 2005.

ČSN 91 0001: Dřevěný nábytek – Technické požadavky, 2007.

ČSN 91 0102: Nábytek – Povrchová úprava dřevěného nábytku – Technické požadavky, 2006.

ČSN 91 0272: Nábytek – Zkoušení povrchové úpravy nábytku – Hodnocení vzhledových vlastností, 1992.

ČSN EN 204: Klasifikace termoplastických lepidel na dřevo pro nekonstrukční aplikace, 2002.

ČSN EN 309: Třískové desky – Definice a klasifikace, 2005.

ČSN EN 311: Desky ze dřeva – Přídržnost povrchu – Zkušební metoda, 2003.

ČSN EN 312: Třískové desky – Požadavky, 2011.

ČSN EN 923+A1: Lepidla – Termíny a definice, 2016.

ČSN EN 12720+A1: Nábytek – Hodnocení odolnosti povrchu proti působení studených kapalin, 2014.

ČSN EN 12721+A1: Nábytek – Hodnocení odolnosti povrchu proti působení vlhkého tepla, 2014.

ČSN EN 12722+A1: Nábytek – Hodnocení odolnosti povrchu proti působení suchého tepla, 2014.

ČSN EN 13722: Nábytek – Stanovení lesku povrchu, 2005.

ČSN EN ISO 2409: Nátěrové hmoty – Mřížková zkouška, 2013.

ČSN EN ISO 3251: Nátěrové hmoty a plasty – Stanovení obsahu netěkavých látek, 2013.

## 11 SEZNAM TABULEK

<b>Tab. 1</b> Hodnoty přídržnosti povrchu pro DTD (Hrázský a Král, 2007).....	18
<b>Tab. 2</b> Skupina namáhání lepení podle ČSN EN 204: Klasifikace termoplastických lepidel na dřevo pro nekonstrukční aplikace, 2002. ....	25
<b>Tab. 3</b> Údaje pro zpracování PVAc lepidel při dýchování (Nutsch a kol, 2006) .....	28
<b>Tab. 4</b> Technologické podmínky a faktory technologické operace dýchování (Trávník, 2005) .....	30
<b>Tab. 5</b> Parametry laboratorní sušárny Venticell 111 (BMT Web).....	46
<b>Tab. 6</b> Vyhodnocovací stupnice pro množství <i>m</i> projevů defektu (ČSN 91 0272) .....	55
<b>Tab. 7</b> Vyhodnocení stupnice pro velikost výskytu defektů <i>g</i> (ČSN 91 0272).....	55
<b>Tab. 8</b> Hodnocení stupně lesku (ČSN 91 0102).....	56
<b>Tab. 9</b> Klasifikace výsledků mřížkové zkoušky (ČSN EN ISO 2409) .....	59
<b>Tab. 10</b> Popis číselného klasifikačního kódu (ČSN EN 12721+A1, ČSN EN 12722+A1) .....	60
<b>Tab. 11</b> Popis číselného klasifikačního kódu (ČSN EN 12720+A1).....	62
<b>Tab. 12</b> Podmínky dýchování jednotlivých zkušebních vzorků (Vlastní práce) .....	63
<b>Tab. 13</b> Popisná statistika – přídržnost povrchu odtahem (Vlastní práce).....	64
<b>Tab. 14</b> Jednofaktorová ANOVA – přídržnost povrchu odtahem (Vlastní práce) .....	64
<b>Tab. 15</b> Tukeyův HSD test homogenních skupin pro přídržnost povrchu odtahem (Vlastní práce) .....	65
<b>Tab. 16</b> Popisná statistika – obsah sušiny (Vlastní práce) .....	67
<b>Tab. 17</b> Jednofaktorová ANOVA – obsah sušiny (Vlastní práce).....	67
<b>Tab. 18</b> Tukeyův HSD test homogenních skupin pro obsah sušiny (Vlastní práce).....	68
<b>Tab. 19</b> Popisná statistika – kondenzační doba při teplotě 70 °C (Vlastní práce) .....	69
<b>Tab. 20</b> Jednofaktorová ANOVA – kondenzační doba při teplotě 70 °C (Vlastní práce) .....	69
<b>Tab. 21</b> Tukeyův HSD test homogenních skupin pro kondenzační dobu při teplotě 70 °C (Vlastní práce).....	70
<b>Tab. 22</b> Popisná statistika – kondenzační doba při teplotě 100 °C (Vlastní práce) .....	71
<b>Tab. 23</b> Jednofaktorová ANOVA – kondenzační doba při teplotě 100 °C (Vlastní práce) .....	71

<b>Tab. 24</b> Tukeyův HSD test homogenních skupin pro kondenzační dobu při teplotě 100 °C (Vlastní práce).....	72
<b>Tab. 25</b> Navážky vodou ředitelné NH VŘ EMJ 1157-0010 (Vlastní práce) .....	73
<b>Tab. 26</b> Navážky akrylátové polyuretanové rozpouštědlové NH PURCRYL SM 3150-0005 (Vlastní práce) .....	73
<b>Tab. 27</b> Vzhledové vlastnosti u vodou ředitelné NH VŘ EMJ 1157-0010 (Vlastní práce) .....	74
<b>Tab. 28</b> Vzhledové vlastnosti u akrylátové polyuretanové rozpouštědlové NH PURCRYL SM 3150-0005 (Vlastní práce) .....	74
<b>Tab. 29</b> Lesk vodou ředitelné NH VŘ EMJ 1157-0010 (Vlastní práce).....	75
<b>Tab. 30</b> Lesk akrylátové polyuretanové rozpouštědlové NH PURCRYL SM 3150-0005 (Vlastní práce).....	76
<b>Tab. 31</b> Povrchová tvrdost nátěru vodou ředitelné NH VŘ EMJ 1157-0010 (Vlastní práce) .....	76
<b>Tab. 32</b> Povrchová tvrdost nátěru akrylátové polyuretanové rozpouštědlové NH PURCRYL SM 3150-0005 (Vlastní práce) .....	77
<b>Tab. 33</b> Tvrdost nátěru vodou ředitelné NH VŘ EMJ 1157-0010 (Vlastní práce) .....	77
<b>Tab. 34</b> Tvrdost nátěru akrylátové polyuretanové rozpouštědlové NH PURCRYL SM 3150-0005 (Vlastní práce) .....	78
<b>Tab. 35</b> Odolnost nátěru vodou ředitelné NH VŘ EMJ 1157-0010 proti působení suchého a vlhkého tepla (Vlastní práce) .....	79
<b>Tab. 36</b> Odolnost nátěru akrylátové polyuretanové rozpouštědlové NH PURCRYL SM 3150-0005 proti působení suchého a vlhkého tepla (Vlastní práce).....	79
<b>Tab. 37</b> Odolnost nátěru vodou ředitelné NH VŘ EMJ 1157-0010 proti působení studených kapalin (Vlastní práce).....	80
<b>Tab. 38</b> Odolnost nátěru akrylátové polyuretanové rozpouštědlové NH PURCRYL SM 3150-0005 proti působení studených kapalin (Vlastní práce) .....	80

## 12 SEZNAM OBRÁZKŮ

<b>Obr. 1</b> Emise VOC UF lepidla KRONOCOL U 300 (Čech, 2008).....	27
<b>Obr. 2</b> Technologický model technologické operace dýchování (Trávník, 2005) .....	29
<b>Obr. 3</b> TVOC emitované různými druhy nátěrových hmot při stříkání (Čech, 2007)..	37
<b>Obr. 4</b> Statistické vyhodnocení přídržnosti povrchu odtahem (Vlastní práce).....	65
<b>Obr. 5</b> Obsah sušiny ověřovaných lepidel (Vlastní práce) .....	66
<b>Obr. 6</b> Statistické vyhodnocení obsahu sušiny (Vlastní práce).....	68
<b>Obr. 7</b> Statistické vyhodnocení kondenzační doby při teplotě 70 °C (Vlastní práce) ..	70
<b>Obr. 8</b> Statistické vyhodnocení kondenzační doby při teplotě 100 °C (Vlastní práce)	72

## 13 SEZNAM PŘÍLOH

<b>Příloha č. 1</b> Přehled výsledků zkoušky přídržnosti povrchu odtahem (Vlastní práce) ..	97
<b>Příloha č. 2</b> Stanovení hmotnostního podílu netěkavých látek ověřovaných lepidel (Vlastní práce).....	99
<b>Příloha č. 3</b> Kondenzační doba ověřovaných lepidel při teplotě 70 °C (Vlastní práce) .....	100
<b>Příloha č. 4</b> Kondenzační doba ověřovaných lepidel při teplotě 100 °C (Vlastní práce) .....	101
<b>Příloha č. 5</b> Lesk podél vláken vodou ředitelné NH VŘ EMJ 1157-0010 (Vlastní práce) .....	102
<b>Příloha č. 6</b> Lesk napříč vláken vodou ředitelné NH VŘ EMJ 1157-0010 (Vlastní práce) .....	103
<b>Příloha č. 7</b> Lesk podél vláken akrylátové polyuretanové rozpouštědlové NH PURCRYL SM 3150-0005 (Vlastní práce) .....	104
<b>Příloha č. 8</b> Lesk napříč vláken akrylátové polyuretanové rozpouštědlové NH PURCRYL SM 3150-0005 (Vlastní práce).....	105
<b>Příloha č. 9</b> Naměřené a převedené hodnoty při stanovování povrchové tvrdosti mikrotvrdoměrem Buchholz v podélném a příčném směru u vodou ředitelného nátěrového systému tvořeného NH VŘ EMJ 1157-0010 (Vlastní práce) .....	106
<b>Příloha č. 10</b> Naměřené a převedené hodnoty při stanovování povrchové tvrdosti mikrotvrdoměrem Buchholz v podélném a příčném směru u akrylátového polyuretanového rozpouštědlového nátěrového systému tvořeného NH PURCRYL SM 3150-0005 (Vlastní práce) .....	107
<b>Příloha č. 11</b> Technický list VINALEP 836 .....	108
<b>Příloha č. 12</b> Technická příručka KRONOCOL U 300 .....	109
<b>Příloha č. 13</b> Technický list výrobku KRONOCOL MUP 125 .....	110



**Příloha č. 1** Přehled výsledků zkoušky přídržnosti povrchu odtahem (Vlastní práce)

Vzorek	Lepidlo	Síla potřebná k porušení [MPa]	Místo porušení
1	PVAc VINALEP 836	0,4	v DTD
		0,96	v DTD
		0,73	v DTD
		0,48	v DTD
		0,85	v DTD
2	PVAc VINALEP 836	0,75	v DTD
		0,75	v DTD
		0,5	v DTD
		1,03	v DTD
		0,72	v DTD
3	PVAc VINALEP 836	0,68	v DTD
		0,57	v DTD
		0,26	v DTD
		1,48	v DTD
		0,78	v DTD
4	PVAc VINALEP 836	0,89	v DTD
		1,11	v DTD
		1,17	v DTD
		0,61	v DTD
		1,06	v DTD
5	Kronocol U 300	0,5	v DTD
		0,68	v DTD
		0,76	v DTD
		1,1	v DTD
		0,96	v DTD
6	Kronocol U 300	1,01	v DTD
		1,03	v DTD
		0,61	v DTD
		0,64	v DTD
		0,41	v DTD
7	Kronocol MUP 125	0,84	v DTD
		0,92	v DTD
		0,9	v DTD
		0,71	v DTD
		0,61	v DTD
8	Kronocol MUP 125	0,82	v DTD
		0,82	v DTD
		1,1	v DTD
		1,06	v DTD
		0,64	v DTD
9	60 % Kronocol U 300 + 40 % PVAc	1,06	v DTD
		0,43	v DTD
		0,96	v DTD
		0,96	v DTD
		0,36	v DTD
10	60 % Kronocol U 300 + 40 % PVAc	0,38	v DTD
		0,96	v DTD
		0,64	v DTD
		0,64	v DTD
		1,04	v DTD

<b>11</b>	<b>60 % Kronocol MUP 125 + 40 % PVAc</b>	0,78	v DTD
		0,89	v DTD
		1,06	v DTD
		0,78	v DTD
		0,57	v DTD
<b>12</b>	<b>60 % Kronocol MUP 125 + 40 % PVAc</b>	1,03	v DTD
		0,73	v DTD
		0,89	v DTD
		0,57	v DTD
		0,99	v DTD
<b>13</b>	<b>75 % Kronocol U 300 + 25 % PVAc</b>	0,75	v DTD
		0,78	v DTD
		0,83	v DTD
		1,38	v DTD
		0,99	v DTD
<b>14</b>	<b>75 % Kronocol U 300 + 25 % PVAc</b>	0,5	v DTD
		0,71	v DTD
		0,64	v DTD
		0,85	v DTD
		0,76	v DTD
<b>15</b>	<b>75 % Kronocol MUP 125 + 25 % PVAc</b>	0,61	v DTD
		0,92	v DTD
		0,82	v DTD
		1,1	v DTD
		0,57	v DTD
<b>16</b>	<b>75 % Kronocol MUP 125 + 25 % PVAc</b>	0,47	v DTD
		0,89	v DTD
		0,64	v DTD
		0,82	v DTD
		1,2	v DTD
<b>17</b>	<b>85 % Kronocol U 300 + 15 % PVAc</b>	0,5	v DTD
		0,78	v DTD
		0,64	v DTD
		0,92	v DTD
		0,47	v DTD
<b>18</b>	<b>85 % Kronocol U 300 + 15 % PVAc</b>	1,29	v DTD
		0,61	v DTD
		0,71	v DTD
		0,47	v DTD
		1,03	v DTD
<b>19</b>	<b>85 % Kronocol MUP 125 + 15 % PVAc</b>	1,27	v DTD
		0,99	v DTD
		1,24	v DTD
		1,31	v DTD
		0,85	v DTD
<b>20</b>	<b>85 % Kronocol MUP 125 + 15 % PVAc</b>	1,2	v DTD
		0,69	v DTD
		1,04	v DTD
		1,06	v DTD
		0,92	v DTD

**Příloha č. 2 Stanovení hmotnostního podílu netěkavých látek ověřovaných lepidel (Vlastní práce)**

Vzorek	Lepidlo	Hmotnost prázdné misky [g]	Hmotnost misky se zkušebním vzorkem [g]	Hmotnost misky se zbytkem [g]	Obsah sušiny [%]	Průměrný obsah sušiny [%]
1	PVAc VINALEP 836	24,2	25,2	24,7	52,4	53,1
2	PVAc VINALEP 836	23,4	24,4	23,9	53,4	
3	PVAc VINALEP 836	25,8	26,9	26,4	53,6	
4	Kronocol U 300	23,4	24,4	24,1	63,7	64,7
5	Kronocol U 300	25,3	26,2	25,9	65,3	
6	Kronocol U 300	23,9	25,0	24,6	65,1	
7	Kronocol MUP 125	23,5	24,5	24,1	64,8	65,2
8	Kronocol MUP 125	24,9	26,0	25,6	64,7	
9	Kronocol MUP 125	24,6	25,6	25,2	66,0	
10	60 % Kronocol U 300 + 40 % PVAc	24,0	25,1	24,6	59,6	59,6
11	60 % Kronocol U 300 + 40 % PVAc	24,1	25,1	24,7	59,8	
12	60 % Kronocol U 300 + 40 % PVAc	23,4	24,4	24,0	59,4	
13	60 % Kronocol MUP 125 + 40 % PVAc	23,3	24,3	23,9	58,4	58,5
14	60 % Kronocol MUP 125 + 40 % PVAc	23,2	24,3	23,8	58,3	
15	60 % Kronocol MUP 125 + 40 % PVAc	24,1	25,2	24,7	58,9	
16	75 % Kronocol U 300 + 25 % PVAc	22,9	24,0	23,6	62,3	62,0
17	75 % Kronocol U 300 + 25 % PVAc	23,6	24,6	24,2	62,0	
18	75 % Kronocol U 300 + 25 % PVAc	23,2	24,2	23,8	61,6	
19	75 % Kronocol MUP 125 + 25 % PVAc	23,8	24,8	24,4	62,7	63,6
20	75 % Kronocol MUP 125 + 25 % PVAc	23,5	24,6	24,2	65,7	
21	75 % Kronocol MUP 125 + 25 % PVAc	23,5	24,4	24,1	62,2	
22	85 % Kronocol U 300 + 15 % PVAc	23,8	24,7	24,4	66,0	65,4
23	85 % Kronocol U 300 + 15 % PVAc	23,8	24,9	24,5	64,8	
24	85 % Kronocol U 300 + 15 % PVAc	24,0	25,1	24,7	65,5	
25	85 % Kronocol MUP 125 + 15 % PVAc	23,6	24,5	24,2	66,0	64,8
26	85 % Kronocol MUP 125 + 15 % PVAc	24,9	25,9	25,5	63,3	
27	85 % Kronocol MUP 125 + 15 % PVAc	25,0	26,1	25,7	65,1	

**Příloha č. 3** Kondenzační doba ověřovaných lepidel při teplotě 70 °C (Vlastní práce)

<b>Vzorek</b>	<b>Lepidlo</b>	<b>Navážka vzorku pro 70 °C [g]</b>	<b>Kondenzační doba při 70 °C [s]</b>
1	<b>Kronocol U 300</b>	10,28	443
2	<b>Kronocol U 300</b>	10,12	449
3	<b>Kronocol U 300</b>	10,19	469
1	<b>Kronocol MUP 125</b>	10,25	422
2	<b>Kronocol MUP 125</b>	10,23	789
3	<b>Kronocol MUP 125</b>	10,24	422
1	<b>60 % Kronocol U 300 + 40 % PVAc</b>	10,33	743
2	<b>60 % Kronocol U 300 + 40 % PVAc</b>	10,25	592
3	<b>60 % Kronocol U 300 + 40 % PVAc</b>	10,28	737
1	<b>60 % Kronocol MUP 125 + 40 % PVAc</b>	10,30	402
2	<b>60 % Kronocol MUP 125 + 40 % PVAc</b>	10,24	419
3	<b>60 % Kronocol MUP 125 + 40 % PVAc</b>	10,26	396
1	<b>75 % Kronocol U 300 + 25 % PVAc</b>	10,27	511
2	<b>75 % Kronocol U 300 + 25 % PVAc</b>	10,32	481
3	<b>75 % Kronocol U 300 + 25 % PVAc</b>	10,29	539
1	<b>75 % Kronocol MUP 125 + 25 % PVAc</b>	10,31	373
2	<b>75 % Kronocol MUP 125 + 25 % PVAc</b>	10,31	389
3	<b>75 % Kronocol MUP 125 + 25 % PVAc</b>	10,25	378
1	<b>85 % Kronocol U 300 + 15 % PVAc</b>	10,37	537
2	<b>85 % Kronocol U 300 + 15 % PVAc</b>	10,23	527
3	<b>85 % Kronocol U 300 + 15 % PVAc</b>	10,33	482
1	<b>85 % Kronocol MUP 125 + 15 % PVAc</b>	10,25	412
2	<b>85 % Kronocol MUP 125 + 15 % PVAc</b>	10,27	387
3	<b>85 % Kronocol MUP 125 + 15 % PVAc</b>	10,33	409

**Příloha č. 4** Kondenzační doba ověřovaných lepidel při teplotě 100 °C (Vlastní práce)

<b>Vzorek</b>	<b>Lepidlo</b>	<b>Navážka vzorku pro 100 °C [g]</b>	<b>Kondenzační doba při 100 °C [s]</b>
1	<b>Kronocol U 300</b>	10,31	86
2	<b>Kronocol U 300</b>	10,24	78
3	<b>Kronocol U 300</b>	10,14	76
1	<b>Kronocol MUP 125</b>	10,32	97
2	<b>Kronocol MUP 125</b>	10,32	92
3	<b>Kronocol MUP 125</b>	10,32	87
1	<b>60 % Kronocol U 300 + 40 % PVAc</b>	10,31	104
2	<b>60 % Kronocol U 300 + 40 % PVAc</b>	10,34	108
3	<b>60 % Kronocol U 300 + 40 % PVAc</b>	10,33	101
1	<b>60 % Kronocol MUP 125 + 40 % PVAc</b>	10,25	99
2	<b>60 % Kronocol MUP 125 + 40 % PVAc</b>	10,26	101
3	<b>60 % Kronocol MUP 125 + 40 % PVAc</b>	10,27	94
1	<b>75 % Kronocol U 300 + 25 % PVAc</b>	10,33	87
2	<b>75 % Kronocol U 300 + 25 % PVAc</b>	10,33	92
3	<b>75 % Kronocol U 300 + 25 % PVAc</b>	10,28	94
1	<b>75 % Kronocol MUP 125 + 25 % PVAc</b>	10,29	84
2	<b>75 % Kronocol MUP 125 + 25 % PVAc</b>	10,35	92
3	<b>75 % Kronocol MUP 125 + 25 % PVAc</b>	10,34	91
1	<b>85 % Kronocol U 300 + 15 % PVAc</b>	10,28	86
2	<b>85 % Kronocol U 300 + 15 % PVAc</b>	10,38	78
3	<b>85 % Kronocol U 300 + 15 % PVAc</b>	10,35	89
1	<b>85 % Kronocol MUP 125 + 15 % PVAc</b>	10,28	94
2	<b>85 % Kronocol MUP 125 + 15 % PVAc</b>	10,27	89
3	<b>85 % Kronocol MUP 125 + 15 % PVAc</b>	10,28	91

**Příloha č. 5** Lesk podél vláken vodou ředitelné NH VŘ EMJ 1157-0010 (Vlastní práce)

VŘ NH		Hodnota měření					
Vzorek	Podél vláken	1	2	3	4	5	Průměr
1	20°	2,0	2,0	2,1	2,3	2,5	2,2
	60°	16,2	16,4	17,2	18,3	19,9	17,6
	85°	33,5	34,1	35,2	39,7	42,4	37,0
3	20°	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,3
	60°	16,6	17,9	18,4	19,3	19,3	18,3
	85°	37,7	38,2	40,5	40,9	41,8	39,8
5	20°	2,2	1,9	2,1	2,2	1,8	2,0
	60°	18,4	17,0	17,6	18,0	15,8	17,4
	85°	39,9	35,8	38,5	38,3	33,9	37,3
7	20°	2,5	2,5	2,0	2,0	1,9	2,2
	60°	19,5	19,3	16,4	17,0	16,8	17,8
	85°	42,0	41,1	36,9	35,7	37,5	38,6
9	20°	2,5	2,3	2,3	1,9	2,0	2,2
	60°	19,3	18,4	18,2	15,5	16,8	17,6
	85°	40,2	39,1	37,5	34,7	35,3	37,4
11	20°	2,6	2,4	2,3	2,1	2,0	2,3
	60°	20,1	18,8	18,6	16,9	16,9	18,3
	85°	43,2	41,1	40,4	35,8	37,3	39,6
13	20°	1,9	1,8	1,9	2,1	1,8	1,9
	60°	16,0	15,7	16,2	17,8	16,4	16,4
	85°	34,6	34,3	34,3	37,7	36,6	35,5
15	20°	2,2	2,3	2,1	1,9	1,8	2,1
	60°	18,7	18,9	17,5	16,5	15,7	17,5
	85°	41,1	41,3	36,5	35,7	34,3	37,8
17	20°	2,4	2,3	2,5	2,1	1,9	2,2
	60°	19,1	18,9	21,1	17,7	16,0	18,6
	85°	41,9	44,5	47,3	39,6	37,7	42,2
19	20°	2,1	2,1	2,0	2,2	2,3	2,1
	60°	17,2	17,4	17,2	18,0	19,3	17,8
	85°	37,6	38,0	37,8	41,1	42,2	39,3

**Příloha č. 6** Lesk napříč vláken vodou ředitelné NH VŘ EMJ 1157-0010 (Vlastní práce)

VŘ NH		Hodnota měření					
Vzorek	Napříč vláken	1	2	3	4	5	Průměr
<b>1</b>	20°	2,1	1,9	2,1	1,9	2,0	<b>2,0</b>
	60°	15,3	14,4	15,7	14,4	14,5	<b>14,9</b>
	85°	27,7	24,7	27,7	26,3	25,3	<b>26,3</b>
<b>3</b>	20°	2,1	2,0	2,2	2,0	2,0	<b>2,1</b>
	60°	15,7	15,0	16,6	15,1	15,0	<b>15,5</b>
	85°	28,7	27,3	31,4	27,9	27,7	<b>28,6</b>
<b>5</b>	20°	2,1	2,1	2,0	1,8	1,8	<b>2,0</b>
	60°	16,3	16,1	15,0	13,9	13,5	<b>15,0</b>
	85°	29,7	27,7	26,2	23,2	21,7	<b>25,7</b>
<b>7</b>	20°	2,1	2,5	1,9	2,3	1,9	<b>2,1</b>
	60°	15,7	18,0	14,9	16,5	14,0	<b>15,8</b>
	85°	28,9	33,5	27,8	30,8	24,3	<b>29,1</b>
<b>9</b>	20°	2,1	2,3	2,0	2,3	2,0	<b>2,1</b>
	60°	14,9	16,3	14,9	15,9	14,8	<b>15,4</b>
	85°	26,0	27,2	26,0	27,0	25,1	<b>26,3</b>
<b>11</b>	20°	2,3	2,4	2,2	2,6	2,3	<b>2,4</b>
	60°	16,4	16,9	16,4	18,6	16,5	<b>17,0</b>
	85°	27,6	31,6	28,1	33,7	30,5	<b>30,3</b>
<b>13</b>	20°	1,9	1,8	1,9	2,0	1,6	<b>1,8</b>
	60°	14,5	14,0	14,8	14,9	12,2	<b>14,1</b>
	85°	24,3	25,0	26,2	26,0	20,0	<b>24,3</b>
<b>15</b>	20°	2,1	2,0	2,2	2,1	2,1	<b>2,1</b>
	60°	15,6	15,2	16,4	15,8	15,3	<b>15,7</b>
	85°	28,3	26,8	28,4	27,9	25,8	<b>27,4</b>
<b>17</b>	20°	2,2	2,3	2,1	2,0	2,2	<b>2,2</b>
	60°	16,7	17,7	16,0	15,5	16,3	<b>16,4</b>
	85°	31,9	34,0	30,1	29,1	29,5	<b>30,9</b>
<b>19</b>	20°	2,1	2,1	2,0	2,1	1,9	<b>2,0</b>
	60°	16,0	15,9	15,8	15,6	14,7	<b>15,6</b>
	85°	29,8	29,8	29,6	28,0	26,6	<b>28,8</b>

**Příloha č. 7** Lesk podél vláken akrylátové polyuretanové rozpouštědlové NH  
PURCRYL SM 3150-0005 (Vlastní práce)

NH PURCRYL		Hodnota měření					
Vzorek	Podél vláken	1	2	3	4	5	Průměr
2	20°	2,1	2,1	2,4	2,2	2,0	2,2
	60°	16,9	17,4	18,7	17,8	16,9	17,5
	85°	38,4	39,0	42,9	40,9	39,2	40,1
4	20°	1,9	2,0	2,1	1,7	1,7	1,9
	60°	15,5	16,3	17,4	14,5	14,5	15,6
	85°	36,5	36,9	38,6	32,9	33,4	35,7
6	20°	1,3	1,7	1,7	1,7	1,6	1,6
	60°	11,2	14,5	14,9	14,3	13,8	13,7
	85°	27,3	32,1	32,7	32,5	33,5	31,6
8	20°	1,3	1,5	1,3	1,9	1,8	1,6
	60°	11,1	13,1	11,5	15,2	15,6	13,3
	85°	28,1	33,1	28,3	34,7	37,3	32,3
10	20°	2,0	2,1	2,0	2,0	1,8	2,0
	60°	16,7	17,2	16,4	16,5	15,5	16,5
	85°	37,3	39,1	36,3	37,4	36,9	37,4
12	20°	1,7	1,9	1,6	1,7	1,9	1,8
	60°	14,5	16,4	13,5	14,4	15,8	14,9
	85°	33,5	36,9	32,2	31,9	36,0	34,1
14	20°	1,4	1,7	1,6	1,1	1,7	1,5
	60°	13,1	15,7	14,4	8,8	15,1	13,4
	85°	32,1	37,3	34,6	21,0	35,5	32,1
16	20°	1,8	2,1	1,5	1,9	2,1	1,9
	60°	15,7	17,2	13,4	16,6	16,9	16,0
	85°	38,5	41,7	33,3	39,7	42,5	39,1
18	20°	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
	60°	13,6	13,7	13,7	13,6	13,6	13,6
	85°	32,5	33,7	33,3	32,1	33,7	33,1
20	20°	1,7	2,1	1,9	1,9	1,7	1,9
	60°	15,7	17,9	16,1	16,1	15,2	16,2
	85°	40,0	44,2	39,5	38,7	37,8	40,0



**Příloha č. 8** Lesk napříč vláken akrylátové polyuretanové rozpouštědlové NH  
PURCRYL SM 3150-0005 (Vlastní práce)

NH PURCRYL		Hodnota měření					
Vzorek	Napříč vláken	1	2	3	4	5	Průměr
2	20°	2,3	1,9	2,3	2,1	2,1	2,1
	60°	16,0	14,6	16,3	15,4	15,6	15,6
	85°	30,7	28,2	29,6	29,2	29,6	29,5
4	20°	2,1	1,7	2,0	2,0	2,1	2,0
	60°	14,9	12,6	14,6	14,9	14,9	14,4
	85°	25,8	21,0	27,3	25,9	26,5	25,3
6	20°	1,6	1,4	1,7	1,5	1,7	1,6
	60°	12,1	11,0	12,5	11,1	12,8	11,9
	85°	21,6	19,3	22,9	18,9	22,4	21,0
8	20°	1,5	1,1	1,7	1,5	1,4	1,4
	60°	11,6	7,6	12,8	10,8	10,7	10,7
	85°	21,5	13,8	23,0	18,3	18,6	19,0
10	20°	2,2	1,9	2,1	2,0	2,0	2,0
	60°	15,8	14,1	15,4	14,9	14,9	15,0
	85°	27,5	26,7	26,7	26,3	27,1	26,9
12	20°	1,8	2,0	1,7	1,7	1,8	1,8
	60°	13,7	14,4	12,2	11,9	12,7	13,0
	85°	25,0	25,8	19,4	19,3	20,9	22,1
14	20°	1,7	1,8	1,7	1,5	1,5	1,6
	60°	13,0	13,6	13,1	12,1	11,9	12,7
	85°	22,8	23,8	23,2	21,2	21,5	22,5
16	20°	2,1	1,9	1,8	1,9	2,1	2,0
	60°	16,9	14,4	13,7	14,1	15,5	14,9
	85°	42,5	27,6	25,2	24,8	30,2	30,1
18	20°	1,5	1,7	1,4	1,6	1,4	1,5
	60°	11,3	12,7	10,7	12,3	10,9	11,6
	85°	18,6	20,0	19,0	20,8	18,6	19,4
20	20°	1,8	1,9	2,0	1,9	1,9	1,9
	60°	13,3	14,4	15,0	14,0	14,5	14,2
	85°	25,2	27,5	27,2	26,5	27,6	26,8

**Příloha č. 9** Naměřené a převedené hodnoty při stanovování povrchové tvrdosti mikrotvrdoměrem Buchholz v podélném a příčném směru u vodou ředitelného nátěrového systému tvořeného NH VŘ EMJ 1157-0010 (Vlastní práce)

Vzorek	Směr	Měření 1 [μm]	Měření 1 [Buchholz]	Měření 2 [μm]	Měření 2 [Buchholz]	Měření 3 [μm]	Měření 3 [Buchholz]	Průměr [μm]	Průměr [Buchholz]
<b>1</b>	∥	20	64	22	62	24	59	<b>22</b>	<b>62</b>
	⊥	16	71	14	77	14	77	<b>15</b>	<b>74</b>
<b>3</b>	∥	15	74	13	80	16	71	<b>15</b>	<b>74</b>
	⊥	14	77	12	83	14	77	<b>13</b>	<b>80</b>
<b>5</b>	∥	16	71	11	87	14	77	<b>14</b>	<b>77</b>
	⊥	11	87	12	83	11	87	<b>11</b>	<b>87</b>
<b>7</b>	∥	13	80	14	77	13	80	<b>13</b>	<b>80</b>
	⊥	12	83	11	87	12	83	<b>12</b>	<b>83</b>
<b>9</b>	∥	16	70	17	69	22	62	<b>18</b>	<b>67</b>
	⊥	13	80	14	77	12	83	<b>13</b>	<b>80</b>
<b>11</b>	∥	15	74	17	69	15	74	<b>16</b>	<b>71</b>
	⊥	13	80	14	77	12	83	<b>13</b>	<b>80</b>
<b>13</b>	∥	16	71	17	69	19	66	<b>17</b>	<b>69</b>
	⊥	15	74	16	71	14	77	<b>15</b>	<b>74</b>
<b>15</b>	∥	14	77	13	80	10	91	<b>12</b>	<b>83</b>
	⊥	13	80	13	80	14	77	<b>13</b>	<b>80</b>
<b>17</b>	∥	19	66	17	69	17	69	<b>18</b>	<b>67</b>
	⊥	13	80	15	74	15	74	<b>14</b>	<b>77</b>
<b>19</b>	∥	15	74	12	83	13	80	<b>13</b>	<b>80</b>
	⊥	10	91	11	87	12	83	<b>11</b>	<b>87</b>

**Příloha č. 10** Naměřené a převedené hodnoty při stanovování povrchové tvrdosti mikrotvrdoměrem Buchholz v podélném a příčném směru u akrylátového polyuretanového rozpouštědlového nátěrového systému tvořeného NH PURCRYL SM 3150-0005 (Vlastní práce)

Vzorek	Směr	Měření 1 [μm]	Měření 1 [Buchholz]	Měření 2 [μm]	Měření 2 [Buchholz]	Měření 3 [μm]	Měření 3 [Buchholz]	Průměr [μm]	Průměr [Buchholz]
2	∥	11	87	12	83	13	80	12	83
	⊥	10	91	11	87	12	83	11	87
4	∥	12	83	13	80	15	74	13	80
	⊥	12	83	12	83	12	83	12	83
6	∥	10	91	9	95	10	91	10	91
	⊥	9	95	9	95	9	95	9	95
8	∥	11	87	9	95	9	95	10	91
	⊥	10	91	10	91	10	91	10	91
10	∥	10	91	12	83	11	87	11	87
	⊥	12	83	10	91	10	91	11	87
12	∥	12	83	11	87	12	83	12	83
	⊥	10	91	10	91	12	83	11	87
14	∥	11	87	13	80	10	91	11	87
	⊥	11	87	10	91	9	95	10	91
16	∥	10	91	11	87	13	80	11	87
	⊥	10	91	9	95	10	91	10	91
18	∥	15	74	12	83	12	83	13	80
	⊥	11	87	10	91	11	87	11	87
20	∥	14	77	13	80	13	80	13	80
	⊥	10	91	9	95	9	95	9	95

## Příloha č. 11 Technický list VINALEP 836

Technický list č. T53513

### VINALEP 836



profesionální disperzní PVAc lepidlo na vodovzdorné lepení dřeva EN 204/D3  
v kombinaci se zesťujícím prostředkem LEABOND WBN – vodovzdornost EN 204/D4

Vodné disperzní lepidlo složené z polyvinylacetátové disperze, aditiv a konzervačního prostředku.  
Je připraveno k použití. Nemí být klasifikováno jako nebezpečný přípravek.

#### TECHNICKÉ ÚDAJE (typické hodnoty):

Viskozita Brookfield vř. 6/30 ot. (ISO R2555)	9.000 – 14.000 mPas
pH (ISO 1148)	4,5-5,0
Sušina (ISO 1625)	49-51 %
Množství nanášeného lepidla	cca 130-200 g/m <sup>2</sup>
Otevřená doba (buk, při 23 °C/50 %rel.vlh., 100 g/m <sup>2</sup> )	5-7 min.
Vlhkost lepeného dřeva	6-12 %
Vodovzdornost spoje bez tužidla	dle ČSN EN 204 / D3
Vodovzdornost spoje s tužidlem LEABOND WBN (20:1)	dle ČSN EN 204 / D4

#### OBLAST POUŽITÍ:

VINALEP 836 se používá jako disperzní lepidlo pro lepení dřeva, splňující kategorii D3 normy ČSN EN 204.  
Slepený spoj odolává dlouhodobému působení zvýšené vlhkosti nebo krátkodobému působení tekoucí vody.  
Ve směsi s tužidlem LEABOND WBN se vodovzdornost zvyšuje na kategorii D4, vyhovující pro výrobu eurohranolů  
a pro exteriérové aplikace.

#### NÁVOD K POUŽITÍ:

Vyzrálé dřevo, vysušené na předepsanou vlhkost, je opatřeno lepidlem ve vhodném nánosu (nutno prakticky ověřit) a během otevřené doby lepidla jsou lepené plochy zalisovány ve svorkách nebo lisu.

Před použitím lepidlo řádně promíchat. Nanášíme ho ručně nebo strojně, stejnoměrně, jednostranně na dobře připravený povrch (hladký, suchý, zbavený prachu, mastnot a ostatních nečistot). K lepšímu vsakování lepidla do dřeva, zvláště pak u čepových konstrukcí doporučujeme oboustranný nános lepidla.

Tlaky při stlačení jsou od 0,2 do 0,6 N/mm<sup>2</sup> u měkkého dřeva a od 0,5 do 1,2 N/mm<sup>2</sup> u tvrdého dřeva.  
Doba stlačení závisí na teplotě okolí, lepidla a lepených předmětů, vlhkosti a typu dřeva, tlaku při stlačování a naneseném množství lepidla. Obvykle se pohybuje od 15 do 60 min. (při 20 °C), u silně zatížených spojů z tvrdého dřeva až 120 min. Opracování spojů je možné již po vyjmutí z lisu, plná manipulační pevnost nastupuje po 24 hodinách od slepení. Minimální pracovní teplota je +15 °C.

Při lepení směsí s tužidlem LEABOND WBN (pro dosažení vodovzdornosti D4) respektujte životnost směsi 4 - max. 8 hodin. Životnost směsi se se vzrůstající teplotou zkracuje.

#### UPOZORNĚNÍ:

Lepidlo není látkou toxickou a hořlavou ve smyslu příslušných předpisů. Pouze přecitlivělé jedince může místně dráždit na pokožce po dlouhodobém kontaktu. Při práci s lepidlem dodržujte obecně platné hygienické návyky (nejíst, nepít, nekouřit), používejte pracovní gumové nebo kožené rukavice. Prázdné obaly nebo obaly se zaschlými zbytky lepidla jsou obyčejným odpadem podle zákona 185/2001Sb. Likvidujte spálením, nebo uložením na povolených skládkách. Nezaschlé lepidlo je nebezpečný odpad a musí jej likvidovat specializovaná firma.

#### PRVNÍ POMOC:

- při vniknutí do oka vypláchnout proudem čisté vody
- při náhodném požití vypít asi 0,5l studené vody, nevyvolávat zvracení a přivolat lékařskou pomoc
- při zasažení pokožky odstranit znečištění oděv, pokožku umýt vlažnou vodou a mýdlem, suchou pak ošetřit reparačním krémem

str. 1 ze 2

... umění spojovat ...

Výrobce: STACHEMA CZ s.r.o.  
Divize Průmyslová lepidla  
Pod sídlištěm 3, 636 00 Brno  
tel.: 548 216 531  
www.stachema.cz

## Příloha č. 12 Technická příručka KRONOCOL U 300

# KRONOCOL

DUKOL Ostrava, s.r.o. Chemická str., Ostrava Tel.: 59 664 3540 Fax: 59 664 3542 e-mail: ppastrnak@dukol.cz	<b>KRONOCOL U 300</b>			
	URČENÍ:	VYDÁNÍ:	DATUM:	STRANA
	AQ	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*
	max. s	240
zpracovatelská	max. s	7,5 - 8,7
pH	-	80
Doba želatinace při 100 °C	max. s	2 : 3
Mísitelnost s vodou při 20 °C	min.	

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 přídavkem 15%-ního roztoku tužidla NH<sub>4</sub>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 NH<sub>4</sub>Cl (v poměru 10 : 1) je min. 12 h.

KRONOCOL U 300 je používán v dřevozpracujícím průmyslu k lepení za tepla, zejména k olepování aglomerovaných materiálů, nalepování termoseťických 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 plní 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.

## Příloha č. 13 Technický list výrobku KRONOCOL MUP 125

# KRONOCOL

DUKOL Ostrava, s.r.o. Chemická str., Ostrava Tel.: 59 664 3540 Fax: 59 664 3542 e-mail: <a href="mailto:ppastrnak@dukol.cz">ppastrnak@dukol.cz</a>	<b>KRONOCOL MU 125</b>			
	FUNCTION:	REVISION:	DATE:	PAGE
	AQ	2	3.2.2012	1/1

### Technický list výrobku

#### Všeobecně

KRONOCOL MU 125 je melamin-močovinoformaldehydová pryskyřice v tekuté formě. Je to bezbarvá mléčně zakalená, viskózní kapalina, charakteristického zápachu po formaldehydu. KRONOCOL MU 125 je používán pro konstrukční lepení za zvýšené teploty za splnění požadavku třídy lepení 1, 2 a 3 dle normy EN 314-2.

#### Vlastnosti

Hlavní jakostní parametry lepidla KRONOCOL MU 125:

Obsah sušiny	hm. %	63 - 65
Konzistence (20 °C / 4 mm)	s	50 - 100
pH	-	9.5 - 10.5
Doba želatinace při 100 °C	max. s	100
Obsah volného formaldehydu	max. hm %	0.2

*Pozn:*

- 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 70 s.
- Znaku jakosti "Konzistence 20 °C/4 mm" v rozmezí 50 až 100 s, odpovídá dynamická viskozita v rozmezí 300 až 600 mPa.s.
- Životnost směsi s 15%-ním roztokem tužidla  $\text{NH}_4\text{Cl}$  (v poměru 10 : 1) je min. 4 h.

KRONOCOL MU 125 je používán v dřevozpracujícím průmyslu k lepení za tepla, zejména k výrobě materiálů se zvýšenou odolností vlhkosti. Zejména k olepování aglomerovaných materiálů, nalepování termosetických fólií, dýchování a k výrobě překližek. Je používán v kombinaci s tužidlem za zvýšené teploty.

#### Skladování a balení

KRONOCOL MU 125 se plní 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 4-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.

Údaje, informace a doporučení k výrobku byly zpracovány k informačním účelům. Kronochem nezodpovídá za výsledky získané pouze na základě zde uvedených údajů, ani za možné porušení patentových práv na základě zde získaných parametrů.