

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská
Katedra dřevěných výrobků a konstrukcí

**Testovací metody a normy na nátěrové systémy – přehled a výsledky
testování**

Bakalářská práce

Autor: Irena Štěřbová
Vedoucí práce: Ing. Miloš Pánek, Ph.D.

2016

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Irena Štěrbová

Dřevařství

Název práce

Testovací metody a normy na nátěrové systémy – přehled a výsledky testování

Název anglicky

Testing methods and EN standards for coatings systems – review and results of testing

Cíle práce

Vyhodnotit a popsat metody a možnosti testování nátěrových systémů na dřevo. Udělat literární rešerši na dané téma a na jejím základě a na základě výsledků vědeckých prací vyhodnotit a doporučit nejúčinnější nátěrové systémy na dřevo.

Metodika

Cílem práce je přehledně zpracovat normy používané na testování nátěrů na dřevě a vytvořit přehled vědeckých prací zaměřených na dané téma. Na základě získaného přehledu vyvodit závěry o možnostech zkvalitnění povrchových úprav, nejmodernějších trendech a možném budoucím vývoji v dané oblasti výzkumu a praxe.

Doporučený rozsah práce

40-50 s.

Klíčová slova

dřevo, nátěry, testování

Doporučené zdroje informací

Pánek, M. (2015): Nátěry na dřevo a jejich testování, FLD-CZU v Praze, 1. Vydání, 111 s. ISBN 978-80-213-2548-7

Ružinská, E. (2005): Plasty a náterové látky v dřevárském průmysle. Vydavatelstvo TU vo Zvolene. 166 s.

Tesařová, D., Chladil, J., Čech, P., Tobiášová, K. (2010): Ekologické povrchové úpravy. Monografie. MZLU Brno, 126 s. ISBN 978-80-7375-388-7

Zahraniční literární zdroje z databází Web of Science a Scopus

Předběžný termín obhajoby

2015/16 LS – FLD

Vedoucí práce

Ing. Miloš Pánek, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra dřevěných výrobků a konstrukcí

Elektronicky schváleno dne 7. 1. 2016

doc. Ing. Martin Böhm, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 27. 1. 2016

prof. Ing. Marek Turčáni, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 05. 04. 2016

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Testovací metody a normy na nátěrové systémy – přehled a výsledky testování vypracovala samostatně pod vedením Ing. Miloše Pánka, Ph.D. a použila jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů. Jsem si vědoma, že zveřejněním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Katovicích dne 16.4.2016

Poděkování

Na tomto místě chci poděkovat Ing. Miloši Pánkovi, Ph.D. za jeho odborné vedení, cenné rady a především za ochotu, se kterou odpovídal na všechny mé dotazy.

ABSTRAKT

Předmětem bakalářské práce bylo vypracovat literární rešerši týkající se vyhodnocení metod zkoušení nátěrových systémů. Dále na základě analýzy vybraných vědeckých článků z portálu Web of Science vyhodnotit nejúčinnější nátěrový systém z hlediska čtyř charakteristik (tvrdost, přilnavost, lesk a změna barvy).

Podle výsledků z vybraných výzkumů obstál nejlépe polyuretanový nátěr a to ve všech zkoumaných charakteristikách. Po tomto nátěru vykazoval nejlepší výsledky (především v přilnavosti) syntetický nátěr na alkydové bázi. Nejhorší celkovou trvanlivost na základě rešeršních poznatků měl celulózový nátěr, konkrétně v lesku, barevných změnách a tvrdosti. Z hlediska přilnavosti získal nejhorší výsledek vodou ředitelný nátěr alkydový.

Klíčová slova: dřevo, nátěry, testování

The subject-matter of this bachelor thesis was to do the research concerning the evaluation of methods in testing the coating systems. Another aim was to evaluate, upon the analysis of the selected scientific articles from the Web of Science portal, the most effective coating system from the perspective of four characteristics (hardness, adhesion, gloss and colour change).

Upon the results of selected researches, the polyurethane coating was found to be the best in all of the examined characteristics. Then, the alkyd-based synthetic varnish gave the best results especially in adhesion. The knowledge from the research proves that the cellulosic coating has the worst results in overall durability, especially as far as the gloss, colour changes and hardness are concerned. From the adhesion viewpoint, the water-borne alkyd coating was the worst.

Key words: wood, coatings, testing

OBSAH

SEZNAM TABULEK, OBRÁZKŮ, GRAFŮ.....	9
ÚVOD.....	10
CÍLE PRÁCE	11
1. NÁTĚROVÉ HMOTY	12
1.1 DEFINICE NÁTĚROVÝCH HMOT	12
1.2 SLOŽKY NÁTĚROVÝCH HMOT	12
1.2.1 NEPRCHAVÉ SLOŽKY.....	12
1.2.2 PRCHAVÉ SLOŽKY.....	13
1.3 DĚLENÍ NÁTĚROVÝCH HMOT	14
1.3.1 PODLE VZHLEDU	14
1.3.2 PODLE SVÉ CHARAKTERISTIKY.....	15
1.3.3 PODLE PODMÍNEK VYTVRZOVÁNÍ.....	15
1.3.4 PODLE ZPŮSOBU VYTVRZOVÁNÍ.....	16
1.3.5 PODLE MÍSTA POUŽITÍ	16
1.3.6 PODLE POUŽITÍ A POŘADÍ V NÁTĚROVÉM SYSTÉMU	16
1.3.7 PODLE SKUPINOVÉHO OZNAČENÍ.....	17
1.4 TESTOVÁNÍ NÁTĚROVÝCH HMOT	17
1.4.1 POPIS VNĚJŠÍCH ZNAKŮ NÁTĚROVÝCH HMOT A ÚPRAVA VZORKŮ PRO ZKOUŠENÍ.....	17
1.4.2 ZKOUŠENÍ MOKRÉ VRSTVY NÁTĚRU	18
1.4.2.1 Stanovení Tloušťky Nátěru Podle ČSN ISO 2808.....	18
1.4.2.2 Stanovení výtokové doby.....	18
1.4.2.3 Stanovení zasychání nátěru.....	18
1.4.3 ZKOUŠENÍ SUCHÉ VRSTVY NÁTĚRU	19
1.4.3.1 Stanovení změny barvy	19
1.4.3.2 Stanovení lesku	20
1.4.3.3 Stanovení pórovitosti podle ČSN 67 3084.....	21
1.4.3.4 Stanovení tvrdosti	22
1.4.3.5 Stanovení přilnavosti a vláčnosti	22
1.4.3.6 Stanovení přilnavosti a tvrdosti.....	22
1.4.3.7 Stanovení odolnosti proti oděru	23
1.4.3.8 Stanovení tloušťky nátěru podle ČSN ISO 2808	23
1.5 EKOLOGICKÉ POVRCHOVÉ ÚPRAVY	24
1.5.1 PRÁŠKOVÉ POVLAKOVÉ HMOTY.....	25
1.5.2 VYSOKOSUŠINOVÉ NÁTĚROVÉ HMOTY (HIGH SOLIDS).....	26
1.5.3 REAKTIVNÍ ŘEDIDLA - KOMBINAČNÍ POJIVA	27
1.5.4 VODOU ŘEDITELNÉ NÁTĚROVÉ HMOTY	27
1.5.5 NÁTĚROVÉ HMOTY NA BÁZI NANOČÁSTIC	28
1.5.6 PIB EMULZE	28
2. METODIKA PRÁCE	29
3. PŘEHLED A VÝSLEDKY TESTOVÁNÍ.....	31
3.1 VYBRANÉ ČLÁNKY Z WEB OF SCIENCE	31
3.1.1 HODNOCENÍ POVRCHOVÉ TVRDOSTI.....	31
3.1.2 HODNOCENÍ PŘILNAVOSTI	35
3.1.3 HODNOCENÍ LESKU	39
3.1.4 HODNOCENÍ BAREVNÝCH ZMĚN	43
3.2 VÝSLEDKY	48
3.2.1 VÝSLEDKY POVRCHOVÉ TVRDOSTI.....	48
3.2.2 VÝSLEDKY PŘILNAVOSTI	49
3.2.3 VÝSLEDKY LESKU.....	50
3.2.4 VÝSLEDKY BAREVNÝCH ZMĚN.....	52

4. DISKUZE	54
4.1 POVRCHOVÁ TVRDOST	54
4.2 PŘILNAVOST	54
4.3 LESK	55
4.4 BAREVNÉ ZMĚNY	55
ZÁVĚR	57
SEZNAM LITERATURY	58

SEZNAM TABULEK, OBRÁZKŮ, GRAFŮ

Tabulka 1 Testování zasychání nátěru

Tabulka 2 Rozsah barevné diference ΔE

Tabulka 3 Přehled výsledků z jednotlivých článků o tvrdosti

Tabulka 4 Přehled výsledků z jednotlivých článků o přilnavosti

Tabulka 5 Přehled výsledků z jednotlivých článků o lesku

Tabulka 6 Přehled výsledků z jednotlivých článků o barevných změnách

Tabulka 7 Rozhodovací tabulka - tvrdost

Tabulka 8 Rozhodovací tabulka - přilnavost

Tabulka 9 Rozhodovací tabulka – lesk

Tabulka 10 Rozhodovací tabulka – barevný odstín

Obrázek 1 Znázornění prostorového modelu barevného prostoru $L^* a^* b^*$ ve formě koule

Graf 1 Výsledné srovnání nátěrů z hlediska tvrdosti

Graf 2 Procentuální zastoupení variant ošetření z hlediska tvrdosti

Graf 3 Výsledné srovnání nátěrů z hlediska přilnavosti

Graf 4 Procentuální zastoupení variant ošetření z hlediska přilnavosti

Graf 5 Výsledné srovnání nátěrů z hlediska lesku

Graf 6 Procentuální zastoupení variant ošetření z hlediska lesku

Graf 7 Výsledné srovnání nátěrů z hlediska barevných změn

Graf 8 Procentuální zastoupení variant ošetření z hlediska barevných změn

ÚVOD

Dřevo patří mezi jednu z nejčastěji využívaných surovin, se kterou člověk vědomě i nevědomě přichází každý den do styku. Jedná se o přírodní materiál, který neustále reaguje na působení různých vlivů a tím dochází ke změně jeho vlastností. Z tohoto důvodu je nutné dbát na jeho ochranu použitím vhodných opatření. Abychom docílili co nejvyšší účinnosti ochrany dřeva, je nutné uzpůsobit přístup při jeho použití, ale také brát ohled na to, zda bude použito v interiéru nebo exteriéru. Nejčastěji se snažíme o zvýšení životnosti, zachování mechanicko-fyzikálních vlastností a vzhledu.

Těchto požadavků můžeme dosáhnout díky pokročilému vývoji nátěrových systémů, ale pouze za předpokladu správného výběru nátěru. Prvním rozhodujícím faktorem je prostředí, ve kterém se dřevěný materiál ošetřený nátěrovým systémem bude nacházet. V exteriérovém a interiérovém prostředí působí rozdílní činitelé, které mohou negativně působit na dřevo a z něj vyrobené materiály. Především ve venkovním prostředí je množství faktorů, které mohou celkově znehodnotit tento materiál poměrně vysoké. To však neznamená, že dřevo není vhodným materiálem do exteriéru, je jen důležité nepodcenit povrchovou úpravu a správně zvolit její druh.

Za jeden z nejčastěji zmiňovaných faktorů současnosti se v tomto oboru považuje problematika ekologie nátěrů a jejich zdravotní nezávadnost. Je to dáno tím, že se stále zvyšuje zájem a snaha o ochranu životního prostředí. Jedná se o nátěry, v jejichž obsahu se objevuje minimální množství těkavých látek neboli VOC látek. Z tohoto vychází výrobci moderních nátěrových hmot, kteří se snaží pracovat a zakomponovat do nátěrových systémů ekologické materiály.

Tato bakalářská práce má být přínosem především v tom, že poskytuje přehled chování nátěrů při různých kombinacích aplikace (např. bez impregnace nebo s impregnací), expozicích apod. Ve vyhodnocování se často objevují moderní vodou ředitelné nátěry, které zaznamenaly významný vývoj nátěrových systémů především z hlediska ekologie, na kterou je brán čím dál větší důraz.

CÍLE PRÁCE

Cílem této bakalářské práce je popsat metody zkoušení nátěrových systémů využívajících se na dřevo a materiály na bázi dřeva. Dále analyzovat konkrétní nátěry z hlediska čtyř vybraných charakteristických vlastností na základě vědeckých prací od roku 2000 po současnost.

Dílními cíli práce vedoucími k naplnění hlavního cíle jsou:

a) Vytvořit literární rešerši věnovanou všeobecnému rozboru nátěrových hmot, moderním nátěrům, se kterými se člověk v praxi může nejpravděpodobněji setkat, a popisu jednotlivých metod zkoušení nátěrových systémů.

b) Vybrat články z vědeckých výzkumů od roku 2000 s cílem získání výsledků a následného celkového hodnocení jednotlivých typů nátěrů a odvození nejúčinnějších nátěrových systémů na dřevo.

1. NÁTĚROVÉ HMOTY

1.1 DEFINICE NÁTĚROVÝCH HMOT

Nátěrová hmota po nanesení na podklad vytváří povlak, který má ochrannou, ale i dekorativní funkci nebo jiné specifické funkce. Za nátěrovou látku jsou považovány výrobky, které jsou v kapalně či práškové formě nebo mohou být ve formě v podobě pasty [Ružinská, 2005]. Úpravy nátěrem prodlužují celkovou životnost výrobku / materiálu a snižují opotřebení různými klimatickými a jinými činiteli. Tím naplňují požadavky kladené spotřebitelem, které jsou v současné době určujícím faktorem [Pánek, 2015].

1.2 SLOŽKY NÁTĚROVÝCH HMOT

Pod nátěrovou hmotou se skrývá poměrně složitá směs složek a každá tato složka má svou specifickou funkci, od které se poté odvíjí vlastnosti a použití nátěrové látky. Základní rozdělení složek je na složky neprchavé a prchavé [Ružinská, 2005].

Při přípravě nátěrových látek se kladou ohledy nejen na technologii a aplikační problémy, ale i na ekonomické problémy do kterých lze zařadit např. dostupnost surovin, náklady na spotřebu energie apod. [Liptáková, 1989].

1.2.1 NEPRCHAVÉ SLOŽKY

Filmotvorné látky: označované za jedny z nejdůležitějších neprchavých složek nátěrových látek. Mezi přírodní filmotvorné látky patří: přírodní a šlechtěné pryskyřice (šelak, jantar aj.), rostlinné oleje, deriváty celulózy (estery, étery), bílkoviny, přírodní kaučuk, asfalty a smola, rostlinné gummy, pektiny, škroby. Za syntetické se považují pryskyřice polymerizační (PE, PVAC aj.), na bázi fenolických pryskyřic nebo aminových pryskyřic, polyestery, polyamidy, epoxidové pryskyřice, silikonové pryskyřice, ketonické pryskyřice, polyuretany [Ružinská, 2005]. Aplikační vlastnosti nátěrových látek jsou závislé na chemickém složení filmotvorných látek. Kombinace filmotvorných látek, které mají různé chemické složení v pojivu, se realizuje za účelem poupravení vlastností nátěrových látek při nanášení a tvorbě nátěrového filmu [Liptáková, 1989].

Pigmenty: jedná se o barevné prášky, které nejsou rozpustné v pojivu nebo jeho roztoku. Nátěru dodávají barevný odstín a krycí schopnost [Ružinská, 2005]. Kryvost závisí na schopnosti pigmentu pohlcovat záření a také na jeho indexu lomu, poněvadž světlo se nátěrovým filmem pohlcuje a také se od něho odráží. Z toho důvodu je index lomu základním kritériem kryvosti. Bílé pigmenty s relativně vysokým indexem lomu se označují jako krycí pigmenty. Koncentrace pigmentu v pojivu ovlivňuje vlastnosti nátěrového filmu. Dále ovlivňují fyzikální a chemické vlastnosti, prodlužují životnost nátěru (ochrana vůči UV záření) a chrání nátěr před klimatickými vlivy. Musíme brát

zřetel i na elektrický odpor, který je důležitou zkouškou nátěrového filmu, protože film s vysokým elektrickým odporem má také vysokou odolnost proti vodě [Kalenda, 2004]. Nejvíce jsou pigmenty zastoupeny v nátěrových tmelech a plnicích pórech, poté v nátěrových základových barvách a nejméně ve vrchních barvách a emailech [Zemiar, 2009].

Barviva: jedná se o barevné látky, které se dají rozpustit v pojivu nebo jejich roztoku. Rozdíl mezi barvivy a pigmenty je takový, že barviva nezabezpečují krycí schopnost nátěrů, barevný odstín však ano [Ružinská, 2005].

Plniva: aplikace plniv probíhá současně s pigmenty, aplikují se v podobě anorganických prášků (např. křída). Upravují vlastnosti nátěru [Ružinská, 2005] a jsou nerozpustné v pojivu [Zemiar, 2009].

Změkčovadla: podílejí se na úpravě zejména pružnosti a tažnosti suchých nátěrů. Změkčovadla jsou přírodní (měkké balzámy) nebo syntetická (estery kyseliny citrónové) [Ružinská, 2005]. Jejich vlastnosti musí odpovídat chemickému složení a fyzikálním vlastnostem filmtvorných látek a požadavkům kladeným na kvalitu nátěrů [Zemiar, 2009].

Aditiva: aditiva též ovlivňují vlastnosti nátěrových látek i nátěrů. Přidávají se v menším množství. Je několik druhů aditiv a to:

- fungicidní přísady - pro snížení růstu plísní a hub
- insekticidní přísady - pro ochranu proti hmyzu
- matující přísady - pro dosažení matného vzhledu suchého nátěru
- antivegetativní přísady - pro ochranu výrobků ve vodě (mořské i sladké)
- přísady vyvolávající tixotropii (změna z pevného stavu do kapalného např. třepáním za neměnné teploty) a antisedimentační přísady - zabraňují sedimentaci pigmentů

[Ružinská, 2005]

Sikativa (sušidla): jedná se o organické sloučeniny určitých kovů, které jsou přísadkou v nátěrových hmotách s obsahem vysychavých olejů. Do nátěrových látek se přidávají z toho důvodu, aby docházelo k urychlení vytvrzování nátěrových filmů. Do olejových nátěrových systémů se zavádějí krátce před jejich zpracováním. Uplatňuje se zde reakční mechanismus, který spočívá v tom, že při zahájení procesu vytvrzování a tvorby nátěrového filmu (proces autooxidace) katalyzují rozpad peroxidů na radikály, které dále reagují radikálovou polymerizační reakcí. Sušidla jsou přírodní (chlorofyl, hemoglobin) i syntetická (peroxydy, organické soli aj.) [Zemiar, 2009].

1.2.2 PRCHAVÉ SLOŽKY

Tyto složky mají vliv na konzistenci nátěrových látek, a to při výrobě i použití [Zemiar, 2009]. Při procesu zasychání nátěrového filmu prchavé složky vyprchají nebo

oddifundují do podkladového materiálu [Mandík, 1972]. Do této skupiny složek se zařazují ředidla a rozpouštědla [Ružinská, 2005].

Rozpouštědla: jedná se o kapaliny nebo směsi kapalin. Jejich aplikace se uskutečňuje při rozpouštění filmotvorných složek v nátěrových látkách. Rozpouštědla, která sama rozpouští daný druh filmotvorné látky, se označují za rozpouštědla pravá a ta, která sama daný druh látky nerozpouští, ale látka v nich může nabobtnávat, se nazývají rozpouštědla nepravá. Použití rozpouštědel v nátěrových látkách závisí na jejich fyzikálních vlastnostech (např. rozpouštěcí schopnost, odpařivost, konzistence, viskozita, elektrické vlastnosti, hořlavost organických rozpouštědel, chemická stabilita rozpouštědel aj.) [Mandík, 1972]. Tyto všechny vlastnosti spadají i do požadavků na rozpouštědla, navíc se tam zařazují i hygienické požadavky, u kterých je požadováno, aby byla netoxická [Ružinská, 2005].

Většina výše zmíněných organických rozpouštědel je toxická, proto by měl člověk brát zřetel na bezpečnost při práci s nimi. Do lidského těla mohou proniknout např. inhalačně. Vniknutí organického rozpouštědla do těla se může projevit účinky dusivými, dráždivými nebo narkotickými [Vopršálová, 2000]. Toxicita je dána nejvyšší možnou koncentrací par rozpouštědla v ovzduší, které může snést pracovník každý den v pracovní době [Liptáková, 1989].

Ředidla: čistá ředidla nebo jejich směsi se částečně nebo kompletně mísí s nátěrovou hmotou. Do nátěrových systémů se mohou přidávat během jejich výroby nebo při aplikaci před nanášením. Také je lze využít na čištění vybavení po aplikaci nátěrových látek. Hořlavost je velice důležitý faktor pro aplikaci nátěrových hmot a posuzuje se na základě teploty vznícení. Řazení do jednotlivých tříd:

I. třída - hořlaviny, které mají teplotu vznícení do 21°C

II. třída - hořlaviny, které mají teplotu vznícení v rozmezí od 21°C do 65°C

III. třída - hořlaviny, které mají teplotu vznícení v rozmezí od 65°C do 100°C

IV. třída - hořlaviny, které mají teplotu vznícení v rozmezí od 100°C do 250°C

[Liptáková, 1989]

1.3 DĚLENÍ NÁTĚROVÝCH HMOT

1.3.1 PODLE VZHLEDU

Základními faktory, které se vyskytují u klasifikace podle vzhledu, je tloušťka nátěrového filmu, jeho krycí schopnosti a lesk.

Tloušťka nátěrového filmu: tloušťka filmu se zjišťuje pomocí např. tloušťkoměru [Pánek, 2015]. Dále se také provádí řezy pod určitým úhlem nebo srovnáním vzorků, kdy jeden vzorek je s nátěrem a druhý bez nátěru. Podle normy ČSN EN ISO 2808 se tloušťky nátěru rozdělují do následujících tříd:

a) minimální - průměrná tloušťka nátěru je pod 5 μm

- b) malá - průměrná tloušťka nátěru je v rozmezí 5 - 20 μm
- c) střední - průměrná tloušťka nátěru je v rozmezí 20 - 60 μm
- d) velká - průměrná tloušťka nátěru je více jak 60 μm

[Polášek, 2003]

Krycí schopnost: tato vlastnost nátěrového filmu je důležitá z hlediska absorpce nebo odrazu neprospěšného slunečního záření a jeho jednotlivých složek. Největší vliv na tento proces mají pigmenty, které významně pohlcují UV záření [Polášek, 2003].

Obecné závěry: Lze konstatovat, že transparentní nátěry mají kratší životnost než nátěry pigmentové. Tmavé barvy pohlcují více slunečního záření než barvy se světlejším odstínem. Při vyšších venkovních teplotách může i nátěr dosáhnout vyšších teplot a důsledkem toho mohou být trhliny, vytékání pryskyřice, destrukce nátěru atd. Podle této charakteristiky se nátěrové systémy rozdělují na neprůhledné, poloprůhledné a průhledné [Pánek, 2015].

Lesk: rozdělení podle lesku je založeno na měření množství odraženého světla pomocí fotoelektrického leskoměru nebo reflektoskopu naměřeného při 60°. Lesk se postupně snižuje stárnutím. Rozlišuje se celkem 5 tříd lesku a to: matná, polomatná, pololesklá, lesklá a vysoce lesklá [Pánek, 2015].

Obecné závěry: Na lesklý povrch se zachytávají nečistoty v menší míře a i se snadněji čistí [Pánek, 2015].

1.3.2 PODLE SVÉ CHARAKTERISTIKY

Transparentní - představují průhledné až průsvitné nátěry (např. oleje, laky, fermeže) [Pánek, 2015]. Tyto nátěrové systémy obsahují filmtvornou složku a organická rozpouštědla nebo pouze filmtvornou složku (např. u fermeží). Jejich zbarvení do velmi jemných barevných odstínů se získá např. pomocí rozpustných barviv [Zemiar, 2009].

Pigmentové - představují neprůhledný nátěr (emaily, barvy, tmely). Jedná se o disperze jemně rozptýlených pigmentů a plniv v pojivu filmtvorné složky [Zemiar, 2009].

1.3.3 PODLE PODMÍNEK VYTVRZOVÁNÍ

- a) schnoucí na vzduchu - nátěry schnoucí za klasických podmínek prostředí
- b) vhodné na dosoušení - vytvrzují za klasických podmínek, ale i při teplotě do 50°C
- c) za zvýšené teploty - vytvrzují při vyšších teplotách než předchozí nátěry. Zde se teplota pohybuje v rozmezí 50 - 150 °C
- d) vypalovací - vytvrzují chemickou reakcí při zvýšené teplotě, která je vyšší jak 150 °C
- e) kyselino-tvrditelné - vytvrzení začne probíhat po přidání kyselého katalyzátoru

f) zářením - vytvrzující zářením např. ultrafialovým, infračerveným nebo tokem urychlených elektronů atd.

[Pánek, 2015; Zemiar, 2009]

1.3.4 PODLE ZPŮSOBU VYTVRZOVÁNÍ

Během jakéhokoliv způsobu vytvrzování přechází nátěrová látka do pevného stavu:

a) chemickými reakcemi - při tomto způsobu mohou probíhat různé chemické děje např. oxidační, polymerizační apod.

b) fyzikálním způsobem - do této skupiny patří nátěrové látky např. lihové, asfaltové, bezolejové laky atd. Vytvrzování začíná odpařením rozpouštědla nebo změnou látky zpět do pevného stavu po jejím roztavení, filmotvorná složka nátěrové látky zůstává neměnná.

c) kombinovaným způsobem - kombinace chemického a fyzikálního způsobu. Do této skupiny se zařazují epoxidové a polyuretanové nátěrové látky, vypalovací laky atd.

[Pánek, 2015]

1.3.5 PODLE MÍSTA POUŽITÍ

a) vnitřní - pouze pro použití v interiéru

b) vnější - mohou se použít v expozicích, kde jsou vystaveny klimatickým vlivům

c) speciální - používají se pro výjimečné případy např. pro prostředí agresivních chemikálií

[Zemiar, 2009]

1.3.6 PODLE POUŽITÍ A POŘADÍ V NÁTĚROVÉM SYSTÉMU

a) napouštěcí - využití mají pro napouštění savých podkladů jako je např. dřevo, papír, zdivo apod.

b) základní - používají se na první nátěr nenatřeného nebo nenapuštěného podkladu. Také se dají využít jako obnovující nátěr (jako první vrstva) pro zajištění dobré přilnavosti na podklad.

c) vyrovnávací - vyrovnávají povrch podkladu

d) podkladové - nátěry, které jsou aplikovány pod vrchní vrstvu

e) vrchní - poslední vrstva

[Zemiar, 2009]

1.3.7 PODLE SKUPINOVÉHO OZNAČENÍ

- asfaltové nátěrové látky - skupina A
- bezrozpuštědlové nátěrové látky - skupina B
- celulózové nátěrové látky - skupina C
- práškové nátěrové látky - skupina E
- chlórkaučukové nátěrové látky - skupina H
- silikónové nátěrové látky - skupina K
- lihové nátěrové látky - skupina L
- nátěrové látky na povrchovou úpravu kovových pásů - skupina N
- olejové nátěrové látky - skupina O
- syntetické nátěrové látky - skupina S
- polyuretanové nátěrové látky - skupina U
- vodové a emulzní nátěrové látky - skupina V

[Zemiar, 2009]

1.4 TESTOVÁNÍ NÁTĚROVÝCH HMOT

Je nutné zhotovovat vhodné typy nátěrových hmot (s požadovanou kvalitou pro zpracování a pro získání požadovaného konečného nátěru). Poměrně často dochází k projevu chybné nátěrové hmoty až v konečné fázi, proto je nezbytné, aby kvalita nátěrových hmot byla kontrolována již před zpracováním. K tomu slouží jednotlivé zkušební metody.

1.4.1 POPIS VNĚJŠÍCH ZNAKŮ NÁTĚROVÝCH HMOT A ÚPRAVA VZORKŮ PRO ZKOUŠENÍ

Zde je zaměření především na zápach, čírost, rozvrstvení, vzhled škráloupu, zrosolovatění, nečistoty a jejich charakter, usazeniny a jejich rozmíchatelnost.

Pigmentové nátěrové hmoty: u zmíněného typu nátěrových hmot se sleduje několik charakteristik, konkrétně škráloup, zda není tvořen odsazeným pojivem, nebo oddělená vrstva pojiva, u které se zjišťuje poměr objemu této oddělené vrstvy pojiva k celkovému objemu hmoty. Dále se u tohoto druhu nátěrových hmot lze zaměřovat na zrosolovatění, konzistenci nebo barevný odstín srovnávající se s referenčním vzorkem.

Laky: u laků je možné kontrolovat tyto vlastnosti - čírost, barvu, mechanické nečistoty, usazeniny, rozvrstvení nátěrové hmoty, zrosolovatění a škráloup na povrchu

1.4.2 ZKOUŠENÍ MOKRÉ VRSTVY NÁTĚRU

1.4.2.1 Stanovení Tloušťky Nátěru Podle ČSN ISO 2808

Měřícím kolečkem: tímto přístrojem se stanovuje tloušťka nátěru mokré vrstvy. Zařízení je složeno ze tří ve stejné vzdálenosti odsazených kotoučů. Krajní kotouče jsou větší než vnitřní, který je vůči nim excentrický.

Po nanesení nátěrové vrstvy se kotouče měřicího kolečka přitlačí na vrstvu tak, že oba krajní kotouče se dostanou do kontaktu s podkladem v bodě největší vzdálenosti (tj. nejvyšší hodnoty stupnice, která se nachází na vnějším kotouči). Kolečkem se otočí po povrchu o 360° a oddálí se. Na vnitřním kotouči se určí místo, na kterém se dotknul kapalně vrstvy. Pokud je kapalná vrstva nerovnoměrná zaznamenává se první a poslední úplný a trvalý kontakt s nátěrem [Polášek, 2003].

Vázkovým postupem: princip se využívá na stanovení tloušťky nátěru suché vrstvy a není vhodný pro nátěry s obsahem rychle se odpařujících rozpouštědel [Polášek, 2003].

$$t_w = \frac{M_w - M_p}{A \cdot \rho_w}$$

M_w ... hmotnost zkušební vzorce opatřeného mokrým nátěrem v g, M_p ... hmotnost zkušební vzorku bez nátěru v g, A ... plocha zkušební vzorku v m^2 , ρ_w ... hustota kapalně nátěrové hmoty v g/ml

1.4.2.2 Stanovení výtokové doby

Principem zkoušky je měření doby, která uplyne od chvíle, kdy zkoušený materiál začne vytékat z otvoru naplněného pohárku do chvíle, kdy se proud vytékajícího materiálu poprvé přeruší v blízkosti výtokového otvoru [Polášek, 2003]. Hodnota konzistence se vyjadřuje v sekundách pro výtokový otvor daného průměru v mm a danou teplotu. Jedná se o rychlé vyhodnocování konzistence nátěrových hmot, proto se nehodí pro nátěrové hmoty s rychlou změnou konzistence [Lukavský, 1988].

1.4.2.3 Stanovení zasychání nátěru

Tato zkouška je považována za jednu z nejdůležitějších z hlediska aplikace nátěrových hmot. Zjišťuje se doba, za kterou vznikne nelepivý a tvrdý film. Na zasychání má vliv několik činitelů, za nejvýznamnější lze považovat tloušťku nátěrové vrstvy. Kvůli tomuto činiteli se musí zkušební nátěry aplikovat tak, aby se dodrželo rovnoměrného filmu a reprodukovatelnosti jeho tloušťky. Za další důležité činitele je považována teplota (23 +/- 2 °C), relativní vlhkost vzduchu (50 +/- 5°C) a dobrá výměna vzduchu [Polášek, 2003].

Tabulka 1 Testování zasychání nátěru

Stupeň zasychání	Podmínky zkoušky	Výsledky zkoušky
1	nasypání skleněné balotiny	balotinu je možné úplně odstranit, povrch je nepoškozený
2	zatížení papírku závažím 20 g	papír se nepřilepí
3	zatížení papírku závažím 200 g	papír se nepřilepí
4	zatížení papírku závažím 2 kg	papír se nepřilepí k nátěru, na nátěru je stopa po závaží
5	zatížení papírku závažím 2kg	papír se nepřilepí k nátěru beze stopy
6	zatížení papírku závažím 20 kg	papír se nepřilepí k nátěru, stopa po zatížení
7	zatížení papírku závažím 20 kg	papír se nepřilepí k nátěru beze stopy

Zdroj: Polášek, 2003

Zkouška povrchového zasychání: vhodná pro nátěrové hmoty, které zasychají působením vzduchu nebo chemickou reakcí svých složek. Vzorek se nechá zasychat ve svislé poloze, po uplynutí stanovené doby se vzorek umístí do polohy vodorovné. Na zkoušený nátěr se poté nanese přibližně 0,5 g balotiny (malé transparentní skleněné kuličky) ve vzdálenosti 50 - 150 mm. Po uplynutí 10 s se podklad s nátěrem podrží pod úhlem 20° k vodorovné rovině a po nátěru se lehce přejede štětcem. Nátěr je dokonale povrchově zaschlý v tom případě, jestliže všechna balotina byla štětcem odstraněna z povrchu bez poškození nátěru [Polášek, 2003].

Stanovení stavu a doby proschnutí: na podklad se aplikuje nátěr v domluvené tloušťce a nechá se zaschnout za stanovených podmínek. Komplettní proschnutí nátěru se stanoví po zatížení uvedené plochy povrchu a následným zkroucením zatíženého místa o 90°. Tkanina se upevní na pryžový disk pod hlavu pístu (pro každou zkoušku se použije nová tkanina). Každý zkušební nátěr zasychá ve vertikální poloze. Po ukončení stanovené doby zasychání se položí nátěr na desku podstavce. Na píst se umístí závaží o hmotnosti okolo 1500 g, poté se píst sníží do takové polohy, aby se tkanina dotýkala nátěru, a poté se začne měřit čas. Na konci této doby se píst pootočí o úhel 90° a poté se píst zvedne nahoru a zkušební nátěr se zhodnotí vizuálně [Polášek, 2003].

1.4.3 ZKOUŠENÍ SUCHÉ VRSTVY NÁTĚRU

1.4.3.1 Stanovení změny barvy

Jedná se o metodu využívající trichromatickou soustavu CIE - mezinárodní komise pro osvětlení. Používaný systém CIELab je založen na rozložení jakékoliv barvy viditelného spektra na barevné složky x, y, z jinak nazývané kolorimetrická

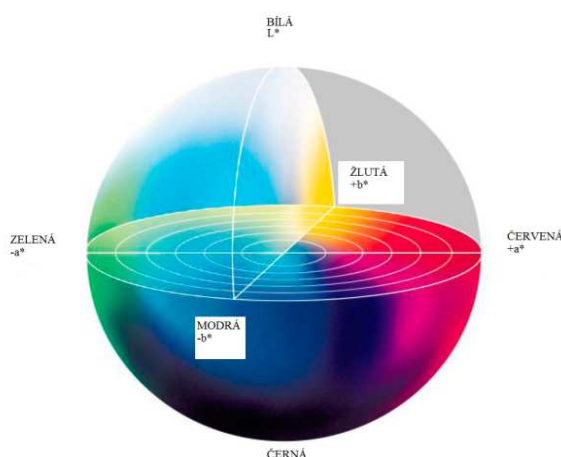
souřadnice - v systému CIE zvané souřadnice L, a, b. Pro číselné vyjádření změny barvy se aplikuje Eukleidovská vzdálenost značená jako barevná odchylka delta E. Pokud je delta E menší nebo rovna 3, je považována za shodnou pro subjektivního pozorovatele, tedy za neodlišitelnou barvu. Barevná diference delta E mezi barvou před a po stárnutí se stanovuje podle metody CIE 1976 a počítá se podle rovnice [Pánek, 2015]:

$$\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 \cdot \Delta a^2 \cdot \Delta b^2}$$

Tabulka 2 Rozsah barevné diference ΔE

$0,2 < \Delta E$	Neviditelný rozdíl
$0,2 < \Delta E < 2$	Malý rozdíl
$2 < \Delta E < 3$	Barevná změna viditelná s vysoce kvalitním filtrem
$3 < \Delta E < 6$	Barevná změna viditelná se středně kvalitním filtrem
$6 < \Delta E < 12$	Vysoce barevné změny
$\Delta E > 12$	Odlišná barva

Zdroj: Pánek, 2015



Obrázek 1 Znázornění prostorového modelu barevného prostoru $L^* a^* b^*$ ve formě koule

Zdroj: <http://www.mdpi.com/1424-8220/14/7/11943/htm>, 6.3.2015

1.4.3.2 Stanovení lesku

Cílem zkoušky je hodnotit lesk nátěru a jeho rovnoměrnost na ploše a v souvislosti se zkouškou odolnosti proti klimatickým změnám zjistit i změny hodnot lesku [Lukavský, 1988]. Měření lesku se používá také při hodnocení různých odolností nátěrů, protože jeho změna indikuje nastávající degradaci nátěrů.

Definice:

lesk nátěru - schopnost nátěru odrážet světelné paprsky podle Snellova zákona lomu z hlediska makroplochy jeho povrchu.

zrcadlící schopnost nátěru - vlastnost fázového rozhraní povrchu nátěru, která umožňuje pozorovat zdánlivý obraz předmětu tím, že začne nastávat odraz světelných paprsků podle Snellova zákona lomu z hlediska makroplochy povrchu nátěru [Polášek, 2003].

Vizuální stanovení lesku podle ČSN 67 3063: Při zkoušce se vizuálně hodnotí kvalita zdánlivého obrazu pozorovaných předmětů, který vzniká zrcadlením povrchu nátěrů (jeho fázovým rozhráním). Kvalita pozorovaného obrazu se srovnává s kvalitou obrazu jednotlivých členů stupnice lesku [Polášek, 2003].

Stanovení změny lesku podle ČSN 67 3064:

Změna lesku zachycuje změnu:

- 1) nátěru v určitém stavu proti vlastnosti tohoto nátěru, kterou nátěr vykazoval před začátkem zkoušek.
- 2) nátěru v určitém stavu proti vlastnosti referenčního vzorku nátěru stejné nátěrové hmoty, který je uložen v laboratoři za předepsaných podmínek.

Měření lesku nátěru podle ČSN ISO 2813: metoda je vhodná pro stanovení zrcadlového lesku nátěrů bez obsahu kovových pigmentů, která se realizuje při úhlu 20°, 60°, 85°. Úhel 60° lze použít pro všechny nátěry, nicméně pro nátěry s vysokým leskem je vhodnější úhel 20° a pro matné úhel 85° [Polášek, 2003]. Pro vyhodnocení se používají leskoměry. Měření lesku se provede na šesti různých místech, nebo v různých směrech (ne u nátěrů se směrovou strukturou, jako jsou například stopy po tazích štětcem). Jestliže je rozdíl mezi extrémními hodnotami menší než 10 jednotek lesku, nebo se odchyľují o 20% od průměrné hodnoty, zaznamená se průměrná hodnota a extrémy do obou stran. Pokud je rozptyl větší, měření je nutné opakovat na jiném zkušebním tělese [Pánek, 2015].

1.4.3.3 Stanovení pórovitosti podle ČSN 67 3084

Zkouška se zaměřuje na celistvost a neporušenost nátěru. Umožňuje stanovit nejmenší tloušťku, potřebnou k vytvoření nátěru bez pórů, jelikož pouze celistvý nátěr bez pórů chrání dokonale předmět, na kterém je nátěr zhotoven. Stanovení pórovitosti je možné realizovat Ferrikyanidovou zkouškou považující se pouze za orientační zkoušku. Podstatou zkoušky je barevná reakce ferrikyanidového roztoku s ionty železa podkladu v místě pórů. Dále je možné tuto charakteristiku hodnotit elektrografickou zkouškou podle Kronsteina, při které se kvantitativně zachycuje počet skutečných pórů a zeslabených míst nátěru a jejich rozmístění. Zachycují se ionty kovu podkladu, které prošly póry nátěru, na želatinové vrstvě ustáleného fotografického papíru a jejich chromatografické vyvolání. Dále se měří intenzita procházejícího proudu v mA [Polášek, 2003].

1.4.3.4 Stanovení tvrdosti

Na tvrdost mají poměrně velký vliv podmínky při zasychání nátěru (teplota, relativní vlhkost vzduchu a tloušťka nátěru) [Polášek, 2003].

Mikrotvrdoměrem podle ČSN 67 3074: Zjišťuje se tvrdost nátěru, která je určena hloubkou vtisku vnikajícího tělesa, které vnikne do nátěru za 30 sekund při daném zatížení [Polášek, 2003].

Tužkami podle ČSN 67 3075: Zkouška spočívá ve schopnosti nátěru odolávat vtlačení hrotu tužky do povrchu nátěru. Zjišťuje se, která tužka s různým stupněm tvrdosti jako první poruší povrch nátěru a zanechá na něm viditelnou stopu [Polášek, 2003]. Problém nastává při zkoušení pololesklých až matných povrchů, kde musíme brát v úvahu drsnost pigmentů a strukturu podkladů, v tomto případě je první porušení nátěru špatně rozeznatelné [Lukavský, 1988].

1.4.3.5 Stanovení přilnavosti a vláčnosti

Přilnavost nátěrů se zjišťuje podle odporu, který nátěr klade při seřezávání z podkladu. Souvisí s kvalitou nátěrových hmot a podkladu. Vláčnost se hodnotí společně s přilnavostí podle vzhledu a vlastností seřezaného filmu [Polášek, 2003].

Odrhová zkouška přilnavosti podle ČSN EN 2462: Tato zkouška se provádí na jednovrstvém nebo vícevrstvém nátěru tzv. odtrhoměrem [Kalendová, 2004]. Výsledkem je minimální tahové napětí, které se musí vykonat k roztržení nejslabší mezifáze (adhezní lom) nebo nejslabší složky (kohezní lom) zkušebního uspořádání. Během zkoušky však mohou nastat oba typy lomů [Polášek, 2003].

Ohybová zkouška na válcovém trnu podle ČSN EN ISO 1519: Hodnotí se odolnost nátěrů proti praskání nebo uvolňování od podkladu při ohybu přes válcový trn za běžných podmínek. U vícevrstvého nátěrového systému může být každá vrstva zkoušena zvlášť nebo může být zkoušen nátěrový systém jako celek. Stanovenou metodu je možné provádět dvěma postupy a to:

1) zkouška vyhovuje/nevyhovuje - provádění s jednou konkrétní velikostí trnu. Zkouška je hodnocená podle konkrétního požadavku.

2) opakující se postup, při kterém se používá postupně menších velikostí trnů až do stanovení průměru prvního trnu, kdy nátěr má destrukci (praskne nebo se odloupne od podkladu).

[Polášek, 2003]

1.4.3.6 Stanovení přilnavosti a tvrdosti

Slouží pro určení odolnosti nátěru z hlediska oddělení od podkladu [Polášek, 2003]. Čepelkou nebo soustavou čepelků se realizuje kolmý řez až na podklad deseti rovnoběžnými řezy o délce 30 mm a rozestupu závislém na tloušťce a druhu řezu. Řezy

se provedou kolmo na směr prvního řezu. Poté se na celou plochu řezu přilepí lepicí páska, která se následně odtrhne. Podle vzhledu vytvořené mřížky se přilnavost hodnotí podle stupnice [Lukavský, 1988].

Rozestupy mezi jednotlivými řezy mřížky (vyřiznuté čtverečky) musí být shodné, závisí na tloušťce a druhu řezu takto:

- 0-60 μm : 1 mm rozestup, pro tvrdé podklady
 - 0-60 μm : 2 mm rozestup, pro měkké podklady
 - 61-120 μm : 2 mm rozestup, pro tvrdé i měkké podklady
 - 121-250 μm : 3 mm rozestup, pro tvrdé i měkké podklady
- [Polášek, 2003]

1.4.3.7 Stanovení odolnosti proti oděru

Cílem této metody je stanovit hmotnostní úbytek nátěru po oděru brusným papírem v přístroji Taber-Abraser, za daných podmínek.

Vzorek se otáčí pod třecím povrchem dvou válečků olepených brusným papírem. Před zahájením zkoušky se musí stanovit opravný koeficient brusného papíru. Válečky olepené brusným papírem se zatíží tak, aby přiléhaly k broušenému povrchu zinkové desky silou 5 N. Brousí se 500 otáčkami. Před a po broušení se zinková deska zváží (s přesností na 1 mg) a vypočte se výše zmíněný opravný koeficient. Poté se stanovuje koeficient proti oděru zkoušeného nátěru. Princip je podobný jako u opravného koeficientu s tím rozdílem, že místo kontrolní zinkové desky se brousí zkoušený nátěr, přičemž stanovený počet otáček je 100 [Polášek, 2003].

1.4.3.8 Stanovení tloušťky nátěru podle ČSN ISO 2808

Tloušťka nátěru má vliv na výsledky zkoušek mechanické, chemické a povětrnostní odolnosti [Kalendová, 2004].

Dvojitým mikroskopem: metoda vhodná pro transparentní nátěry. Na povrch, který se zkoumá, se umístí dvojitý mikroskop. Na povrch nátěru se promítá světelný pruh pod úhlem 45° . Světelný pruh se z jedné strany odráží od povrchu nátěru a z druhé strany od povrchu podkladu. Rozmezí mezi oběma odraženými pruhy je měřítkem tloušťky nátěru [Lukavský, 1988].

$$h = 10L \cdot \sqrt{(2n \cdot n) - 1}$$

h ... tloušťka nátěru v μm , L ... rozdíl údajů mikrometru, N ... zvětšení mikroskopu, n ... index lomu nátěru

Odstraněním nátěru: jedná se o destruktivní metodu, která spočívá ve zjišťování tloušťky nátěru srovnáním tloušťky vzorku s nátěrem a bez něho [Polášek, 2003]. Za výhodu se považuje rychlé a poměrně přesné stanovení nenáročné na přístrojové vybavení [Kalendová, 2001-2002]. Vzorek je pevně přidržován proti směru

tahu řezného nástroje, díky jeho fixaci se docílí čistého řezu až k podkladu. Poté se indikátor přiloží na místo měření tak, aby dotykový hrot byl ve středu odstraněné vrstvy nátěru a boční podpory na vrstvě nátěru [Polášek, 2003].

Kolmým řezem: nátěr se prořízne řezným nástrojem takovým způsobem, aby vznikl řez kolmý k ploše povrchu. Za účelem změření řezu se vzorek umístí pod měřicí mikroskop tak, aby řez ležel vodorovně, a změří se tloušťka nátěru mikroskopem s chybou maximálně 1 μm [Lukavský, 1988].

1.5 EKOLOGICKÉ POVRCHOVÉ ÚPRAVY

Základním požadavkem kladeným na ekologii je co největší snížení nebo eliminování emisí VOC vylučovaných při dokončovacích pracích u povrchové úpravy povrchů na bázi dřeva i při používání výrobků z jiných materiálů, které jsou ošetřeny těmito povrchy.

Při vyhovění tohoto požadavku však musíme brát zřetel na zachování hlavní funkce povrchových úprav a to ochranné. Dále musí také splňovat požadované fyzikálně-mechanické a chemické vlastnosti.

Vývoj ekologických povrchových úprav:

Nejdůležitějším faktorem při vývoji ekologických povrchových úprav komponentů na bázi dřeva bylo snížení emisí VOC, upřednostnění surovin, které jsou z obnovitelných zdrojů, a nadále zachování jednotlivých vlastností povrchových úprav (chemických, technologických a fyzikálně-mechanických vlastností) [Tesařová, 2010].

Možné řešení snižování emisí VOC:

- snižováním obsahu rozpouštědel ze směsi vysokosušinových nátěrových hmot (High solids), tedy nátěrových hmot s obsahem netěkavých látek v jejich směsích vyšším než 65% hmotnostních.
- použitím reaktivních rozpouštědel ve směsi nátěrových hmot s cílem upravit reologické vlastnosti nátěrových hmot při nanášení. Po nanášení nátěrových hmot působí monomery ve směsi nátěrové hmoty jako ředidla, upravující konzistenci nanášené směsi nátěrové hmoty. Následně při tvorbě nátěrového filmu vstupují monomery do polymerační chemické reakce, zúčastňují se stavby polymerní sítě pojiva. Nevypařují se do ovzduší.
- nahrazením organických rozpouštědel a ředidel ve směsi nátěrových hmot anorganickým rozpouštědlem, vodou s malým obsahem organických koalescentů u vodou ředitelných nátěrových hmot. Rozeznáváme vodou ředitelné disperzní nátěrové hmoty:
 - jedno-komponentní disperzní vodou ředitelné NH
 - jedno-komponentní NH na bázi hydrofilních polymerů rozpuštěných ve vodě

- jedno komponentní NH na bázi směsi hydrofilních polymerů rozpuštěných ve vodě a vodou ředitelných disperzí
 - dvou-komponentní polyuretanové disperzní vodou ředitelné NH
 - jedno-komponentní vodou ředitelné UV zářením vytvrzované disperzní NH
 - dvou-komponentní vodou ředitelné UV zářením vytvrzované disperzní NH
- působením UV záření nebo EBC záření po nanesení na NH s obsahem volných monomerů a UV iniciátorů
 - aplikací pojiv z obnovitelných zdrojů zejména olejových NH tvořících nátěrové filmy oxypolymerační reakcí
 - využitím tepla při roztavení práškových povlakových hmot pro roztavení prášků po jejich nanesení na dokončovaný povrch a tvorbě nátěrových filmů.
- [Tesařová, 2010]

1.5.1 PRÁŠKOVÉ POVLA KOVÉ HMOTY

Prášky jsou polydisperzní systémy práškových částic (jejichž velikosti se vyskytují v rozmezí od 10nm do 500nm) na bázi epoxidových, epoxido-polyesterových, polyesterových, nenasycených polyesterových, uretanakrylát-polyesterových, akrylátových pryskyřic s aditivy, plnivy a pigmenty [Tesařová, 2010].

V 70. letech se začaly používat jako náhrada za klasické rozpouštědlové nátěrové hmoty a to hlavně z důvodu snížení růstu emisí organických těkavých látek v souladu s celosvětovým ekologickým uvědomováním [Mindoš, 1996]. Práškové hmoty lze nanášet na povrchy aglomerovaných materiálů, které jsou nahřáté na určitou teplotu (většinou 60-70°C). Z aglomerovaných materiálů můžeme využít desku MDF - středně hustou dřevovláknitou desku nebo HDF - velmi hustou dřevovláknitou desku. Od doby, kdy se dřevovláknité desky začaly pohybovat v nábytkářském průmyslu, se staly jedním z důvodů pro uskutečnění této povrchové úpravy. Z masivu se nejčastěji volí bříza, buk a další dřeviny, které mají oproti jiným vyšší odolnost vůči teplotě.

Aplikace těchto hmot na povrch lze realizovat za pomoci stříkací pistole nebo jiných zařízení např. nanášecí disky, které lze použít pro nanášení v elektrostatickém poli. Za spolupůsobení teploty dílce, která byla zmíněna výše, a okolní teploty dochází k přeměně prášku v tekutou hmotu a pouhým ochlazením lze dosáhnout konečného tedy tuhého stavu hmoty (tuhého filmu).

Mezi výhody této povrchové úpravy je nezbytné zmínit jejich výborné krycí vlastnosti, stačí pouhá jedna vrstva (kvůli tomu, že práškové povlakové hmoty nezvedají dřevní vlákna a také kvůli zmíněné zakrývací schopnosti), z toho můžeme odvodit i to, že není potřeba velkých financí [Tesařová, 2010]. Dále mají vynikající

odolnost vůči dokončovacím pracím, při dokončování nevydávají žádné emise a jiné látky zatěžující pracovníky při aplikaci [Stratil, 2007]. Není potřeba sušících zařízení pro dlouhodobé zasychání, protože tyto hmoty jsou na zasychání nenáročné. Výrobní postup lze označit za pružně fungující, protože dochází během aplikace nánosu k rychlé výměně barevného odstínu dokončujících prášků i tvaru dokončovaného dílce během nanášení. Bezpečnost provozu (práškové barvy mají podstatně lepší požární charakteristiky ve srovnání s rozpouštědlovými nátěrovými systémy).

Za nevýhody se označují například požadované teploty vytvrzování (160-200°C), potřeba delšího času při změně barevného odstínu a nebezpečí vzniku nestejněměrné tloušťky nánosu (dáno Faradayovým jevem) [Tesařová, 2010].

1.5.2 VYSOKOSUŠINOVÉ NÁTĚROVÉ HMOTY (HIGH SOLIDS)

Mezi tento typ ekologických nátěrových hmot lze zařadit systémy, jejichž obsah netěkavých látek v jejich směsi je vyšší jak 65% hmotnostní. Avšak při naředění vhodném pro nanášení na povrchy materiálů na bázi dřeva lze brát za vysokosuštinové nátěrové hmoty i ty, jejichž obsah netěkavých podílů bude vyšší než 50% hmotnostní.

Nátěrový film vzniká např. fyzikálním zasycháním, vytvrzováním UV zářením nebo chemickou reakcí s tužidlem.

Technologické vlastnosti ovlivňuje délka polymerního řetězce. Čím má polymer pojiva delší řetězec, větší molekulovou hmotnost, tím poskytuje vyšší vláčnost a pružnost nátěrovému filmu. U nátěrových hmot s dlouhými polymerními řetězci pojiva je důležité větší ředění. Naopak u kratších polymerních řetězců dosahujeme nátěrové hmoty o vyšší sušiny při nižší viskozitě, tyto typy tedy poskytují většinou lépe schnoucí nátěry, ale vzniklý nátěrový film bývá často citelně tvrdší a křehčí s horší přilnavostí, menší odolností vůči povětrnostním vlivům a občas i vyšší toxicitou. Vysokosuštinové NH mají v porovnání s klasickými typy NH obdobné jak fyzikální vlastnosti, tak i odolnosti nátěrového filmu [Tesařová, 2010].

Zvýšení sušiny ve složení vysokosuštinových nátěrových hmot za současné úpravy stupně lesku, snížení jejich viskozity při dodržení rychlosti zasychání se upravuje použitím pevných pryskyřic [<http://www.bal.cz>]. Jejich přidávkem do rozpouštědla vysokosuštinové nátěrové hmoty se může docílit zvýšení podílu netěkavých látek ve směsi až o několik procent. Další výhodou jejich použití bývá často zkrácení doby zasychání, zvýšení stupně lesku a u některých případů i zvýšení odolnosti vůči působení povětrnostních vlivů a UV záření. Mezi negativa při použití těchto pryskyřic (zejména při vyšším dávkování) zařazujeme snížení přilnavosti nátěrového filmu k podkladu, snížení odolnosti vůči působení rozpouštědel a veškerých chemikálií a také se můžou objevit projevy v tvrdosti a křehkosti nátěrové hmoty [Tesařová, 2010].

Mezi nevýhody při aplikaci vysokosuštinových nátěrových hmot jsou hlavně zvyklosti z natírání klasickými nátěrovými systémy - velké nánosy, silná vrstva

nátěrového filmu, to u nanášení vysokosušivých nátěrových hmot způsobuje tvorbu tzv. pomerančové kůry, dochází ke stékání nátěrové hmoty, špatnému odpařování ředidla (to vede ke zvýšené pórizitě nátěru) a plastifikaci nátěru. Proto je třeba striktně dodržovat doporučenou tloušťku nátěrového filmu [<http://www.bal.cz>].

Nově vyvíjené polyuretanové vysokosušivové nátěrové hmoty a jejich technologie nanášení optimalizují kvalitu, efektivitu a úroveň VOC nátěrových systémů a procesů pro řadu aplikací.

1.5.3 REAKTIVNÍ ŘEDIDLA - KOMBINAČNÍ POJIVA

Tuto skupinu lze považovat za perspektivní soubor produktů. Reaktivní ředidla nepovažujeme za organické těkavé látky, protože během tvorby nátěrového filmu netěkají do ovzduší, ale začleňují se chemickou reakcí do nátěrového filmu.

Jsou většinou vhodné jen pro systémy dvou komponentní reaktivní, kde dochází k jejich zabudování do matrice polymeru a "překrytí" některých jejich negativních vlastností. Obvykle se to týká polymerů s krátkým řetězcem. Potíže však mohou nastat kvůli vyšší toxicitě většiny těchto produktů, především reaktivních ředidel - monomerů.

Mezi negativa jak u reaktivních ředidel, tak i u kombinačních pojiv patří vyšší cena a toxicita (reaktivní ředidla), špatné schnutí, příp. "nezasychavost" bez přítomnosti reaktivního partnera - tužidla. Tyto výrobky nejsou příliš vhodné kvůli své toxicitě do systémů schnoucích na vzduchu a pro dokončování materiálů na bázi dřeva [Tesařová, 2010].

1.5.4 VODOU ŘEDITELNÉ NÁTĚROVÉ HMOTY

S cílem redukce emisí VOC látek z nátěrových systémů je jednou z nejvýznamnějších možností přejít z rozpouštědlových povrchových úprav na vodu ředitelné [Burgard, 2010]. Tento typ nátěrových hmot s ohledem na co největší snížení emisí organických těkavých látek je vhodný zejména pro extrémně namáhané tvarové plochy dřevěného nábytku a stavebně truhlářských výrobků. Nejčastěji se připravují z polyuretanových a akrylátových vodu ředitelných disperzí [Pánek, 2015].

Významný rozvoj se zaregistroval u transparentních a pigmentových vodu ředitelných systémů, především co se týče odolnosti povrchu [Hošťálek, 2007].

Jako výhody můžeme zmínit nižší toxicitu vody, která se využívá jako rozpouštědlo, nezatežující životní prostředí emisemi VOC emitovanými organickými rozpouštědly. Díky použití vody jako rozpouštědla dosahujeme již zmíněného snížení emisí VOC při nanášení, zasychání nátěrových hmot, ale i z nátěrových filmů finálních povrchových úprav za předpokladu, že splníme fyzikální, mechanické, chemické a ekologické požadavky.

Nanášením těchto nově vyvíjených polyuretanových disperzních vodou ředitelných nátěrových hmot můžeme docílit úspěšného řešení, co se týče ekologických povrchových úprav pro velice namáhané nábytkové plochy a stavebně-truhlářské výrobky, následujícími možnostmi:

a) UV zářením vytvrzovanými disperzními vodou ředitelnými polyuretanovými nátěrovými hmotami, určenými pro dokončování extrémně namáhaných stavebně-truhlářských výrobků a extrémně namáhané plochy v interiéru.

b) Dvousložkovými disperzními vodou ředitelnými polyuretanovými nátěrovými hmotami na bázi nových generací chemicky modifikovaných polyizokyanátových síťovadel a nových speciálně připravených disperzí z vícemocných alkoholů.

[Tesařová, 2010]

1.5.5 NÁTĚROVÉ HMOTY NA BÁZI NANOČÁSTIC

Jedná se o další možnost z hlediska ekologie, při které snížené množství dané látky ve formě lépe rozptýlených nanočástic by mělo umožnit totožnou ochranu ve srovnání s klasickými chemickými sloučeninami [Pánek, 2015]. Při zkoušení těchto látek se zatím nedospělo k žádnému rozhodujícímu závěru. Výzkumy, které se jimi zabývaly, zatím nedosáhly požadovaných účinků nebo byly výsledky několika prací a výzkumů proměnlivé [Chunling a kol. 2010; Reinprecht a kol. 2013].

1.5.6 PIB EMULZE

Polyisobutén je látka s vynikajícími vlastnostmi jako je např.: dlouhodobá stabilita vůči povětrnostním vlivům, dobrá přilnavost, voděodolnost, pružnost a také netoxicitá. V poslední době se daří převedení této látky do vodní emulze, od kterého se odvíjí aplikovatelnost pro povrchové úpravy dřeva a materiálů na bázi dřeva ve formě nátěrů [Pánek, 2015].

2. METODIKA PRÁCE

K vypracování této práce bylo potřeba použít články z jednotlivých výzkumů, které sloužily jako hlavní podklad pro vypracování přehledu o nátěrových systémech z hlediska životnosti vybraných vlastností. Použita byla internetová stránka Web of Science, která umožňovala získat potřebné informace k danému tématu. Jelikož se jedná o celosvětový portál, bylo nutné veškerá klíčová slova a názvy pro vyhledávání zadávat v anglickém jazyce. Bylo využito podrobnějšího vyhledávání, díky kterému šlo zregulovat celkový počet článků jen na požadované, týkající se nátěrů na dřevěné materiály. Aby bylo možné pracovat pouze s vyžadovanými články, bylo nutné zvolit konkrétnější specifikaci a to tak, že byla nastavena omezení, která pracovala pouze s výzkumy z oblastí: Science technology, Materials science. Dále se zaměřovalo na články, které byly realizovány od roku 2000 do roku 2016, aby bylo dosaženo údajů z testování nejmodernějších nátěrových systémů. Všechny informace a články se vyhledávaly pod klíčovými slovy, nikoliv přes konkrétní autory. Práce byla zaměřována na čtyři charakteristické vlastnosti nátěrových systémů, vzhledem k jejímu omezenému rozsahu, a to: lesk, změna barvy, tvrdost a přilnavost.

Používaná klíčová slova pro:

- lesk - "coatings, wood, gloss"
- změna barvy - "coatings, wood, color" nebo "coatings, wood, color, change"
- tvrdost - "coatings, wood, hardness" nebo "coatings, wood, surface hardness"
- přilnavost - "coatings, wood, adhesion"

Využity byly pouze články přístupné v plném znění. Po seznámení s abstraktem vybraného článku bylo přihlíženo k plnému znění textu pro upřesnění informací a k nahlédnutí do tabulek a grafů. Kompletní článek byl k dispozici na téže webové stránce pod možností "Full text from Publisher". V článku se hledaly informace především na podkladový materiál, použité nátěrové systémy a na výsledky daného výzkumu.

Výsledné hodnocení ze všech vybraných výsledků výzkumů byly shrnuty do tabulky, která slouží pro vyhodnocení trvanlivosti a zachování zkoumaných charakteristik nátěrových systémů. Nátěrové systémy, u kterých nebylo možné získat konkrétní chemické složení, nebyly do tabulek uvedeny.

Tabulky 3, 4, 5 a 6 slouží pro přehled výsledků z jednotlivých článků. Do každého řádku byly vypsány nátěry, které se v daném výzkumu testovaly. Nejlepší dosažený výsledek v dané zkoušce byl označen symbolem ✓✓, druhý nejlepší ✓. Pokud se porovnávaly více jak 3 nátěry, byl zakomponován do tabulky symbol ×, který vyjadřuje nejhorší výsledek ve výzkumu.

Tabulky 7, 8, 9 a 10 jsou označovány jako rozhodovací, jelikož slouží pro vyhodnocení nejlepšího a nejhoršího výsledku ze všech článků, se kterými se pracovalo, a také za jakých okolností. V těchto tabulkách tedy došlo k sečtení symbolů z předchozích tabulek a k finálnímu vyhodnocení.

3. PŘEHLED A VÝSLEDKY TESTOVÁNÍ

3.1 VYBRANÉ ČLÁNKY Z WEB OF SCIENCE

3.1.1 HODNOCENÍ POVRCHOVÉ TVRDOSTI

Autor Demirci [2013] se zabýval vlivem tepelného stárnutí na povrchovou tvrdost. Ve studii byly použity vzorky ze třech různých dřevin (*Pinus sylvestris*, *Fagus sylvatica*, *Quercus Petraea*), na které se aplikoval lak syntetický na bázi alkydové, polyuretanový a vodou ředitelný polyuretanový. Vzorky byly upraveny na 8 % nebo 12 % vlhkost a následně vyšetřovány v intervalech 20, 50, 75 a 100 dnů při teplotě 25, 50, 75 a 100 °C. Na základě výsledků lze říct, že vlhkost vzorků měla výrazný vliv na hodnotu tvrdosti nátěru. Nejvyšší hodnoty tvrdosti dosáhl alkydový lak na bukovém vzorku s 8 % vlhkostí, v době expozice 25 dnů. Nejnižší tvrdost měly vzorky z borovice s vodou ředitelným polyuretanovým nátěrem s 12 % vlhkostí. Na základě naměřených hodnot lze konstatovat, že se zvyšujícím se expozičním časem a vlhkostí klesá tvrdost. Z hlediska teploty bylo dosaženo nejslabších výsledků při teplotě 50 °C [Demirci et al. 2013].

Článek se specializoval na účinky přírodních povětrnostních vlivů z hlediska tvrdosti. Dřevěné vzorky (borovicové a bukové) byly impregnovány třemi různými chemikáliemi [tanalith-E (TN-E), Adolit-KD 5 (AD-KD 5) a měď arzeničná (CCA)]. Poté byly lakované polyuretanovým nátěrem a syntetickým lakem na alkydové bázi. Vyhodnocení probíhalo po 3 a 6 měsících. Po 3 měsících se povrchová tvrdost impregnovaných a lakem natřených vzorků zvýšila oproti vzorkům, které nebyly nijak ošetřeny. Při vyhodnocování v 6. měsíci došlo k markantní degradaci tvrdosti, konkrétně u neošetřené borovice o 74,34 % a u neošetřeného buku o 85,45 %. Tato skutečnost je důsledkem stárnutí, které změkčuje povrch dřevěných materiálů (Yalinkilic et al., 1999). Hodnoty tvrdosti u impregnovaných a následně lakovaných vzorků se snížily u borovice v rozmezí 3,16 - 48,86 % a u buku v rozsahu 53,04 - 78,95 %. Nižšího poklesu bylo dosaženo s impregnačním nátěrem, TN-E impregnace obstála lépe než CCA. Nejmenší pokles tvrdosti byl získán impregnačním nátěrem TN-E a nátěrem polyuretanovým, druhý nejlepší výsledek tvrdosti vykázal lak polyuretanový bez impregnace. Také bylo prokázáno, že polyuretanový lak představoval vyšší tvrdost nátěru více než lak alkydový [Turkoglu, Baysal et al. 2015].

Byla hodnocena povrchová tvrdost na vzorcích z borovice. Tyto vzorky se před aplikací laku impregnovaly boritany. Z boritanů byly využity kyselina boritá, borax a perborát sodný s procentuálním obsahem 1 %, 2 % nebo 3 %. Jako nátěrové materiály se použil syntetický lak na bázi alkydu a polyuretanový nátěr. Poté byla testována tvrdost povrchu. Vyhodnocení ukázalo, že předběžná impregnace boritany zvýšila tvrdost. Vyšší koncentrace boritanů poté vedly i k vyšší tvrdosti. Dřevěné povrchy

natřené polyuretanovým lakem vykazovaly vyšší povrchovou tvrdost než dřevěné povrchy ošetřené syntetickým lakem [Toker et al. 2009].

Zkouška se zaměřovala na vliv přídavku oxidu hlinitého a oxidu křemičitého v UV vodou ředitelných nátěrech. Po přidání nanočástic oxidu hlinitého nebo oxidu křemičitého se prokázalo snížení tvrdosti v důsledku jejich nahromadění. Tento jev lze vysvětlit tím, že tvrdost nátěru se odvíjí od drsnosti povrchu. Oxid křemičitý poskytuje vyšší ochranu povrchu než nátěr, který je modifikován nanočásticemi oxidu hlinitého. Pravděpodobně z tohoto důvodu se doporučuje na dřevěný nábytek, konkrétně na kuchyňské skříňky s funkcí nano-výztuh [Sow et al. 2011].

V této zkoušce se Kaygin [2008] specializoval na porovnávání běžně používaných nátěrů s nanolakem z hlediska povrchové tvrdosti. Bukové (*Fagus orientalis*) a dubové (*Quercus robur*) vzorky se ošetřily několika druhy nátěrů a to celulózovými, polyuretanovými, syntetickými, polyesterovými. Tyto nátěry se porovnávaly s nově vyvinutým ultrafialovým nanolakem vyrobeným v Turecku. Nanolak představuje nátěrový systém na polyakrylové bázi obsahující nanočástice oxidu křemičitého. I přes vysoký obsah nanočástic oxidu křemičitého se získá průzračný a transparentní film. Nově vyvinutý nanolak měl nejvyšší hodnotu tvrdosti u obou dřevin, vyšší tvrdost se zaznamenala u buku, která se vysvětluje silnější interakcí mezi nátěrem a dřevinou. U ostatních nátěrů se nezaznamenal rozdíl mezi zkoušenými dřevinami. Nanolak následovaly nátěry v daném pořadí: polyesterový, polyuretanový, celulózový a syntetický. Studie potvrdila, že vlastnosti (tvrdost) nanolaku jsou na vyšší úrovni oproti nátěrům, se kterými se porovnával. Tento druh laku se doporučuje na nábytkové plochy a parkety tedy na výrobky, které vyžadují vysokou tvrdost [Kaygin et al. 2008].

Studie se realizovala za účelem stanovení účinků tepelného stárnutí na povrchovou tvrdost. Ze dřevin byla vybrána borovice (*Pinus sylvestris*), buk (*Fagus orientalis*) a dub (*Quercus petraea*), které byly ošetřeny syntetickým (alkydovým), polyuretanovým a vodou ředitelným nátěrem na polyuretanové bázi. Vzorky se upravily na 8 % nebo 12 % vlhkost. Proces tepelného stárnutí probíhal po dobu 100 dnů, avšak měření se realizovalo každý 25. den při teplotách 25, 50, 75 a 100 °C. Bylo prokázáno, že obsah vlhkosti má vliv na konečnou tvrdost povrchu, jelikož vzorky s 8 % vlhkostí dosáhly vyšších hodnot tvrdosti než vzorky s 12 % vlhkostí. Nejvyšší hodnoty tvrdosti, z hlediska nátěrů, se zaznamenaly u polyuretanového laku a nejnižší u alkydového ve věku 100 dnů. Vzorky ve věku 75 a 100 dnů nebyly výrazně odlišné, přičemž vykazovaly vyšší hodnoty než referenční vzorky ve věku 25 a 50 dnů [Sonmez et al. 2011].

Borovicové vzorky impregnované wolmanitem-CB (CCB), tanalithem-E (TN-E) a adolitem KD 5 (AD) a poté ošetřené alkydovými a polyuretanovými laky byly hodnoceny z hlediska povrchové tvrdosti. Vzorky se podrobily zrychlenému stárnutí a

vlivem tohoto procesu se zvýšila povrchová tvrdost. Lepší povrchové tvrdosti se dosáhlo polyuretanovým nátěrem. Konkrétně nejvyšší hodnoty tvrdosti se získaly kombinací impregnace AD s polyuretanovým nátěrem. Naopak nejnižší hodnoty se zaznamenaly u impregnace TN-E s alkydovým nátěrovým systémem. Celkově ve zkoušce lépe obstály nátěry polyuretanové [Baysal et al. 2014].

Tato studie byla realizována za účelem stanovení účinku impregnace bórovými sloučeninami na tvrdost povrchu lakovaných dřevěných materiálů. Za tímto účelem, prostřednictvím podtlakové techniky, byly impregnovány kyselinou boritou a boraxem zkušební vzorky připravené z buku východního (*Fagus orientalis Lipsky*) a dubu zimního (*Quercits petrae Lipsky*). Po impregnaci byly povrchy natřeny celulózovými, syntetickými, polyuretanovými, akrylovými a vodou ředitelnými laky s kyselým průběhem. Podle druhu dřeva, impregnačního materiálu a typu laku byla tvrdost povrchu nejvyšší u dubu, který byl impregnován boraxem a následně ošetřen akrylovým lakem. Dále dobře obstál polyuretanový lak s impregnační kyselinou boritou. Nejnižší tvrdost byla vyhodnocena u dubu impregnovaného boraxem a ošetřeného syntetickým lakem. Impregnace sloučeninami bóru tedy ukázala vliv na tvrdost povrchu lakovaného dřeva [Ors et al. 2007].

Byl zkoumán účinek impregnace a bělení zaměřující se na povrchovou tvrdost. Na dubové dřevo (*Quercus petraea*) byla aplikována celá řada roztoků (1. hydroxid sodný (NaOH) a peroxid vodíku (H_2O_2); 2. NaOH, hydroxid vápenatý a H_2O_2 ; 3. NaOH, síran hořečnatý a H_2O_2 ; 4. disíran sodný $H_2C_2O_4$ (\cdot) $2H_2O$; 5. křemičitan sodný a H_2O_2 ; 6. manganistan draselný, disíran sodný a H_2O_2). Všechny roztoky byly připraveny v 18 % koncentraci za účelem vybělení impregnovaných a neimpregnovaných (přírodních) dřevěných desek. Použité impregnace: Tanalith - CBC (T- CBC) nebo Imersol - WR 2000 (I - WR 2000). Následně byl na vzorky aplikován lak na vodní bázi a poté určena tvrdost lakovaných vrstev. Mezi vzorky, které byly opatřeny nátěrem bez bělení, se naměřila nejvyšší tvrdost u impregnace T - CBC s lakem (59,50), zatímco I - WR 2000 s lakem prokázal tvrdost nejnižší (49,17). Avšak u vzorků opatřených lakem po vybělení se nejvyšší (56,50) a nejnižší (40,83) hodnoty tvrdosti laku dosáhlo u T -CBC s druhým zmíněným roztokem a I - WR 2000 se čtvrtým roztokem. Celková nejnižší tvrdost nátěru se zaznamenala u impregnace I - WR 2000 pouze s bělením. Veškeré chemické látky použité pro proces bělení snížily tvrdost povrchu. Avšak po aplikování laku vykazovaly všechny roztoky, kromě roztoků 4 a 6, hodnoty tvrdosti podobné nalakovaným přírodním (kontrolním) vzorkům [Keskin et al.. 2004].

Tato studie hodnotí charakteristiku vzorků dřeva borovice (*Pinus sylvestris*) a kaštanu (*Castanea sativa*). Tyto dřeviny byly při působení atmosférického tlaku předem impregnované měďnato - chromitým bórem (CCB) před aplikací polyuretanového laku nebo syntetického na bázi alkydu. Laky byly aplikovány jako nátěrový systém, přičemž

některé obsahovaly parafín, v tomto případě byly impregnovány do dřeva jako vodoodpudivé prostředky. Vzorky se vystavily na 3 měsíce účinkům povětrnostních vlivů v období podzimu. Po 3 měsících expozice byla testována tvrdost povrchu, která byla ve všech případech vyšší u vzorků ošetřených polyuretanovým nátěrem v porovnání s alkydovým lakem. Nejvyšší povrchové tvrdosti se dosáhlo u vzorku z kaštanu ošetřeného impregnací CCB a polyuretanovým lakem. Nejnižší hodnota tvrdosti z ošetřených vzorků se prokázala u kaštanu, na který byl aplikován pouze alkydový lak. Tomuto výsledku byla ještě velmi blízká hodnota kaštanového vzorku s parafínem a alkydovým nátěrem [Baysal et al. 2008].

V tomto článku se autor Herrera [2015] zabývá srovnáním různě tepelně modifikovaných vzorků. Vodou ředitelné nátěrové systémy na bázi alkydové a UV tvrditelné nátěry byly aplikovány na jasanové tepelně ošetřené dřevo (modifikované při teplotách 192, 200, 212 °C) a dřevo nemodifikované. Vyšší hodnoty povrchové tvrdosti byly získány u vzorků s UV tvrditelnou povrchovou úpravou, které se zvyšují s rostoucí teplotou. Nejvyšší hodnotu tvrdosti získal vzorek upravovaný při teplotě 212 °C, zatímco nejnižší povrchovou tvrdost vykázal vzorek modifikovaný při teplotě 192 °C. U obou povrchových úprav se povrchová tvrdost s rostoucí teplotou zvyšovala. Co se týče nemodifikovaných vzorků, tak u vodou ředitelných nátěrů měly nejvyšší tvrdost v porovnání s tepelně upravovanými vzorky. U vzorků s UV tvrditelnou povrchovou úpravou tomu bylo naopak [Herrera et al. 2015].

Tabulka 3 Přehled výsledků z jednotlivých článků o tvrdosti

Syntetický nátěr na bázi alkydové		Polyuretanový nátěr		Vodou ředitelný nátěr na bázi polyuretanové	
✓✓		✓			
Polyuretanový nátěr	Syntetický nátěr na bázi alkydové	Impregnace + polyuretanový nátěr	Impregnace + syntetický nátěr na bázi alkydové		
✓	×	✓✓			
Polyuretanový nátěr	Syntetický nátěr na bázi alkydové	Impregnace + polyuretanový nátěr	Impregnace + syntetický nátěr na bázi alkydové		
✓	×	✓✓			
Vodou ředitelný nátěr na bázi PUA pryskyřice		Vodou ředitelný nátěr na bázi PUA pryskyřice + nanočástice oxidu hlinitého		UV vodou ředitelný nátěr na bázi PUA pryskyřice + nanočástice oxidu křemičitého	
✓✓				✓	
Celulózoový nátěr	Polyuretanový nátěr	Polyesterový nátěr	Lak na bázi polyakrylové + nanočástice oxidu křemičitého		
×		✓	✓✓		

Polyuretanový	Syntetický nátěr na bázi alkydové	Vodou ředitelný nátěr na bázi polyuretanové	
✓✓		✓	
Polyuretanový nátěr	Syntetický nátěr na bázi alkydové	Impregnace + polyuretanový nátěr	Impregnace + syntetický nátěr na bázi alkydové
	✓✓	✓	×
Impregnace + Celulózný nátěr	Impregnace + Polyuretanový nátěr	Impregnace + Akrylový nátěr	
	✓	✓✓	
Vodou ředitelný nátěr (polyuretan-vinylová pryskyřice)	Impregnace + bělení	Impregnace + Vodou ředitelný nátěr (polyuretan-vinylová pryskyřice)	Impregnace + bělení + Vodou ředitelný nátěr (polyuretan-vinylová pryskyřice)
	×	✓✓	✓
Polyuretanový nátěr	Syntetický nátěr na bázi alkydové	Impregnace + polyuretanový nátěr	Impregnace + syntetický nátěr na bázi alkydové
✓	×	✓✓	
Vodou ředitelný nátěr na bázi alkydové		UV tvrditelný polyuretanový nátěr	
		✓✓	

Zdroj: Autorka

3.1.2 HODNOCENÍ PŘILNAVOSTI

Vodou ředitelné a UV tvrditelné nátěry byly aplikovány na jasanové tepelně modifikované dřevo (modifikované při teplotách 192, 200, 212 °C) a na dřevo nemodifikované. Tepelně modifikované dřevo vykázalo lepší přilnavost ve srovnání s tepelně neošetřeným. Nejvýraznější zlepšení se vyskytovalo u vzorků upravených při 212 °C, které také dosáhly nejvyšší tvrdosti při UV vytvrzení. Úpravy s UV vytvrzením zachovávají hydrofobní účinek tepelně upravovaného dřeva, zatímco vodou ředitelné nátěry zvyšují smáčivost. Při vyhodnocování mřížkovou metodou vykazovaly UV tvrditelné nátěry vyšší hodnoty přilnavosti než vodou ředitelné. Tepelná úprava neměla žádný negativní vliv na elastické vlastnosti povlaků. Z toho vyplývá, že je umožněno dokončení s různými nátěrovými systémy při stejných podmínkách jako u dřeva nemodifikovaného [Herrera et al. 2015].

Byly studovány účinky impregnace stříbrnou nano-suspencí a tepelného zpracování na adhezní síly nátěrového systému. Použily se tři dřeviny, a to buk, topol a jedle. Na vzorky se aplikoval bezbarvý lak na bázi organického rozpouštědla. Vzhledem k výsledkům lze konstatovat, že nejvyšší hodnota přilnavosti se naměřila u buku, který byl pouze tepelně zpracován při teplotě 145 °C (5,7MPa). Nejnižší hodnotu vykázal topolový vzorek impregnovaný nanostříbrem, který podstoupil tepelné zpracování při

185 °C (2,5 MPa) z důvodu degradace hemicelulóz v buněčné stěně. Adheze úzce korelovala s hustotou a mechanickými vlastnostmi použitých dřevin, jelikož tepelné zpracování tvrdších dřevin mělo za následek zvýšení adheze. Tento jev byl důsledkem nižšího obsahu vlhkosti a nevratných vodíkových vazeb v buněčné stěně [Taghiyari et al. 2015].

Autor článku Kesik [2015] se zabýval vlivem tepelného zpracování na adhezi nátěrových systémů k povrchu dřeva. Vzorky byly zhotoveny ze 4 různých dřevin (*Pinus nigra*, *Pinus brutia*, *Quercus petraea*, *Castanea Sativa*). Následně podstoupily modifikaci ve třech různých teplotách 130, 180 a 230 °C, ve dvou různých časových intervalech (2 a 8 hodin) za atmosférického tlaku. Poté byl na vzorky aplikován vodou ředitelný lak. Nátěr vykazoval nejvyšší přilnavost u *Quercus petraea* při nejnižší teplotě zpracování 130 °C (3,33 MPa), následovala dřevina *Castanea sativa* (2,19 MPa) a poté *Pinus nigra* (1,78 MPa). Nejnižší hodnota přilnavosti se vykazovala u *Pinus brutia* (1,65 MPa) při teplotě zpracování 230 °C. Přilnavost se snižovala s rostoucím časem a teplotou. Lze tedy považovat čas a teplotu za důležité faktory, které mohou významně ovlivnit přilnavost nátěru k podkladu. Kromě toho u organických povrchů může být zahájeno spalování nad 180 °C, co má za následek zvýšení drsnosti povrchu a drsnost je dalším faktorem ovlivňující adhezi nátěrových systémů [Kesik, Akyildiz et al. 2015].

Zjišťování přilnavosti mřížkovou zkouškou u materiálů na bázi dřeva, konkrétně u dřevotřískových desek (DTD) a dřevovláknitých desek (DVD), které byly ošetřeny dvěma druhy nátěrových hmot (polyuretanovými a celulóзовými). Nejvyšší přilnavost (3,62 MPa) byla vyhodnocena u středně tvrdé dřevovláknité desky (MDF) na kterou byla aplikována celulózová nátěrová hmota. Dřevotřísková deska se stejnou povrchovou úpravou dosáhla hodnoty přilnavosti 2,1 MPa. V obou případech povrchových úprav na základě analýzy lze konstatovat, že typ barvy a způsob aplikace nemají žádný významný vliv na přilnavost nátěru. Důležitým faktorem ovlivňující adhezi v této studii byl rozdílný povrch materiálů a tloušťka nátěru [Dilik et al. 2015].

Cílem studie bylo zhodnotit adhezní pevnost profilometrem 4 druhů dřevin (buk, olše, jedle, smrk) potažených celulózovým lakem. Všechny vzorky byly přebroušeny brusným papírem o zrnitosti 80 nebo 180 před aplikací laku. Nejvyšší hodnoty adheze se naměřily u buku (2,42 MPa) v tangenciálním směru, který byl přebroušen brusným papírem zrnitosti 80, druhá nejlepší přilnavost se získala opět u buku (2,36 MPa) v tangenciálním směru, avšak se zrnitostí brusného papíru 180. Nejnižší hodnota adhezní pevnosti se naměřila u jedle (1,86 MPa) v radiálním směru se zrnitostí brusného papíru 180. V tomto případě vzorky s vyšší drsností povrchu vykazovaly i vyšší přilnavost mezi podkladem a lakem, tento jev má za následek vyšší adhezní pevnost [Ozdemir et al. 2015].

Přilnavost nátěrových systémů je nejvíce ohrožena ve vlhkém prostředí. Studie se zabývala kvantitativní analýzou přilnavosti VOC nátěrů na dřevo. Tato metoda je

založena na měření přilnavosti za vlhka, zaměřující se na měření síly potřebné k odloupení nátěru od podkladu. Byla použita páska s polyesterovým podkladem a kaučukovým lepidlem, která se neodlupovala ručně, ale strojně při rychlosti 30 mm/min pod úhlem 180°. Zaměřovalo se na nátěry s nižším a vyšším penetračním stupněm, mezi kterými byl značný rozdíl. Konkrétně se použilo 6 druhů polymerních pojiv a to akrylová disperze, akrylové emulze s nižší a vyšší penetrací, alkydová emulze, vysoce pevný alkyd a rozpouštědlový alkyd. Nátěry s lepší penetrací vykazovaly lepší přilnavost. Působením vodní páry se snižovala adhezní pevnost, avšak pokles přilnavosti byl mnohem výraznější při kontaktu dřeva s kapalnou vodou. Po působení kapalné vody se nejnižší přilnavost naměřila u akrylových nátěrů a nejvyšší adhezi vykazaly alkydové vysoce pevné povlaky [de Meier et al. 2000].

Hodnocení polyuretanového laku ve srovnání se syntetickým lakem na alkydové bázi v exteriéru. Vzorky před aplikací nátěru byly impregnovány složkami chrom - měď - bor (CCB), vodo odpudivou impregnací (WR) nebo nebyly nijak předem ošetřeny. Ze dřevin byla použita borovice (*Pinus sylvestris*) a kaštan (*Castanea sativa*). Vzorky se nacházely v prostředí, po dobu 9 měsíců, kde převládá vlhké počasí. Měření probíhalo v 6. a 9. měsíci. S CCB impregnací měl lepší přilnavost lak syntetický na bázi alkydu. Rozdíly byly především před vložením do vlhkého prostředí a po 9. měsíci. Lépe obstál lak syntetický na bázi alkydu bez impregnace. U polyuretanového nátěru docházelo po 6. měsíci ke snižování přilnavosti. U laku syntetického na alkydové bázi docházelo po 6. měsíci ke zvyšování adheze, jelikož tento lak má tendenci získávat nebo udržovat přilnavost v zimním období, kterému odpovídalo období po 6. měsíci. S WR ochranou obstál lépe lak polyuretanový. Lze z výsledků konstatovat, že syntetický lak na alkydové bázi obstál lépe než polyuretanový [Yalinkkiliç, İlhan et al. 2000].

Byly studovány vybrané povrchové vlastnosti borovice (*Pinus brutia*) předem impregnované boritany. Jako boritany byly použity kyselina boritá, borax a perborát sodný s procentuálním obsahem 1 %, 3 % nebo 5 %. Z nátěrových materiálů byl použit alkydový a polyuretanový lak. Poté byla testována přilnavost nátěru k dřevěnému povrchu. Výsledky ukázaly, že předem provedená impregnace měla za následek snížení adheze nátěru a vyšší koncentrace boritanů pak vedly k dalšímu snižování přilnavosti. Nejvyšší hodnoty adheze se pohybovaly v rozmezí 4 - 4,1 MPa, které získal syntetický lak na bázi alkydu s nepatrným rozdílem oproti laku polyuretanovému. Nejnižších hodnot přilnavosti se dosáhlo u vzorků, které byly předem naimpregnované 5 % boraxem nebo perborátem sodným před aplikací polyuretanového nebo alkydového nátěru [Toker et al. 2009].

Zkouška se zaměřovala na ovlivnění přilnavosti přidávkem oxidu hlinitého a oxidu křemičitého do UV vodou ředitelných nátěrů. Z výsledků testu vyplývá, že všechny naměřené hodnoty adheze jsou vyšší u UV vodou ředitelných nátěrových hmot obsahujících nanočástice oxidu křemičitého ve srovnání s nátěrem bez modifikace.

Nejvyšší hodnota adheze byla naměřena u nátěru s přidavkem nanočástic oxidu křemičitého s 3 % obsahem. Co se týče modifikovaných nátěrů, nejnižší adheze byla zaznamenána u nátěrů s oxidem hlinitým s obsahem 3 %. U oxidu hlinitého adheze klesala s rostoucím obsahem nanočástic. Přilnavost modifikovaného nátěru s oxidem křemičitým se snižovala s obsahem větším jak 3 %. Všeobecně lze však konstatovat, že lepší adheze se dosáhlo s modifikovaným nátěrem [Sow, Riedl et al. 2011].

Na tepelně modifikované dřevo, které se upravovalo při teplotách 192, 200 a 212 °C, se aplikovaly vodou ředitelné nátěry na alkydové bázi nebo UV tvrditelné nátěry. Tyto vzorky se porovnávaly s jasanovým nemodifikovaným dřevem. Tepelně modifikované dřevo se vyznačovalo zlepšenou přilnavostí, především u vzorků upravených při 212 °C a ošetřených UV tvrditelným nátěrem. Vodou ředitelné nátěry dosáhly slabé přilnavosti na nemodifikovaném dřevě. Je možné, že UV tvrditelné nátěry by mohly vést k lepší interakci s modifikovaným dřevem než vodou ředitelné laky [Herrera et al. 2015].

Tabulka 4 Přehled výsledků z jednotlivých článků o přilnavosti

Vodou ředitelný nátěr na bázi alkydové			UV tvrditelný nátěr polyuretanový		
			✓✓		
Bezbarvý lak na bázi organického rozpouštědla			Impregnace + Bezbarvý lak na bázi organického rozpouštědla		
✓✓					
Polyuretanový nátěr			Celulózový nátěr		
✓✓					
Polyuretanový nátěr			Celulózový nátěr		
			✓✓		
Polyuretanový nátěr			Akrylový nátěr		
✓✓					
Akrylová disperze	Akrylová emulze s nižší penetrací	Akrylová emulze s vyšší penetrací	Alkydová emulze	Vysoce pevný alkyd	Rozpouštědlový alkyd
	×			✓✓	✓
Akrylový nátěr		Alkydový nátěr		Hybridní nátěr	
✓✓		×		✓✓	
Polyuretanový nátěr			Syntetický nátěr na bázi alkydové		
Polyuretanový nátěr	Syntetický nátěr na bázi alkydové		Impregnace + polyuretanový nátěr	Impregnace + syntetický nátěr	
✓	✓✓		×	×	

Polyuretanový nátěr	Syntetický nátěr na bázi alkydové	Impregnace + polyuretanový nátěr	Impregnace + Syntetický nátěr na bázi alkydové
	✓✓	✓✓	
Vodou ředitelný nátěr na bázi PUA pryskyřice	Vodou ředitelný nátěr na bázi PUA pryskyřice + nanočástice oxidu hlinitého	Vodou ředitelný nátěr na bázi PUA pryskyřice + nanočástice oxidu křemičitého	
	✓	✓✓	
Polyuretanový nátěr	Celulózový nátěr	Vodou ředitelný polyuretanový nátěr	
✓✓	×	✓	

Zdroj: Autorka

3.1.3 HODNOCENÍ LESKU

Dřevěné vzorky (borovicové a bukové) byly impregnované třemi různými chemikáliemi [tanalith-E (TN-E), Adolit-KD 5 (AD-KD 5), měď arzeničná (CCA)] s cílem zhodnotit účinky přírodních povětrnostních vlivů na lesk. Poté byly lakované polyuretanovým a syntetickým lakem na alkydové bázi. Vyhodnocení probíhalo po 3 a 6. Avšak ještě před působením povětrnostních vlivů byl výrazný rozdíl v hodnotách lesku u obou dřevin, jelikož u neošetřených vzorků byly hodnoty lesku značně nižší. Nejvyšších hodnot lesku dosáhly ty vzorky, které byly pouze natřeny polyuretanovým lakem. Tento výsledek byl stejný pro obě dřeviny. Druhé nejvyšší hodnoty lesku dosáhly vzorky impregnované CCA a natřené polyuretanovým nátěrem. Hodnoty lesku impregnovaných a následně lakovaných vzorků měly nižší hodnoty než vzorky pouze ošetřené lakem. Hodnoty lesku se mírně snížily u obou variant ošetření se po 3 měsících. Po 6 měsících byl pokles hodnot značně výraznější. Nejvyšší pokles byl vyhodnocen u borovice (*Pinus sylvestris L.*), u které došlo ke ztrátě lesku. U bukových vzorků byl výrazný pokles lesku u vzorků s impregnací TN-E a polyuretanovým lakem [Turkoglu et al. 2015].

Ozdemir ve svém výzkumu [2015] došel k závěru, že drsnost povrchu a adhezní síla závisí na druhu dřeva a jeho chemickém složení konzervačních látek. Obecně lze tedy říct, že vodou ředitelné látky na ochranu dřeva zvyšují drsnost povrchu, zatímco u nátěrů na bázi organických látek se dospělo k opačnému závěru, jelikož organické báze zvýšily hodnotu lesku [Ozdemir et al. 2015].

Zkouška se týkala ztráty lesku šelakových a polyuretanových nátěrů vystavených UV záření. Povrchové úpravy chrání povrch dřeva před externími vlivy, zlepšují vzhled dřeva a zvyšují jeho lesk. Při nepřetržité vnější expozici postupně snižují UV paprsky postupně kvalitu filmu, čímž dochází ke ztrátě lesku. V této studii byly použity dva běžně dostupné krycí nátěry s cílem zhodnotit ztrátu lesku z důvodu UV záření. Na povrchy eukalyptových vzorků byly aplikovány dva krycí nátěry (polyuretanový (PU) nebo lihový šelak). Úrovně lesku byly sledovány při různé době

působení UV světla a měřeny pravidelně během 20 hodin expozice. Pozorování a analýza odhalily, že přirozený lesk neošetřených vzorků eukalyptu byl nejméně ovlivněn při expozici UV záření, přičemž ztráta lesku byla pouze 8,3 % - 10 %. Povrchy opatřené PU a šelakem také vykazaly velmi malou ztrátu lesku (6,9 % - 15,4 %), přičemž nejvíce lesku ubylo během prvních 40 hodin expozice. Z hlediska nátěrů obstál lépe lihový šelak, avšak oba krycí nátěry v této studii byly dost účinné na to, aby udržely lesk ošetřeného povrchu při expozici UV záření [Ghosh et al. 2015].

Vliv tepelného stárnutí na lesk, které působí na vzorky (*Pinus sylvestris*, *Fagus orientalis*, *Quercus Petraea*) opatřených lakem alkydovým, polyuretanovým a vodou ředitelným na polyuretanové bázi. Vzorky obsahovaly 8 % nebo 12 % vlhkost a byly zkoumány v intervalech 25, 50, 75 a 100 dnů při teplotách 25, 50, 75 a 100 °C. Výsledkem byl pokles lesku s rostoucím časem i teplotou. Nejvyšší hodnota lesku se naměřila u vzorků s 12 % vlhkostí opatřených syntetickým alkydovým lakem ve stáří 25 dnů při teplotě 25 °C. Nejvyšší pokles lesku, co se týče nátěrů, se zaznamenal u polyuretanového nátěrového systému [Demirci et al. 2013].

Akryl-polyuretanové povlaky, které mají vysokou odolnost proti stárnutí, byly i přesto modifikovány přidavkem extraktu z kůry nebo byly doplněny stabilizátorem ligninu. Tato modifikace se realizovala za účelem, aby se ještě více zvýšila jejich účinnost při stárnutí dřeva. Tyto nátěry se porovnávaly s akryl-polyuretanovými povlaky obsahujícími organické UV stabilizátory. Tepelně ošetřené vzorky (*Jack Pine* - borovice, *Quaking Aspen* - osika, *White Birch* - bříza) se vystavily zrychlenému stárnutí v prostředí, kde působily hlavní faktory, konkrétně UV záření a voda ve formě vlhkosti. Akrylové polyuretanové nátěry obsahující extrakt z kůry nebo stabilizátor ligninu byly účinnější při ochraně tepelně ošetřených povrchů ve srovnání s organickými UV stabilizátory. Hlavním důvodem je proniknutí UV záření přes nátěr, tím se zahájila degradace povrchu dřeva, která měla za následek změnu barvy. Po 672 hodinách se nepodařilo efektivně chránit podkladový materiál [Kocaefe et al. 2012].

V této studii byl hodnocen polyuretanový lak ve srovnání se syntetickým lakem na alkydové bázi v exteriéru. Vzorky před aplikací nátěru byly impregnovány složkami chrom - měď - bor (CCB), vodo odpudivou impregnací (WR) nebo nebyly nijak předem ošetřeny. Ze dřevin se použila borovice (*Pinus sylvestris*) a kaštan (*Castanea sativa*). Vzorky se nacházely v prostředí, po dobu 9 měsíců, kde převládalo vlhké počasí. Měření probíhalo v 6. a v 9. měsíci. CCB impregnace velmi stabilizovala povrchovou barvu laku u obou dřevin. Avšak tato impregnace snížila lesk u polyuretanového laku. Výrazné zvýšení lesku se zaznamenalo u syntetického laku na bázi alkydu bez impregnace, a to u obou dřevin. Hlavním důvodem je citlivost tohoto typu laku na venkovní prostředí, které pozitivně ovlivňuje změnu lesku v závislosti na čase. Druhého nejlepšího výsledku dosáhl polyuretanový nátěr bez impregnace. Nejhorší trvanlivost z

hlediska lesku se zaznamenala u CCB impregnace se syntetickým lakem na bázi alkydu. [Yalinkilic et al. 2000].

V této studii byla aplikována mikrofibrilová celulóza (MFC) a nanokrystalická celulóza (NCC) jako aditiva (s max. obsahem 5 %) do vodou ředitelného nátěru na dřevo na bázi akrylátu nebo polyuretanu. Tento proces se realizoval za účelem zlepšení mechanické odolnosti ošetřených dřevěných povrchů. Po aplikaci byly charakterizovány optické vlastnosti (konkrétně lesk) vytvrzených nátěrů. Díky vyšší drsnosti povrchu vykázaly celulózou plněné nátěry mnohem nižší úroveň lesku než nemodifikované nátěry. Tato skutečnost dokázala nastínit, že nanocelulóza funguje jako matovací prostředek. Hodnoty lesku se snižovaly s rostoucím obsahem MFC a NCC. Lesk byl hodnocen pomocí přístroje micro-TRI-gloss, při čemž na každém vzorku byla provedena 3 měření ve směru vláken. [Veigel et al. 2014].

Byly studovány některé povrchové vlastnosti borovice (*Pinus brutia*) za účelem vyhodnocení lesku. Vzorky byly předem impregnované boritany před aplikací laku. Jako boritany byly použity kyselina boritá, borax a perborát sodný v procentuálním zastoupení 1 %, 3 % nebo 5 %. Z nátěrových hmot se použil syntetický lak na bázi alkydové a polyuretanový nátěr. Výsledky ukázaly, že předběžná impregnace lakované vrstvy boritany zvýšila hodnotu lesku a vyšší koncentrace boritanů také vedly k vyššímu lesku. Dřevěné povrchy natřené polyuretanovým lakem vykazovaly vyšší lesk než dřevěné povrchy opatřené syntetickým lakem na alkydové bázi [Toker et al. 2009].

Zkouška zaměřující se na vliv oxidu hlinitého a oxidu křemičitého v UV vodou ředitelných nátěrových systémech na bázi polyuretan-akrylových pryskyřic. Očekávalo se, že se sníží lesk po přidání nanočástic, při čemž se zvýší drsnost povrchu. Toto tvrzení bylo po vyhodnocení potvrzeno. Z hlediska modifikovaných nátěrů, tak u nátěrů UV vodou ředitelných obsahujících nanočástice oxidu hlinitého, s výjimkou u obsahu 1 % nanočástic, je lesk nižší než u nátěrů, které obsahují nanočástice oxidu křemičitého [Sow et al. 2011].

V článku Alblas [2002] "Posuzování vlastností nátěrů používaných v truhlářství" se na dřevěné okenní prvky aplikovaly 3 druhy nátěrových systémů a to: vodou ředitelné nátěry na bázi alkydových a akrylových pryskyřic, vodou ředitelné nátěry na bázi akrylátových pryskyřic a rozpouštědlové na bázi alkydových pryskyřic. Lesk se u alkydových nátěrů snížil v průměru o 30 %. Vodou ředitelné nátěry na bázi alkydových a akrylových pryskyřic se snížil o minimální hodnoty a to pouze ve stáří 2 let, avšak tyto hodnoty jsou zanedbatelné. U alkydových systémů se pokles lesku zaznamenal v průměru o 9 % ročně [Alblas et al. 2002].

Tepelně modifikované dřevo, které se upravovalo při třech různých teplotách (192, 200 a 212 °C) bylo ošetřeno povrchovou úpravou. Jednalo se o vodou ředitelné nátěry na alkydové bázi a UV tvrditelné nátěry. Tyto vzorky se porovnávaly s jasanovým nemodifikovaným dřevem. Lesk se měřil třikrát na každém vzorku podél a

napříč vláken pod úhlem 60°. Na všech nátěrem neupravovaných vzorcích byl stupeň lesku přiřazen k matnému kromě vzorku, který nebyl tepelně upravován a měřen napříč vláken. Vysokého lesku se dosáhlo u vodou ředitelných nátěrů. U měření podél vláken se lesk snižoval se vzrůstající teplotou, v měření napříč vláken byl nejvyšší lesk u vzorku upraveného při teplotě 192 °C. Nejnižší hodnotu lesku vykazoval vzorek s UV tvrditelným nátěrem upravený při 192 °C [et al. 2015].

Studovaly se účinky tureckého mramorování na hodnotu lesku. Pro zkoušku estetických charakteristik, v tomto případě lesku, byly použity dvě dřeviny, konkrétně borovice, buk a středně tvrdá dřevovláknitá deska (MDF). Na tyto vzorky se aplikovaly nátěry celulózové, polyuretanové a syntetické na alkydové bázi po tureckém mramorování. Nejvyšší lesk byl naměřen při úhlu 60° na borovici (96,9), která byla ošetřena polyuretanovým nátěrem, nejnižší hodnota lesku (71,0) se zaznamenala u MDF. Celkově ze všech měření obstál nejlépe polyuretanový a nejhůře celulózový nátěr [Goktas et al. 2010].

Tabulka 5 Přehled výsledků z jednotlivých článků o lesku

Polyuretanový nátěr		Syntetický nátěr na bázi alkydové		Impregnace + polyuretanový nátěr		Impregnace + syntetický nátěr na bázi alkydové	
✓✓				✓		×	
Vodou ředitelný na bázi polyuretanové - transparentní	Vodou ředitelný na bázi polyuretanové - bílý pigment	Vodou ředitelný na bázi polyuretanové - červený pigment	Vodou ředitelný na bázi polyuretanové - metalický	Vodou ředitelný na bázi polyuretanové - keramický			
✓		✓✓	×				
Lihový šelak		Polyuretanový nátěr		Neošetřený dřevěný podklad			
✓✓		✓					
Akrylový polyuretanový nátěr s extraktem			Akrylový polyuretanový nátěr s UV stabilizátory				
✓✓							
Vodou ředitelný nátěr na bázi alkydové a akrylové		Vodou ředitelný nátěr na bázi akrylové		Rozpouštědlový nátěr na bázi alkydové			
✓✓		✓					
Vodou ředitelný nátěr na bázi alkydové			UV tvrditelný nátěr				
✓✓							
Polyuretanový nátěr		Syntetický nátěr na bázi alkydové		Impregnace + polyuretanový nátěr		Impregnace + syntetický nátěr	
✓		✓✓				×	
Vodou ředitelný nátěr na bázi akrylové + mikrofibrilová celulóza		Vodou ředitelný nátěr na bázi akrylové + nanokrystalická celulóza			Vodou ředitelný nátěr na bázi akrylové		
		✓			✓✓		

Polyuretanový nátěr	Syntetický nátěr na bázi alkydové	Impregnace + polyuretanový nátěr	Impregnace + syntetický nátěr na bázi alkydové
×		✓✓	✓
Vodou ředitelný nátěr na bázi PUA pryskyřice	Vodou ředitelný nátěr na bázi PUA pryskyřice + nanočástice oxidu hlinitého	Vodou ředitelný nátěr na bázi PUA pryskyřice + nanočástice oxidu křemičitého	
✓✓		✓	
Syntetický nátěr na bázi alkydové	Dvousložkový polyuretanový nátěr	Vodou ředitelný nátěr na bázi polyuretanové	
✓✓		✓	
Impregnace + Celulózný nátěr	Impregnace + Polyuretanový nátěr	Impregnace + Syntetický na bázi alkydové	
	✓✓	✓	

Zdroj: Autorka

3.1.4 HODNOCENÍ BAREVNÝCH ZMĚN

UV tvrditelné polyuretan - akrylátové transparentní pryskyřice byly vystaveny zrychlenému zvětrávání po dobu 1200 hodin. Nátěry byly aplikovány s přídavkem nebo bez přídavku celulózných nanokrystalů (CNC) za účelem zjištění barevných změn. Z výsledků bylo zřejmé, že přídavek CNC zlepšuje nejen mechanické vlastnosti, ale i barevnou stálost. Testování bylo prováděno pro jednovrstvé i vícevrstvé nátěry, při čemž vyšší barevná stabilita byla dosažena vícevrstvámi nátěry. Barevnost byla měřena každých 100 hodin [Vardanyan, Galstian et al. 2015].

Ve studii se autor Turkoglu [2015] zaměřoval na účinky povětrnostních vlivů na barevnou stálost. Vzorky z buku (*Fagus orientalis*) a borovice (*Pinus sylvestris*) byly impregnované a poté lakované syntetickým lakem na bázi alkydové nebo polyuretanovým nátěrem. Pro impregnaci se využily chemické látky tanalith-E (TN-E), adolit-KD 5 (AD-KD 5) a měď arzeničná (CCA). Zatímco se použitím laku zvýšila lesklost, tak impregnace tuto charakteristiku dřevěných vzorků naopak snížila před povětrnostními vlivy. Přírodní zvětrávání způsobilo změnu barvy (nazelenání, namodráání). Celková změna barvy se zvyšovala s delším expozičním časem v přírodních povětrnostních podmínkách. Nejvyšší stability barvy se dosáhlo u vzorků, pokud byly impregnované a lakované na rozdíl od vzorků, které nebyly nijak ošetřeny. Barevných změn bylo méně u dřeviny buk. Nejlepší výsledek se získal s impregnací TN-E a nánosem polyuretanového laku a to u obou dřevin. Nejvýraznější změna barvy se stanovila u neošetřených vzorků a podkladových materiálů s polyuretanovým nátěrem bez impregnace [Turkoglu et al. 2015].

Zkouška se zaměřovala na hodnocení vzorků ošetřených polyuretanovým lakem, který se porovnával se syntetickým lakem na alkydové bázi. Vzorky před aplikací

nátěru byly impregnovány složkami chrom - měď - bor (CCB), vodo odpudivou impregnací (WR) nebo nebyly nijak předem ošetřeny. Ze dřevin se použila borovice (*Pinus sylvestris*) a kaštan (*Castanea sativa*). Vzorky se nacházely v exteriérovém prostředí po dobu 9 měsíců, kde převládalo vlhké počasí. Měření probíhalo v 6. a 9. měsíci. CCB impregnace velmi stabilizovala povrchovou barvu laku u obou dřevin, avšak WR impregnace dosáhla lepších výsledků. Polyuretanová úprava již po 6 měsících vykazovala výrazné barevné změny u obou dřevin, zatímco syntetický lak obstál lépe. Nejnižší hodnoty barevné změny u borovice se dosáhlo s CCB impregnací a alkydovým lakem. U kaštanu naopak s polyuretanovým lakem s CCB impregnací. Co se týče WR impregnace, nejnižší barevné změny se naměřily u kaštanu ošetřeného polyuretanovým nátěrem. Vzorky ošetřeny pouze nátěrem měly nejlepší výsledky s alkydovým nátěrovým systémem. Ze všech naměřených výsledků lze však konstatovat, že syntetický lak obstál lépe než polyuretanový [Yalinkilic et al. 2000].

Účelem zkoušky bylo stanovit barevné změny po zrychleném stárnutí polyuretanových, celulózových a akrylových nátěrů, které se aplikovaly na povrch borovice (*Pinus sylvestris*), buku (*Fagus orientalis*) a dubu (*Quercus petraea*). Po urychleném stárnutí se změna barvy stanovila pomocí kolorimetru (zařízení Minolta CR-321). Výsledky ukázaly, že ze všech dřevin se nejvíce barevných změn objevovalo na borovicovém podkladu, a to za použití všech druhů nátěrů. To je pravděpodobně zapříčiněno obsahem pryskyřic a éterických olejů. Nejvyšší změna barvy se naměřila u celulózového nátěru, která pravděpodobně souvisí se změkčovadlem obsaženým v tomto laku. Naopak nejmenší změna barvy se vyhodnotila s akrylovým nátěrem [Budakci, Korkut, Esen, 2010].

Pro vyhodnocení změny barvy po umělém zvětrání se využily rozpouštědlové a vodou ředitelné nátěry. Na 8 vzorků se aplikoval poloprůhledný nátěr a na 9 vzorků neprůhledný. Pro oba typy laků se použilo několik bází, jmenovitě: akrylová, alkydová, polyuretanová, polyuretan - akrylová, při čemž pro rozpouštědlový nátěr se aplikovala pouze báze alkydová. Poloprůhledné nátěry byly zastoupeny ještě jednou bází, a to akryl - alkydovou. Barva se stanovovala před působením povětrnostních vlivů a každých 500 hodin během jejich působení. Po 2000 hodin neprůhledné nátěry vykazovaly hodnotu delta E menší než poloprůhledné. Při porovnávání jednotlivých nátěrů obstály lépe vodou ředitelné nátěry z poloprůhledných nátěrů. Z hlediska neprůhledných nátěrů vykazovaly vyšší barevnou stabilitu rozpouštědlové nátěry. Konkrétně z poloprůhledných nátěrů představoval nejlepší barevnou stabilitu vodou ředitelný nátěr na bázi akrylové a nejhorší nátěrový systém rozpouštědlový na bázi alkydové. U neprůhledných nátěrů obstál nejlépe lak rozpouštědlový na bázi alkydové a nejhůře vodou ředitelný nátěr s bází akryl-alkydovou [Van den Bulcke, Van Acker, 2008].

Na dřevěné okenní komponenty bylo aplikováno několik druhů nátěrových systémů. Použily se nátěry, které se často uplatňují v truhlářství: vodou ředitelné nátěry na bázi alkydových a akrylových pryskyřic, vodou ředitelné nátěry na bázi akrylátových pryskyřic a rozpouštědlové na bázi alkydových pryskyřic. Použité nátěrové systémy byly zkoušeny po dobu 6 let. Nejvyšší barevné změny nastaly u alkydových rozpouštědlových systémů. Vodou ředitelné nátěry na bázi alkydových a akrylových pryskyřic vykazují naopak nejnižší změnu barvy [Alblas et al. 2002].

Zkouška byla realizována s cílem zjistit změny povrchové barvy na vzorcích borovice (*Pinus sylvestris*) a buku (*Fagus orientalis*) vystavených do exteriéru. Polovina vzorků byla bělena 25 % roztokem hydroxidu sodného a druhá polovina 17,5 % roztokem peroxidu vodíku. Dále se na vzorky aplikoval alkydový nebo polyuretanový lak. Po nánosu laku následovalo vystavení vzorků do exteriéru po dobu 12 měsíců. Nejvyšší barevná změna byla vyhodnocena u dřeviny buk, která nebyla nijak ošetřena. Z ošetřených vzorků nejvyšší hodnoty barevné změny dosáhla borovice, která byla napuštěna 17,5 % roztokem peroxidu vodíku. Poté následovala opět borovice s 25 % roztokem hydroxidu sodného. U vzorků ošetřených bělením a lakem se největší barevná změna dostavila u buku s 25 % roztokem hydroxidu sodného nalakovaným syntetickým lakem, polyuretanový nátěr dopadl u obou dřevin lépe (maximální rozdíl činil 9 %). S rostoucím expozičním časem se zvyšovala hodnota barevné změny delta E [Ozcifci et al. 2010].

U třech druhů jehličnatých dřevin (borovice, smrk a jedle) se zkoumaly účinky impregnace a nátěru na změnu žlutého odstínu. Pro impregnaci se použil Immersol AQUA, který se impregnoval krátkodobě, střednědobě nebo dlouhodobě. Účinek impregnace byl nejvyšší ve střednědobém působení a nejnižší v dlouhodobém. Syntetický na alkydové bázi, akrylový, vodou ředitelný a polyuretanový lak se aplikoval na vzorky spolu s impregnací nebo bez impregnace. V kombinaci dřevo - impregnace - lak vyšla nejnižší změna žlutého odstínu pro borovicový podkladový materiál ošetřený dlouhodobou impregnací a syntetickým nátěrem. Nejvyšší změna se naměřila pro jedli s krátkodobou impregnací a akrylovým nátěrem. Pro vzorky bez impregnace byla nejvýraznější změna žlutého odstínu na borovici s vodou ředitelným lakem a nejmenší na jedli s polyuretanovým lakem [Atar et al. 2007].

Borovicové vzorky byly po ošetření vystaveny zrychlenému stárnutí, po němž se hodnotila změna barvy povrchu. Vzorky byly naimpregnovány látkami: wolmanit-CB (CCB), tanalith-E (TN-E) nebo adolit-KD5 (AD). Poté byl aplikován syntetický nátěr na alkydové bázi nebo polyuretanový lak. Měření probíhalo 5 krát na každém vzorku za použití spektrofotometru. Barevné souřadnice byly měřeny v souladu se systémem CIELab. V této studii vzorky s polyuretanovým nátěrem bez impregnace vykazovaly nejvýraznější barevné změny, pravděpodobně v důsledku fotolytického degradačního procesu polyuretanů. Ochrana na bázi mědi dokázala snížit zbarvení, jelikož dokázala

zpomalit depolymerizaci ligninu. Ochrana impregnací AD s polyuretanovým nátěrem dosáhly nejvyšší hodnoty barevné změny, nejmenší hodnotu získal opět polyuretanový lak s impregnací TN-E. Syntetický nátěr na alkydové bázi dopadl nejlépe s impregnací CCB, avšak s hodnotou barevné změny vyšší než u impregnace TN-E s polyuretanovým lakem. Z výsledků studie lze říct, že impregnace na bázi mědi nebo chromu napomáhá ke snížení barevných změn [Baysal et al. 2014].

Byly zkoumány účinky UV záření a sprchování vodou na povrchovou charakteristiku - barvu. Borovicové podkladové materiály byly ošetřeny přírodními oleji z petržele, granátového jablka, lněného, řepkového, sezamového, sojového nebo černého kmínu a následně vystaveny umělému stárnutí. Po 600 hodinách v expozici se zahájilo měření pomocí spektrofotometru. Nejlepší stabilizace barvy dosáhl olej z granátového jablka, poté následoval olej z černého kmínu. Z výsledků však lze konstatovat, že všechny oleje vykázaly po 600 hodinách menší barevné změny ve srovnání s neošetřenými vzorky. Změny barvy se nejvýrazněji změnily po 100 hodinách expozice. Bylo tedy potvrzeno, že přírodní oleje zpomalují barevné změny povrchu [Ozgenç et al. 2013].

V této studii byly zkoumány vodou ředitelné nátěry. Tyto nátěrové systémy jsou čím dál více používány na povrchovou úpravu nábytku za účelem dodržení právních předpisů v oblasti životního prostředí. Pro hodnocení estetických vlastností se aplikovaly vodou ředitelné polyuretanové nátěry. Vzorky byly vystaveny umělému zvětrávání působením UV záření. Byly použity 3 typy nátěrových systémů na bázi vody: transparentní (A), bílé pigmentové (B), červené pigmentové (C), metalické (D) a keramické (E). Přítomnost a typ pigmentu měly vliv na účinky povětrnostních vlivů. Získané výsledky tedy zdůraznily rozdíl mezi pigmentovými a transparentními systémy. Systémy bílé pigmentové, metalické a keramické měly nízké hodnoty delta E, pod hranici 1, bez výrazných rozdílů mezi sebou. Avšak nátěry transparentní a červené pigmentové měly své výsledky za hranicí 1, kterou je schopen člověk vnímat očima. Důvodem může být nízká odolnost červených organických pigmentů vůči UV záření. V případě průhledných nátěrů je změna v korelaci s nepatrnou modifikací pojiva [Scrinzi et al. 2010].

Pro zkoušku hodnocení barevných změn byly použity exotické dřeviny, konkrétně teak, kempas a merbau. Na vzorky se aplikovalo celkem 5 druhů nátěrových systémů, a to: vodou ředitelné na bázi polyuretanové, celulózové, polyuretanové, šelakové a voskové. Poté vzorky byly vystaveny slunečnímu záření po dobu 1 roku. Podle výsledků vykázal nejhorší trvanlivost z hlediska barevných změn šelak s hodnotou 16,12 u dřeviny kempas. Naopak nejnižší barevná změna se zaznamenala u polyuretanového nátěru s hodnotou 3,90 na dřevině merbau. Trvanlivost z hlediska barvy byla vyhodnocena od nejlépe dosaženého výsledku v následujícím pořadí: vodou

ředitelné na bázi polyuretanové, voskové, celulózové, polyuretanové a šelakové nátěry [Jankowska et al. 2011].

Tabulka 6 Přehled výsledků z jednotlivých článků o barevných změnách

UV tvrditelné polyuretan - akrylové pryskyřice				UV tvrditelné polyuretan - akrylové pryskyřice + celulózové nanokrystaly			
				✓✓			
Polyuretanový nátěr		Syntetický nátěr na bázi alkydové		Impregnace + Polyuretanový nátěr		Impregnace + Syntetický nátěr na bázi alkydové	
×				✓✓		✓	
Rostlinný olej bez barviv		Rostlinný olej s pigmenty teaku		Rostlinný olej s pigmenty bangkirai			
×		✓✓		✓			
Polyuretanový nátěr		Celulózový nátěr		Akrylový nátěr			
✓		×		✓✓			
Rozpouštědlový alkydový nátěr	Vodou ředitelný nátěr na bázi akryl-alkydové	Vodou ředitelný nátěr na bázi akrylové	Vodou ředitelný nátěr na bázi polyuretanové	Vodou ředitelný nátěr na bázi polyuretan-akrylové			
	×	✓✓	✓				
Vodou ředitelný nátěr na bázi alkydových a akrylátových pryskyřic		Vodou ředitelný nátěr na bázi akrylových pryskyřic		Rozpouštědlový nátěr na bázi alkydových pryskyřic			
✓✓		✓		×			
Syntetický nátěr na bázi alkydové	Akrylový nátěr	Polyuretanový nátěr	Impregnace + syntetický nátěr na bázi alkydové	Impregnace + akrylový nátěr	Impregnace + polyuretanový nátěr		
		✓	✓✓	×			
Syntetický nátěr na bázi alkydové		Polyuretanový nátěr		Impregnace + syntetický nátěr na bázi alkydové		Impregnace + polyuretanový nátěr	
		×		✓		✓✓	
Akrylový nátěr modifikovaný uretanem				Akrylový nátěr s UV stabilizátory			
				✓✓			
Olej z petržele	Olej z granátového jablka	Olej řepkový	Olej sezamový	Olej sojový	Olej kmínový	Olej lněný	
×	✓✓					✓	
Vodou ředitelný polyuretanový nátěr (transparentní)	Vodou ředitelný polyuretanový nátěr (bílé pigmentové)	Vodou ředitelný polyuretanový nátěr (červené pigmentové)	Vodou ředitelný polyuretanový nátěr (metalické)	Vodou ředitelný polyuretanový nátěr (keramické)			
		×	✓	✓✓			

Vodou ředitelný polyuretanový nátěr	Celulózoový nátěr	Polyuretanový nátěr	Šelakový nátěr	Voskový nátěr
✓✓			×	✓

Zdroj: Autorka

3.2 VÝSLEDKY

3.2.1 VÝSLEDKY POVRCHOVÉ TVRDOSTI

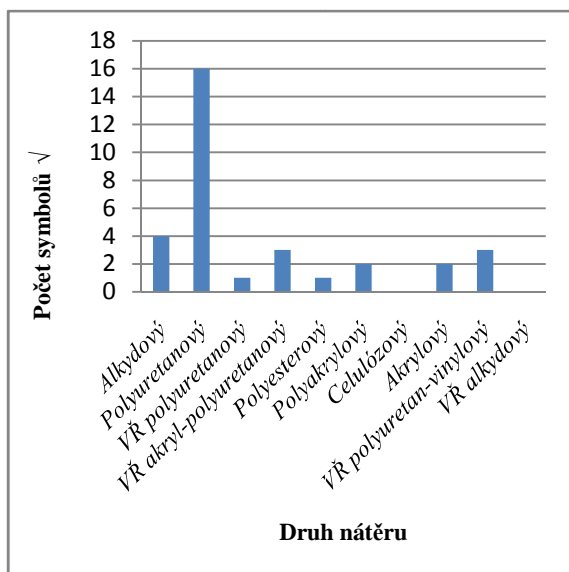
Z rozhodovací tabulky vyplývá, že byla zaznamenána u polyuretanového nátěru vynikající tvrdost. Nátěr vykazoval vysokou tvrdost v podobě nátěru bez modifikace, avšak lépe obstál v případě, kdy byl aplikován na modifikovaný podkladový materiál. Žádoucí vysoká tvrdost se zaznamenala i u alkydového nátěru bez jakékoli modifikace. Z hlediska vodou ředitelných nátěrů byla získána nejlepší tvrdost u polyuretan-vinylové pryskyřice s modifikovaným podkladovým materiálem. Dále u akryl-polyuretanového nátěru, který dosáhl dvou "plusových" bodů s čistým nátěrem a s jedním v případě modifikace nátěru. Nejhorší výsledek se zaznamenal u celulózoového nátěru a vodou ředitelného alkydového nátěru.

Tabulka 7 Rozhodovací tabulka - tvrdost

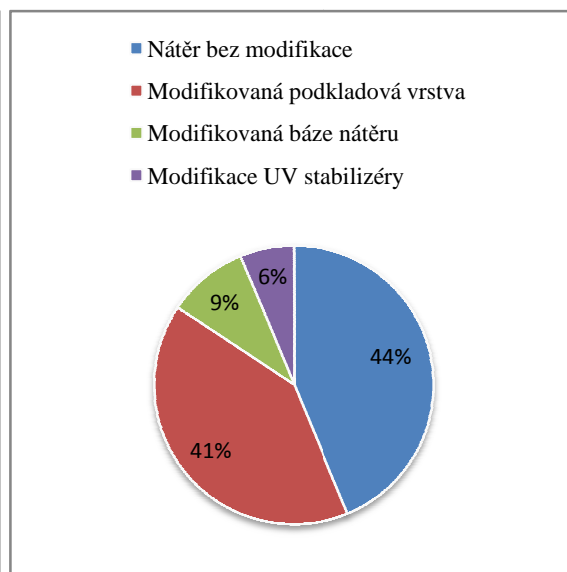
Druh nátěru	Nátěr bez modifikace	Modifikovaná podkladová vrstva	Modifikovaná báze nátěru	Modifikace UV stabilizéry
<i>Alkydový</i>	✓✓✓✓			
<i>Polyuretanový</i>	✓✓✓✓✓✓	✓✓✓✓✓✓✓✓		✓✓
<i>VŘ polyuretanový</i>	✓			
<i>VŘ akryl-polyuretanový</i>	✓✓		✓	
<i>Polyesterový</i>	✓			
<i>Polyakrylový</i>			✓✓	
<i>Celulózoový</i>				
<i>Akrylový</i>		✓✓		
<i>VŘ - polyuretan-vinylová pryskyřice</i>		✓✓✓		
<i>VŘ alkydový</i>				

VŘ = vodou ředitelný nátěr

Zdroj: Autorka



Graf 1 Výsledné srovnání nátěrů z hlediska tvrdosti
(zdroj: Autorka)



Graf 2 Procentuální zastoupení variant ošetření z hlediska tvrdosti
(zdroj: Autorka)

3.2.2 VÝSLEDKY PŘILNAVOSTI

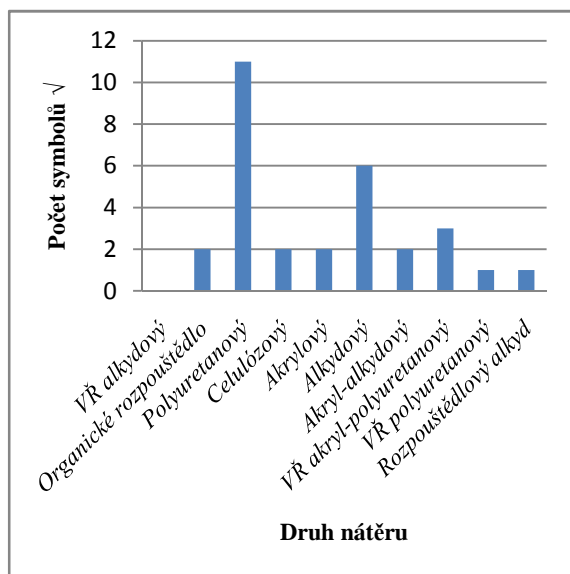
Z rozhodovací tabulky je patrné, že u polyuretanových a alkydových nátěrů se zaznamenaly velice dobré výsledky z hlediska přilnavosti. Při porovnání těchto nátěrů s impregnací vykazoval vyšší hodnoty přilnavosti nátěr polyuretanový. V případě modifikovaného nátěrového systému se dobré trvanlivosti dosáhlo u vodou ředitelných akryl-polyuretanových nátěrů, u kterých hodnoty adhezní pevnosti byly vyšší než u nátěru bez modifikace. Celulózové, akrylové a akryl-alkydové nátěry měly poměrně dobrou přilnavost, pokud nátěr byl "čistý" a podkladový materiál nemodifikovaný. Z vodou ředitelných nátěrů obstál nejhůře systém alkydový.

Tabulka 8 Rozhodovací tabulka - přilnavost

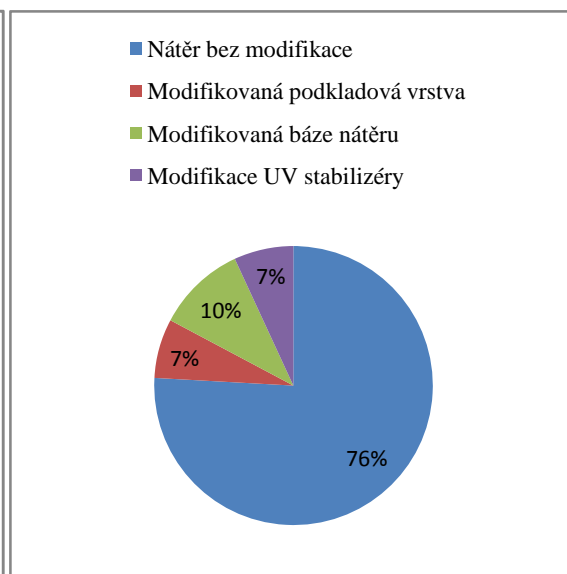
Druh nátěru	Nátěr bez modifikace	Modifikovaná podkladová vrstva	Modifikovaná báze nátěru	Modifikace UV stabilizéry
VŘ alkydový				
Organické rozpouštědlo	✓✓			
Polyuretanový	✓✓✓✓✓✓✓✓	✓✓		✓✓
Celulózoový	✓✓			
Akrylový	✓✓			
Alkydový	✓✓✓✓✓✓✓✓			
Akryl-alkydový	✓✓			
VŘ akryl-polyuretanový			✓✓✓	
VŘ polyuretanový	✓			
Rozpouštědlový alkyd	✓			

VŘ = vodou ředitelný nátěr

Zdroj: Autorka



Graf 3 Výsledné srovnání nátěrů z hlediska přilnavosti
(zdroj: Autorka)



Graf 4 Procentuální zastoupení variant ošetření z hlediska přilnavosti
(zdroj: Autorka)

3.2.3 VÝSLEDKY LESKU

Na základě výsledků z rozhodovací tabulky jsou polyuretanové a alkydové nátěrové systémy velice trvanlivé z hlediska lesku, aniž by se aplikovaly v kombinaci např. s impregnací. Z vyhodnocení je však vidět zřetelný rozdíl mezi těmito zmíněnými nátěry, pokud podkladová dřevina byla modifikovaná, v tomto případě vykázal

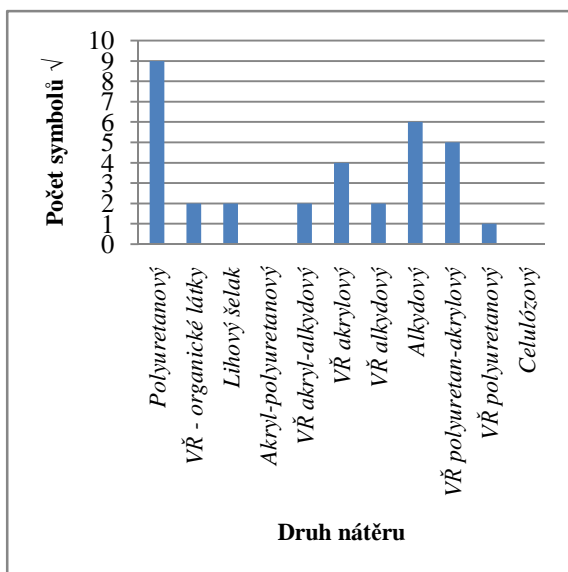
nejlepších výsledků polyuretanový nátěr. Z vodou ředitelných nátěrů, které se v současnosti často používají kvůli právním předpisům z hlediska ekologie, velice dobře obstály nátěry akrylové a polyuretan-akrylové. Nicméně akrylový měl vyšší hodnocení, pokud nátěrová hmota nebyla nijak modifikovaná. U polyuretan-akrylového nátěru tomu bylo naopak. Tyto dva již zmíněné vodou ředitelné nátěry následovaly vodou ředitelné nátěrové hmoty alkydové a akryl-alkydové, které své "plusy" získaly pouze s "čistým" nátěrem. Celkově z vodou ředitelných nátěrů byl nejslabší polyuretanový. Žádného "plusu" nedosáhly nátěry z vybraných výzkumů celulózové a akryl-polyuretanové.

Tabulka 9 Rozhodovací tabulka - lesk

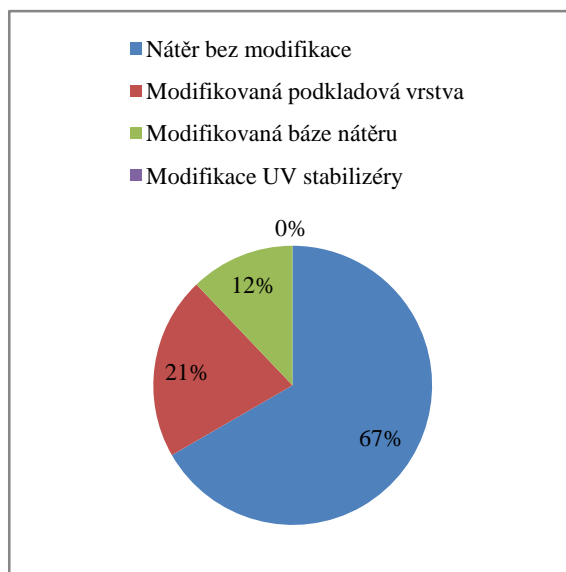
Druh nátěru	Nátěr bez modifikace	Modifikovaná podkladová dřevina	Modifikovaná báze nátěru	Modifikace UV stabilizéry
<i>Polyuretanový</i>	✓✓✓✓	✓✓✓✓✓		
<i>VŘ - organické látky</i>	✓✓			
<i>Lihový šelak</i>	✓✓			
<i>Akryl-polyuretanový</i>				
<i>VŘ akryl-alkydový</i>	✓✓			
<i>VŘ akrylový</i>	✓✓✓		✓	
<i>VŘ alkydový</i>	✓✓			
<i>Alkydový</i>	✓✓✓✓	✓✓		
<i>VŘ polyuretan-akrylový</i>	✓✓		✓✓✓	
<i>VŘ polyuretanový</i>	✓			
<i>Celulózový</i>				

VŘ = vodou ředitelný nátěr

Zdroj: Autorka



Graf 5 Výsledné srovnání nátěrů z hlediska lesku
(zdroj: Autorka)



Graf 6 Procentuální zastoupení variant ošetření z hlediska lesku
(zdroj: Autorka)

3.2.4 VÝSLEDKY BAREVNÝCH ZMĚN

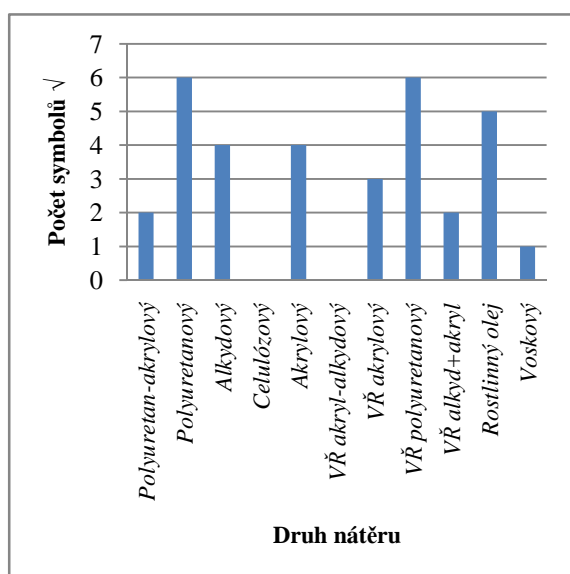
Rozhodovací tabulka poskytuje výsledky z vybraných článků, které se zaměřovaly na změnu barvy. Nejnižších hodnot barevné změny dosáhl nátěr polyuretanový, pokud byla podkladová dřevina modifikovaná. Dále syntetický nátěr na bázi alkydové báze, který byl aplikován také na ošetřenou dřevinu. Polyuretan-akrylový nátěr obstál, když byla jeho báze modifikována. Akrylový nátěr vykázal dobrou barevnou stálost s nátěrem bez modifikace, ale i v tom případě, že byl nátěrový systém upraven UV absorbéry. Rostlinné oleje vykázaly poměrně dobrou barevnou stálost a to v případě, že byl nátěr "čistý" nebo byl modifikován. Z vodou ředitelných nátěrů se zaznamenaly nejlepší výsledky u polyuretanového nátěrového systému. U tohoto nátěru jsou výsledky z hlediska nátěru bez modifikace a s modifikací vyrovnané.

Tabulka 10 Rozhodovací tabulka – barevný odstín

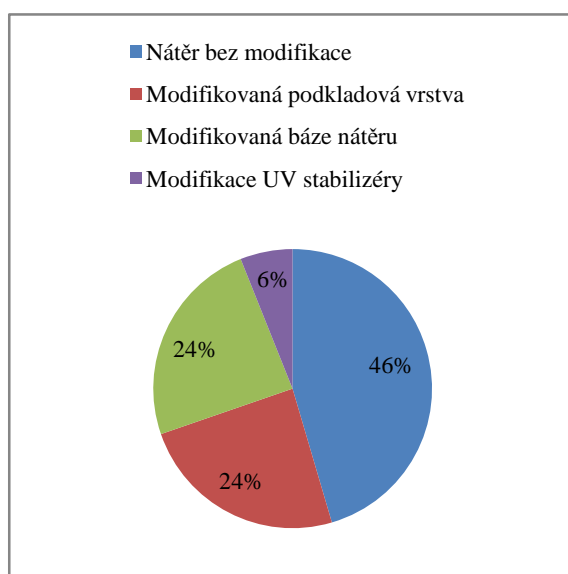
Druh nátěru	Nátěr bez modifikace	Modifikovaná podkladová vrstva	Modifikovaná báze nátěru	Modifikace UV stabilizéry
<i>Polyuretan-akrylový</i>			✓✓	
<i>Polyuretanový</i>	✓✓	✓✓✓✓		
<i>Alkydový</i>		✓✓✓✓		
<i>Celulózoový</i>				
<i>Akrylový</i>	✓✓			✓✓
<i>VŘ akryl-alkydový</i>				
<i>VŘ akrylový</i>	✓✓✓			
<i>VŘ polyuretanový</i>	✓✓✓		✓✓✓	
<i>VŘ alkyd+akryl</i>	✓✓			
<i>Rostlinný olej</i>	✓✓		✓✓✓	
<i>Voskový</i>	✓			

VŘ = vodou ředitelný nátěr

Zdroj: Autorka



Graf 7 Výsledné srovnání nátěrů z hlediska barevných změn
(zdroj: Autorka)



Graf 8 Procentuální zastoupení variant ošetření z hlediska barevných změn
(zdroj: Autorka)

4. DISKUZE

4.1 POVRCHOVÁ TVRDOST

Na základě rozhodovací tabulky je zřejmé, že nejvyšší hodnotu tvrdosti získal polyuretanový nátěr na modifikovaném nátěru, ale i v případě, že nebyl podkladový materiál nijak ošetřen. Pokud se tento nátěr porovnával se syntetickým na bázi alkydové, tak ve většině případů měl vyšší tvrdost nátěr polyuretanový. Příčinou může být složení alkydového nátěru obsahující určité množství olejovitého alkydu, který sice je odolný vůči vodě a vlhkosti, ale má nízkou tvrdost. Zatímco u polyuretanového nátěru velké molekuly vytvořené polymerační reakcí tvoří "formu" nátěru a s vysokou molekulární soudržností zvyšují hodnotu tvrdosti [Demirci, 2013]. Vliv na tvrdost nátěru dále může mít druh dřeviny, konkrétně např. hustota dřeviny, buněčná struktura, textura nebo obsah extraktivních látek. Dalším ovlivňujícím faktorem je vlhkost, nejlepší tvrdosti se dosáhlo u vzorků s 8 % vlhkostí v porovnání se vzorky s vyšší vlhkostí [Kantay, 2007].

4.2 PŘILNAVOST

Z hlediska této zkoušky obstál nejlépe nátěrový systém polyuretanový, který nebyl nijak modifikovaný. Je však z rozhodovací tabulky zřejmé, že tento nátěr má nejširší rozsah ve využití, jelikož dobré hodnoty přilnavosti se zaznamenaly, i když byl modifikován např. UV stabilizátory nebo byl ošetřen podkladový materiál. Za výsledky tohoto nátěru může stát polymerační reakce na povrchu dřeva dosahující chemické vazby se dřevem a tím se získá silnější adheze [Budakci, 2003]. Z vodou ředitelných laků obstál nejlépe nátěr akryl-alkydový a nejhůře alkydový. Jejich nižší hodnoty přilnavosti ve srovnání s nejlépe trvanlivým lakem v této zkoušce mohou být také ovlivněny hodnotou pH, která u vodou ředitelných nátěrů činí 8,71, jelikož na základě výsledků zkoušek, které realizoval Allen [1985], Nelson [1995], Corcoran [1972] a Mittal [1995] lze konstatovat, že hodnota pH má vliv na přilnavost. Nicméně vliv na přilnavost může mít i použitá podkladová dřevina, zejména ten druh dřeviny, který má výrazný rozdíl v hustotě mezi jarním a letním dřevem [Özdemir, 2007]. Ve výzkumu Budakci [2003] se uvádí, že tvrdé dřeviny mají přilnavost vyšší než dřeviny měkké. Dalším ovlivňujícím faktorem, který mohl ovlivnit výsledky je vlhkost podkladové dřeviny, protože v práci Sönmeze [2009] vzorky s 8 % vlhkostí měly vyšší hodnotu adheze než vzorky s 12 nebo 15 % vlhkostí. Lze tedy konstatovat, že zvyšující se vlhkost dřeva snižuje chemickou a specifickou pevnost adheze. Tloušťka nánosu by mohla mít také vliv na hodnotu pevnosti adheze, neboť z práce Kučerové [2012] vyplývá, že menší tloušťka nánosu zabezpečuje lepší přilnavost, toto tvrzení potvrzuje i výzkum, který realizoval Dilik [2015]. Co dále mohlo ovlivnit hodnoty přilnavosti, je povrchová úprava povrchu, konkrétně broušení, před aplikací nátěru. Bylo zjištěno, že

použití brusného papíru se zrnitostí 150 vede k "nezaplnění" dutin, vysokému kontaktnímu úhlu a špatné adhezi nátěru k povrchu. Dospělo se tedy k závěru, že velikost zrnitosti ovlivňuje smáčivost a tedy i přilnavost [Landry, 2010].

4.3 LESK

U této charakteristiky byla naměřena nejvyšší hodnota lesku u polyuretanového nátěru, pokud dřevěný podklad byl upravený, avšak velice dobré výsledky měl, i když nátěr a podklad nebyl nijak modifikovaný. Výborné hodnocení tohoto nátěru uvádí ve své práci i Pavla Hrdinová [2011] z jejíž výsledků jasně vyplývá, že polyuretanový nátěr nepodlehł žádné zkoušce a neprojevil se ani žádný účinek mořidel. Rozdílné hodnoty lesku se objevovaly, pokud byl nátěr modifikován např. keramickými nebo kovovými částicemi, jelikož došlo ke zvýšení drsnosti povrchu a drsnost povrchu úzce souvisí se stupněm lesku. Bylo potvrzeno, že čím je povrch podkladového materiálu drsnější, tím je hodnota lesku nižší. Je vhodné zmínit impregnaci boritany, která dokázala zvýšit lesk. Čím vyšší koncentrace boritanů se použila, tím vyšší lesk byl zaznamenán. Je tedy možné, že vhodná impregnace dokáže zlepšit lesk. U některých typů laků, které neměly příliš vysoké hodnoty lesku, je možné eventuelně přičíst důsledky expozice, jelikož syntetické laky na bázi alkydové jsou známé tím, že mají vysokou citlivost na venkovní zvětrávání, které pozitivně ovlivňuje tuto charakteristiku nátěrů v závislosti na čase. Také vliv na lesk mohl mít způsob a kvalita nanášení nátěrového hmoty. Podle článků lze zmínit také účinek vlhkosti podkladového materiálu na stupeň lesku, z vybraných článků bylo zřejmé, že lesk se zvyšuje s rostoucí vlhkostí, avšak podmínky prostředí (myšleno především teplota a vlhkost vzduchu) jsou určujícím faktorem pro konečný stupeň lesku, jelikož tyto podmínky ovlivňují vlhkost samotného vzorku. V práci Vratislava Závady [2008] je patrný i pozitivní účinek množství chemicky vázaného UV stabilizátoru, jelikož vyšší lesk byl zaznamenán u vzorků s 5% UV absorbéru než u vzorků s 0% obsahem UV absorbéru.

4.4 BAREVNÉ ZMĚNY

Hlavním důvodem pořadí výsledků nejspíše bude složení zkoušených nátěrů. Jelikož Chang [2000] ve svém výzkumu zmínil, že široké využití polyuretanových nátěrů se odvíjí od kombinací uspořádání jejich složek. Výsledek celulósových nátěrových systémů, které obstály nejhůře vůči ostatním nátěrům, pravděpodobně souvisí se změkčovadlem obsaženým v těchto nátěrech [Budakci, 2010]. V práci Sönmeze [2004] je poznamenáno, že množství změkčovadla se snižuje se zvyšující se teplotou, a to způsobuje praskání a změnu barvy. Ve výzkumu, který realizoval Sönmez [2004], Payne [1965] a Morgans [1969] obstál nejlépe akrylový nátěr. In the literature, this outcome is attributed to the fact that the acrylic varnish resin is of colorless,

transparent structure and the layer does not exhibit yellowing as a result of aging in the course of time (Payne,1965; Sonmez and Budakci, 2004; Morgans, 1969). Je známo, že transparentní nátěry jsou náchylné k degradaci vlivem UV záření. Tento druh záření může proniknout k povrchu dřeva, především až k ligninu, což vede k barevným změnám [Baysal, 2013]. Scrinzi [2011] ve své práci došel k závěru, že barevné změny spojené s poklesem delta L korelují s mírnou modifikací pojiva v nátěrové hmotě.

ZÁVĚR

Přínosem práce je získání přehledu o trvanlivosti nátěrových systémů, které byly zaměřeny na čtyři charakteristiky. Vlastnosti, kterými se tato bakalářská práce zabývá, jsou tvrdost, přilnavost, lesk a barevné změny.

Na začátku práce jsem se věnovala seznámení s nátěrovými hmotami, jejich složením a metodami zkoušení. Dále jsem vytvořila metodiku, pomocí které jsem postupovala ve vlastní práci. Jádrem práce byla literární rešerše, přičemž na základě jejích poznatků bylo cílem vyhodnotit trvanlivost nátěrů, které se použily ve vybraných článcích na portálu Web of Science. Jelikož jsem se zaměřovala na moderní nátěry, pracovala jsem tedy jen s články od roku 2000 po současnost, které byly dostupné na výše zmíněné webové stránce. Snažila jsem se zakomponovat i články, ve kterých se použily vodou ředitelné nátěry. Tyto nátěrové systémy jsou totiž čím dál více využívány na povrchovou úpravu dřeva. Důvodem rostoucího uplatnění vodou ředitelných nátěrů je především oblast ekologie, neboť obsah těchto hmot představuje minimální množství těkavých látek. Už jen tím jsou uživatelsky přívětivější oproti např. syntetickým nátěrům.

Na základě rešeršních poznatků lze konstatovat, že nejlépe trvanlivým nátěrem se stal polyuretanový nátěrový systém. Tento nátěr vykazoval nejlepší odolnost především v tvrdosti, přilnavosti a lesku. Pravděpodobně hlavním faktorem, který měl vliv na výsledky, bude složení jednotlivých nátěrů. Konkrétně u polyuretanových nátěrů je totiž možná různá kombinace uspořádání jednotlivých složek. Další nátěr, který vykazoval velice dobrou trvanlivost, je nátěr alkydový. Tento nátěr vykazoval pozitivní konečné výsledky především v přilnavosti a lesku. Celulózový nátěr byl v této práci označen jako nejméně trvanlivý, jelikož ve všech prověřovaných vlastnostech, kromě přilnavosti, dopadl jednoznačně nejhůře. Příčinou může být změkčovadlo, které tento nátěr obsahuje.

Jelikož je možné rozdělit použité nátěry na trvanlivé a méně trvanlivé, tak lze konstatovat, že cíle práce byly splněny.

SEZNAM LITERATURY

TIŠTĚNÉ MONOGRAFIE

1. ALLEN, K. A. *Review of contemporary views of theories of adhesion*, 1985.
2. BUDAKCI, M., et. al., *Design and Production of a New Adhesion Testing Device and Its Utilization with Testing of Wood Varnishes*. Department of Furniture and Decoration. Ankara: Gazi University, 2003.
3. BURGARD, D., et.al. *PRA's 7th International Woodcoatings Congress Reducing the Environmental Footprint: Nanotechnology to Advance Eco Friendly Wood Coatings*. BÜHLER PARTEC GMBH. Amsterdam, 2010.
4. CORCORAN, E. *Adhesion, Chapter 5.3, Painting Testing Manual*. Special Technical Publication. Philadelphia, 1972.
5. HRDINOVÁ, P. *Studium vlastností nových nátěrových systémů na bázi vodou ředitelných nátěrových hmot*. Diplomová práce. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2011. 63 s.
6. HOŠŤÁLEK, M. *Speciální povrchové úpravy materiálů na bázi dřeva a skla akrylátovými vodou ředitelnými i rozpouštědlovými nátěrovými hmotami*. Diplomová práce. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2007. 95 s.
7. CHUNLING, L., et.al. *Preliminary Observations of the Photostabilization of Wood Surfaces with Cerium Oxide Nanoparticles*, 2010.
8. KALEDOVÁ, A.; KALENDA, P. *Technologie nátěrových hmot I.: pojiva, rozpouštědla a aditiva pro výrobu nátěrových hmot*. Vyd. 1. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2004. 328 s. ISBN 80-7194-691-5.
9. KANTAY, R., et. al., *Superheated steam drying and thermal process of timber*. Wood machinery Technology and Research, 2007.
10. KUČEROVÁ, M. *Povrchové úpravy nábytkových dílců metalickými nátěrovými hmotami*. Bakalářská práce. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2012. 50 s.
11. LIPTÁKOVÁ, E.; SEDLIAČIK, M. *Chémia a aplikácia pomocných látok v drevárskom priemysle*. Vyd.1. Bratislava: ALFA, 1989. 519 s. ISBN 80-05-00116-9
12. LUKAVSKÝ, L. *Nátěrové hmoty a přípravky pro povrchové úpravy*. Vyd.1. Praha: Merkur, 1985. 272 s. ISBN 80-7032-313-2
13. LUKAVSKÝ, L. *Nátěrové hmoty a přípravky pro povrchové úpravy*. Vyd.2. Praha: Merkur, 1993. 250 s. ISBN 80-7032-301-9
14. MITTAL, K. *Commentary, Adhesion measurement of films and coatings*. Utrecht

- 15.** MELOUN, M. *Rozhodující faktory ovlivňující tvorbu a vlastnosti vybraných nátěrových filmů vodou ředitelných hmot nanesených na podkladovém materiálu na bázi dřeva*. Disertační práce. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2008. 134 s.
- 16.** MANDÍK, L.; KAŠPAR, F. *Výběr rozpouštědel pro filmotvorné látky*. Pardubice: VÚ SPL Pardubice, 1972. 345 s. ISBN neuvedeno
- 17.** NELSON, G. *Adhesion, Chapter 44, Paint and Coating Testing Manual*. Special Technical Publication. Philadelphia, 1995.
- 18.** PÁNEK, M. *Nátěry na dřevo a jejich testování*. Vyd.1. Praha: FLD-ČZU v Praze, 2015. 111 s. ISBN 978-80-213-2548-7
- 19.** POLÁŠEK, J. *Zkoušení nátěrových hmot a povrchových úprav část I. stavebně truhlářské výrobky*. Vyd.1. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2003. 149 s. ISBN 80-7157-659-x
- 20.** POLÁŠEK, J. *Zkoušení nátěrových hmot a povrchových úprav část II. nábytek*. Vyd.1. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2003. 61 s. ISBN 80-7157-660-3
- 21.** REINPRECHT, L; PÁNEK, M. *Vplyv pigmentov v náteroch na prirodzené a urýchlené starnutie povrchov smrekového dreva*. In Acta facultatis xylogologiae Zvolen, 2013.
- 22.** RUŽINSKÁ, E. *Plasty a náterové látky v drevárskom priemysle*. Zvolen: TU vo Zvolene, 2005. 166 s. ISBN neuvedeno
- 23.** SÖNMEZ, A., et. al., *Protective layers and paint/varnish systems, finishing on woodworking II*. Ankara: Gazi University, 2004.
- 24.** TESAŘOVÁ, D.; CHLADIL, J.; TOBIÁŠOVÁ, K. *Ekologické povrchové úpravy*. Brno: MZLU Brno, 2010. 126s. ISBN 978-80-7375-388-7
- 25.** VOPRŠALOVÁ, M.; ŽÁČKOVÁ, P. *Základy toxikologie pro farmaceuty*. Vyd. 1. Praha: Karolinum, 2000. 281 s. ISBN 80-7184-282-6
- 26.** ZÁVADA, V. *Funkční UV ochranné povrchové úpravy*. Diplomová práce. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2008. 106 s.
- 27.** ZEMIAR, J., a kol. *Technológia výroby nábytku*. Zvolen: *Technická univerzita vo Zvolene*, 2009. 289 s. ISBN 978-80-228-2064-6

ČLÁNKY Z WEBOVÉHO PORTÁLU

1. ALBLAS, BP., et. al., *Assessing the performance of joinery coatings*. Surface coatings international part b-coatings transactions [online]. 2002, vol. 85, no. 3 [cit. 2016 - 03 - 13]. Dostupné z WWW: <http://apps.webofknowledge.com.infozdroje.czu.cz/full_record.do?product=UA&search_mode=GeneralSearch&qid=19&SID=Z1j28qQKyLXhymyQIOF&page=1&doc=2> ISSN 1476-4865
2. ATAR, M., et. al., *Effects of impregnation with imersol-AQUA on yellow color tone of some softwoods and varnishes*. Journal of applied polymer science [online]. 2007, vol. 103, no. 2 [cit. 2016 - 03 - 13]. Dostupné z WWW:<http://apps.webofknowledge.com.infozdroje.czu.cz/full_record.do?product=UA&search_mode=GeneralSearch&qid=35&SID=Z1j28qQKyLXhymyQIOF&page=1&doc=1> ISSN 0021-8995
3. BAYSAL, E., et. al., *Surface properties of impregnated and varnished Scots pine wood after accelerated weathering*. Coloration technology [online]. 2014, vol. 130, no. 2 [cit. 2016 - 03 - 12]. Dostupné z WWW:<http://apps.webofknowledge.com.infozdroje.czu.cz/full_record.do?product=UA&search_mode=GeneralSearch&qid=23&SID=N1DIPTysAI6Wq1CCQc3&page=1&doc=1> ISSN: 1472-3581
4. BAYSAL, E., *Some physical properties of varnish coated wood preimpregnated with Copper-Chromated Boron (CCB) after 3 months of weathering exposure in southern eagen sea region*. Wood research [online]. 2008, vol. 53, no. 1 [cit. 2016 - 03 - 12]. Dostupné z WWW:<http://apps.webofknowledge.com.infozdroje.czu.cz/full_record.do?product=UA&search_mode=GeneralSearch&qid=35&SID=N1DIPTysAI6Wq1CCQc3&page=1&doc=1> ISSN: 1336-4561
5. BUDAKCI, M., et. al., *The color changes on varnish layers after accelerated aging through the hot and cold-check test*. African journal of biotechnology [online]. 2010, vol. 9, no. 24 [cit. 2016 - 03 - 13]. Dostupné z WWW:<http://apps.webofknowledge.com.infozdroje.czu.cz/full_record.do?product=UA&search_mode=GeneralSearch&qid=15&SID=Z1j28qQKyLXhymyQIOF&page=1&doc=1> ISSN 1684-5315
6. DE MEIJER, M., et. al., *Wet adhesion of low-VOC coatings on wood - A quantitative analysis*. Progress in organic coatings [online]. 2000, vol. 38, no. 3-4 [cit. 2016 - 03 - 13]. Dostupné z WWW:<http://apps.webofknowledge.com.infozdroje.czu.cz/full_record.do?product=UA&search_mode=GeneralSearch&qid=58&SID=Z1j28qQKyLXhymyQIOF&page=1&doc=1> ISSN 0300-9440
7. DEMIRCI, Z., et. al., *Effect of Thermal Ageing on the Gloss and the Adhesion Strength of the Wood Varnish Layers: Thermal ageing & varnishes*. BioResources [online]. 2013, vol. 8, no. 2 [cit. 2016 - 03 - 12]. Dostupné z WWW: <http://apps.webofknowledge.com.infozdroje.czu.cz/full_record.do?product=UA&search

[_mode=GeneralSearch&qid=8&SID=N1DIPTysAI6Wq1CCQc3&page=1&doc=1>](#)
ISSN: 1930-2126.

8. DILIK, T., et. al., *Adhesion Strength of Wood Based Composites Coated with Cellulosic and Polyurethane Paints*. Advances in materials science and engineering [online]. 2015, [cit. 2016 - 03 - 13]. Dostupné z WWW:<
http://apps.webofknowledge.com.infozdroje.czu.cz/full_record.do?product=UA&search_mode=GeneralSearch&qid=57&SID=Z1j28qQKyLXhymyQIOF&page=3&doc=23>
ISSN 1687-8434

9. GHOSH, M., et. al., *Studies on the loss of gloss of shellac and polyurethane finishes exposed to UV*. Maderas-ciencia y tecnologia [online]. 2015, vol. 17, no. 1 [cit. 2016 - 03 - 13]. Dostupné z WWW:<
http://apps.webofknowledge.com.infozdroje.czu.cz/full_record.do?product=UA&search_mode=GeneralSearch&qid=60&SID=Z1j28qQKyLXhymyQIOF&page=1&doc=7>
ISSN 0718-221X

10. GOKTAS, O., et.al., *Effects of the Traditional Turkish Art of Marbling (Ebru) Techniques on the Adhesion, Hardness, and Gloss of Some Finishing Varnishes*. Forest products journal [online]. 2010, vol. 60, no. 7-8 [cit. 2016 - 03 - 13]. Dostupné z WWW:<
http://apps.webofknowledge.com.infozdroje.czu.cz/full_record.do?product=UA&search_mode=GeneralSearch&qid=8&SID=S2SGWiha53G6aleULmc&page=1&doc=2>
ISSN 0015-7473

11. HERRERA, R., et. al., *Comparative evaluation of different thermally modified wood samples finishing with UV-curable and waterborne coatings*. Applied surface science [online]. 2015, vol. 357, no. 2 [cit. 2016 - 03 - 12]. Dostupné z WWW:<
http://apps.webofknowledge.com.infozdroje.czu.cz/full_record.do?product=UA&search_mode=GeneralSearch&qid=40&SID=N1DIPTysAI6Wq1CCQc3&page=1&doc=3>
ISSN: 0169-4332

12. JANKOWSKA, A., et. al., *The study of colour changes of chosen species of wood from southeast asia caused by transparent coatings and exposure to sunlight*. DREWNO [online]. 2011, vol. 54, no. 185 [cit. 2016 - 03 - 13]. Dostupné z WWW:<
http://apps.webofknowledge.com.infozdroje.czu.cz/full_record.do?product=UA&search_mode=GeneralSearch&qid=7&SID=X1xoVYxad6AD7HgUwtJ&page=1&doc=7>
ISSN 1644-3985

13. KAYGIN, B., et. al., *Comparison of Conventional Varnishes with Nanolacke UV Varnish With Respect to Hardness and Adhesion Durability*. International journal of molecular sciences [online]. 2008, vol. 9, no. 4 [cit. 2016 - 03 - 12]. Dostupné z WWW:<
http://apps.webofknowledge.com.infozdroje.czu.cz/full_record.do?product=UA&search_mode=GeneralSearch&qid=15&SID=N1DIPTysAI6Wq1CCQc3&page=1&doc=1>
ISSN: 1661-6596

14. KESIK, HI., et. al., *Effect of the heat treatment on the adhesion strength of water based wood varnishes*. Wood research [online]. 2015, vol. 60, no. 6 [cit. 2016 - 03 - 13]. Dostupné z WWW:<

http://apps.webofknowledge.com.infozdroje.czu.cz/full_record.do?product=UA&search_mode=GeneralSearch&qid=57&SID=Z1j28qQKyLXhymyQlOF&page=2&doc=18>
ISSN 1336-4561

15. KESKIN, H., et. al., *Impact of impregnation and bleaching on the surface hardness of oak (Quercus petraea L.) wood*. Journal of applied polymer science [online]. 2004, vol. 93, no. 2 [cit. 2016 - 03 - 12]. Dostupné z WWW:<

http://apps.webofknowledge.com.infozdroje.czu.cz/full_record.do?product=UA&search_mode=GeneralSearch&qid=27&SID=N1DIPTysAI6Wq1CCQc3&page=1&doc=1>
ISSN: 0021-8995

16. KESKIN, H., et. al., *Impacts of impregnation with timbercare aqua on the red and yellow color tone of some woods and varnishes*. Journal of applied polymer science [online]. 2007, vol. 106, no. 6 [cit. 2016 - 03 - 13]. Dostupné z WWW:<

http://apps.webofknowledge.com.infozdroje.czu.cz/full_record.do?product=UA&search_mode=GeneralSearch&qid=27&SID=Z1j28qQKyLXhymyQlOF&page=1&doc=1>
ISSN 0021-8995

17. KILIC, M., et. al., *The Effects of Steaming of Beech (Fagus orientalis L.) and Sapele (Entandrophragma cylindricum) Woods on the Adhesion Strength of Varnish*. Journal of applied polymer science [online]. 2009, vol. 113, no. 6 [cit. 2016 - 03 - 13]. Dostupné z WWW:<

http://apps.webofknowledge.com.infozdroje.czu.cz/full_record.do?product=UA&search_mode=GeneralSearch&qid=11&SID=T2nbjyk5Oum8FP9S7Vo&page=1&doc=1>
ISSN 0021-8995

18. KOCAEFE, D., et. al., *Comparison of the protection effectiveness of acrylic polyurethane coatings containing bark extracts on three heat-treated North American wood species: Surface degradation*. Applied surface science tecnologia [online]. 2012, vol. 258, no. 13 [cit. 2016 - 03 - 13]. Dostupné z WWW:<

http://apps.webofknowledge.com.infozdroje.czu.cz/full_record.do?product=UA&search_mode=GeneralSearch&qid=61&SID=Z1j28qQKyLXhymyQlOF&page=1&doc=6>
ISSN 0169-4332

19. ORS, Y., et. al., *Impact of impregnation with boron compounds on the surface hardness of varnished wood*. Journal of applied polymer science [online]. 2007, vol. 105, no. 4 [cit. 2016 - 03 - 12]. Dostupné z WWW:<

http://apps.webofknowledge.com.infozdroje.czu.cz/full_record.do?product=UA&search_mode=GeneralSearch&qid=25&SID=N1DIPTysAI6Wq1CCQc3&page=1&doc=2>
ISSN: 0021-8995

20. OZCIFCI, A., et. al., *Impacts of bleaching chemicals and outdoor exposure on changes in the color of some varnished woods*. Bioresources [online]. 2010, vol. 5, no. 2 [cit. 2016 - 03 - 13]. Dostupné z WWW:<

http://apps.webofknowledge.com.infozdroje.czu.cz/full_record.do?product=UA&search_mode=GeneralSearch&qid=22&SID=Z1j28qQKyLXhymyQlOF&page=1&doc=1>
ISSN 1930-2126

- 21.** OZDEMIR, T., et. al., *Adhesion Strength of Cellulosic Varnish Coated Wood Species as Function of Their Surface Roughness*. Advances in materials science and engineering [online]. 2015, [cit. 2016 - 03 - 13]. Dostupné z WWW:<
http://apps.webofknowledge.com.infozdroje.czu.cz/full_record.do?product=UA&search_mode=GeneralSearch&qid=57&SID=Z1j28qQKyLXhymyQIOF&page=3&doc=26>
ISSN 1687-8434
- 22.** OZGENC, O., et. al., *Wood Surface Protection against Artificial Weathering with Vegetable Seed Oils*. Bioresources [online]. 2013, vol. 8, no. 4 [cit. 2016 - 03 - 13]. Dostupné z WWW:<
http://apps.webofknowledge.com.infozdroje.czu.cz/full_record.do?product=UA&search_mode=GeneralSearch&qid=33&SID=Z1j28qQKyLXhymyQIOF&page=1&doc=4>
ISSN 1930-2126
- 23.** SCRINZI, E., et. al., *Evaluation of aesthetic durability of waterborne polyurethane coatings applied on wood for interior applications*. Progress in organic coatings [online]. 2011, vol. 72, no. 2 [cit. 2016 - 03 - 12]. Dostupné z WWW:<
http://apps.webofknowledge.com.infozdroje.czu.cz/InboundService.do?SID=P1IkIfEtxej7ThSueNk&product=WOS&UT=WOS%3A000294574600014&SrcApp=Wiley_Online_Library&DestFail=http%3A%2F%2Fwww.webofknowledge.com&Init=Yes&action=retrieve&SrcAuth=LinksAMR&customersID=LinksAMR&Func=Frame&IsProductCode=Yes&mode=FullRecord> ISSN 0300-9440
- 24.** SCRINZI, E., et. al., *Evaluation of aesthetic durability of waterborne polyurethane coatings applied on wood for interior applications*. Progress in organic coatings [online]. 2013, vol. 72, no. 1-2 [cit. 2016 - 03 - 13]. Dostupné z WWW:<
http://apps.webofknowledge.com.infozdroje.czu.cz/full_record.do?product=UA&search_mode=GeneralSearch&qid=39&SID=Z1j28qQKyLXhymyQIOF&page=1&doc=1>
ISSN 0300-9440
- 25.** SONMEZ, A., et. al., *Effect of wood moisture content on adhesion of varnish coatings*. Scientific research and essays [online]. 2009, vol. 4, no. 12 [cit. 2016 - 03 - 13]. Dostupné z WWW:<
http://apps.webofknowledge.com.infozdroje.czu.cz/full_record.do?product=UA&search_mode=GeneralSearch&qid=17&SID=T2nbjyk5Oum8FP9S7Vo&page=1&doc=5>
ISSN 1992-2248
- 26.** SÖNMEZ, A., et. al., *Effects of thermal aging on the film hardness of some wood varnishes*. Bioresources [online]. 2011, vol. 6, no. 4 [cit. 2016 - 03 - 12]. Dostupné z WWW:<
http://apps.webofknowledge.com.infozdroje.czu.cz/full_record.do?product=UA&search_mode=GeneralSearch&qid=18&SID=N1DIPTysAI6Wq1CCQc3&page=1&doc=1>
ISSN: 1930-2126
- 27.** SOW, C., et. al., *UV-waterborne polyurethane-acrylate nanocomposite coatings containing alumina and silica nanoparticles for wood: mechanical, optical, and thermal properties assessment*. Journal of Coatings Technology and Research [online]. 2011, vol. 8, no. 2 [cit. 2016 - 03 - 12]. Dostupné z WWW:
<http://apps.webofknowledge.com.infozdroje.czu.cz/full_record.do?product=UA&search

[h_mode=GeneralSearch&qid=13&SID=N1DIPTysAI6Wq1CCQc3&page=6&doc=58](http://apps.webofknowledge.com/infozdroje.czu.cz/full_record.do?product=UA&search_mode=GeneralSearch&qid=13&SID=N1DIPTysAI6Wq1CCQc3&page=6&doc=58) >
ISSN: 1547-0091

28. TAGHIYARI, HR., et. al., *Effects of Nanosilver Impregnation and Heat Treatment on Coating Pulloff Adhesion Strength on Solid Wood*. *Drvna industrija* [online]. 2015, vol. 66, no. 4 [cit. 2016 - 03 - 12]. Dostupné z WWW:<
http://apps.webofknowledge.com/infozdroje.czu.cz/full_record.do?product=UA&search_mode=GeneralSearch&qid=1&SID=Z1j28qQKyLXhymyQIOF&page=1&doc=7>
ISSN 0012-6772

29. TASCIOGLU, C., et. al., *Adhesion properties of woods treated with copper based wood preservative chemicals*. *Wood research* [online]. 2009, vol. 54, no. 3 [cit. 2016 - 03 - 13]. Dostupné z WWW:<
http://apps.webofknowledge.com/infozdroje.czu.cz/full_record.do?product=UA&search_mode=GeneralSearch&qid=5&SID=X1BrEOci3IIJZwRARC1&page=5&doc=41>
ISSN 1336-4561

30. TURKOGLU, T., et. al., *The effects of natural weathering on hardness and gloss of impregnated and varnished Scots pine and Oriental beech wood*. *Wood research* [online]. 2015, vol. 60, no. 5 [cit. 2016 - 03 - 12]. Dostupné z WWW: <
http://apps.webofknowledge.com/infozdroje.czu.cz/full_record.do?product=UA&search_mode=GeneralSearch&qid=10&SID=N1DIPTysAI6Wq1CCQc3&page=11&doc=110
> ISSN: 1336 - 4561.

31. TURKOGLU, T., et. al., *The Effects of Natural Weathering on Color Stability of Impregnated and Varnished Wood Materials*. *Advances in materials science and engineering* [online]. 2015, vol. 60, no. 5 [cit. 2016 - 03 - 12]. Dostupné z WWW:<
http://apps.webofknowledge.com/infozdroje.czu.cz/full_record.do?product=UA&search_mode=GeneralSearch&qid=8&SID=Z1j28qQKyLXhymyQIOF&page=1&doc=8>
ISSN 1687-8434

32. TOKER, H., et. al., *Surface characteristics of wood pre-impregnated with borates before varnish coating*. *Forest Products Journal* [online]. 2009, vol. 59, no. 7 [cit. 2016 - 03 - 12]. Dostupné z WWW:
<http://apps.webofknowledge.com/infozdroje.czu.cz/full_record.do?product=UA&search_mode=GeneralSearch&qid=11&SID=N1DIPTysAI6Wq1CCQc3&page=3&doc=27>
ISSN: 0015-7473

33. VAN DEN BULCKE, J., et. al., *Experimental and theoretical behavior of exterior wood coatings subjected to artificial weathering*. *Journal of coatings technology and research* [online]. 2008, vol. 5, no. 2 [cit. 2016 - 03 - 13]. Dostupné z WWW:<
http://apps.webofknowledge.com/infozdroje.czu.cz/full_record.do?product=UA&search_mode=GeneralSearch&qid=17&SID=Z1j28qQKyLXhymyQIOF&page=1&doc=1>
ISSN 1547-0091

34. VARDANYAN, V., et. al., *Effect of addition of cellulose nanocrystals to wood coatings on color changes and surface roughness due to accelerated weathering*. *Journal of coatings technology and research* [online]. 2015, vol. 12, no. 2 [cit. 2016 - 03 - 12]. Dostupné z WWW:<
http://apps.webofknowledge.com/infozdroje.czu.cz/full_record.do?product=UA&search

[_mode=GeneralSearch&qid=3&SID=Z1j28qQKyLXhymyQIOF&page=2&doc=12>](#)
ISSN 1945-9645

35. VEIGEL, S., et. al., *Improving the mechanical resistance of waterborne wood coatings by adding cellulose nanofibres*. Reactive & functional polymers [online]. 2014, vol. 85, no. 214-220 [cit. 2016 - 03 - 13]. Dostupné z WWW:<
http://apps.webofknowledge.com.infozdroje.czu.cz/full_record.do?product=UA&search_mode=GeneralSearch&qid=63&SID=Z1j28qQKyLXhymyQIOF&page=1&doc=1>
ISSN 1381-5148

36. YALINKKILIC, MK., et. al., *Weathering durability of CCB-impregnated wood for clear varnish coatings*. Journal of wood science [online]. 2000, vol. 45, no. 6 [cit. 2016 - 03 - 12]. Dostupné z WWW:<
http://apps.webofknowledge.com.infozdroje.czu.cz/full_record.do?product=UA&search_mode=GeneralSearch&qid=12&SID=Z1j28qQKyLXhymyQIOF&page=1&doc=7>
ISSN 1435-0211

INTERNETOVÉ ZDROJE

1. MINDOŠ, L.; GEIPLOVÁ, H. *Povlaky práškových nátěrových hmot* [online]. 1996 [cit. 2016-03-15]. Dostupné z WWW: < <http://www.engineering.sk/strojarstvo-extra/1996>>
2. STRATIL, J. *Výtěžnost práškových nátěrových hmot* [online]. 2007 [cit. 2016-03-15]. Dostupné z WWW: < <http://www.povrchoveupravy.cz/2007-04-clanek01.html>>
3. BARVY A LAKY HOSTIVAŘ a.s. *Oznámení*. [online]. 2007 [cit. 2016-03-15]. Dostupné z WWW: < <http://www.bal.cz/clanek/hh-oznameni/1p>>
4. www.technickenormy.cz
5. AGUDO, J. *A Low-Cost Real Color Picker Based On Arduino* [online]. 2014 [cit. 2016-03-15]. Dostupné z WWW: < <http://www.mdpi.com/1424-8220/14/7/11943/htm>>

NORMY

1. ČSN 67 3063 *Stanovení lesku nátěrů*. Praha: Český normalizační institut, 1986. 12 s.
2. ČSN 67 3064 *Stanovení změny lesku nátěrů*. Praha: Český normalizační institut, 1986. 8 s.
3. ČSN ISO 2813 *Nátěrové hmoty - Stanovení zrcadlového lesku nátěrů bez obsahu kovových pigmentů při úhlu 20°, 60° a 85°*. Praha: Český normalizační institut, 1998. 24 s.
4. ČSN 67 3084 *Nátěrové hmoty. Zkušební metody. Stanovení pórovitosti nátěrů*. Praha: Český normalizační institut, 1960. 8s.

5. ČSN 67 3074 *Nátěrové hmoty. Stanovení vnikací tvrdosti nátěru mikrotvrdoměrem.* Praha: Český normalizační institut, 1987. 8s.

6. ČSN 67 3075 *Stanovení povrchové tvrdosti nátěru tužkami.* Praha: Český normalizační institut, 1991. 8 s.

7. ČSN EN 24624 *Nátěrové hmoty - Odtrhová zkouška přilnavosti.* Praha: Český normalizační institut, 2003. 17 s.

8. ČSN EN ISO 1519 *Nátěrové hmoty - Zkouška ohybem (na válcovém trnu).* Praha: Český normalizační institut, 2002. 12 s.

9. ČSN ISO 2409 *Nátěrové hmoty - Mřížková zkouška.* Praha: Český normalizační institut, 2013. 16 s.

10. ČSN ISO 2808 *Nátěrové hmoty - Stanovení tloušťky nátěru.* Praha: Český normalizační institut, 2007. 40 s.