

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská



Diplomová práce

**Vliv dřeviny na kvalitu vybraných druhů povrchových
úprav pro exteriér**

Bc. Tomáš Blažek, DiS.

© 2016 ČZU v Praze



Česká zemědělská univerzita v Praze
Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Autor práce: Bc. Tomáš Blažek, DiS.

Studijní program: Dřevařské inženýrství

Obor: Dřevařské inženýrství

Vedoucí práce: Ing. Miloš Pánek, Ph.D.

Garantující pracoviště: Katedra dřevěných výrobků a konstrukcí

Název práce: **Vliv dřeviny na kvalitu vybraných druhů povrchových úprav pro exteriér**

Název anglicky: **Influence of kind of wood for quality of selected paints for exterior**

Cíle práce: Cílem práce je najít vhodnou povrchovou úpravu pro různé dřeviny a určit jejich vliv na trvanlivost nátěru v exteriéru.

Metodika: V současné době se klade důraz na ekologičtější varianty povrchových úprav pro dřevo vystavené v exteriéru. Různé druhy podkladové dřeviny však mohou ovlivnit jejich výslednou trvanlivost vlivem obsahu různých extraktivních látek. Obsahem práce je najít vhodný druh a typ povrchové úpravy pro vybrané dřeviny, která by vykazovala dobrou odolnost pro exteriérové využití. Výsledkem práce je její doporučení na základě testování formou urychleného stárnutí.

Doporučený rozsah práce: 60 s.

Klíčová slova: dřevo, nátěry, modifikace, testování (wood, paints, modification, testing)

Doporučené zdroje informací:

1. Hill, C. A. S. (2006). Wood Modification - Chemical, Thermal and Other Processes, John Wiley and Sons Ltd, Chichester, UK. ISBN 0-470-02172-1
2. Liptáková, E. a Sedláčik, M. (1989): Chémia a aplikácia pomocných látok v drevárskom priemysle. Vysokoškolská učebnica. Alfa Bratislava, 520 s. ISBN 80-05-00116-9
3. Pánek, M., Reinprecht, L., Hulla, M. (2014): Ten Essential Oils for Beech Wood Protection - Efficacy Against Wood-destroying Fungi and Moulds, and Effect on Wood Discoloration, Bioresources 9(3), 5588-5603
4. Pánek, M. (2015): Nátěry na dřevo a jejich testování, FLD-CZU v Praze, 1. Vydání, 111 s. ISBN 978-80-213-2548-7
5. Reinprecht, L. (2008): Ochrana dřeva. Vysokoškolská učebnica. Vydavateľstvo TU vo Zvolene. 453 s. ISBN 978-80-228-1863-6
6. Tesařová, D., Chladil, J., Čech, P., Tobiášová, K. (2010): Ekologické povrchové úpravy. Monografie. MZLU Brno, 126 s. ISBN 978-80-7375-388-7

Předběžný termín obhajoby: 2015/16 LS - FLD

Konzultant: Ing. Eliška Oberhofnerová

Elektronicky schváleno: 29. 2. 2016
doc. Ing. Martin Böhm, Ph.D.
Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno: 29. 2. 2016
prof. Ing. Marek Turčáni, Ph.D.
Děkan

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci „Vliv dřeviny na kvalitu vybraných druhů povrchových úprav pro exteriér“ jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 20. 4. 2016

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval panu Ing. Miloši Pánkovi, Ph.D. za odborné vedení mé diplomové práce a cenné podněty a připomínky. Dále bych chtěl vyjádřit poděkování paní Ing. Elišce Oberhofnerové za cenné podněty při vypracovávání diplomové práce. V neposlední řadě bych chtěl poděkovat paní Ing. Anně Součkové z Výzkumného a vývojového ústavu dřevařského za možnost provádět ve výzkumném institutu testování vzorků a odborný dohled při laboratorních zkouškách.

Vliv dřeviny na kvalitu vybraných druhů povrchových úprav pro exteriér

Abstrakt

Cílem diplomové práce je najít vhodnou povrchovou úpravu pro různé dřeviny a určit jejich vliv na trvanlivost nátěru v exteriéru, aby si na základě předložených informací mohl vytvořit vlastní názor laik i odborná veřejnost. Diplomová práce je rozčleněna na několik částí tak, aby obsáhla úvod do problematiky degradace dřevin v exteriéru, popis jednotlivých nátěrových hmot na přírodní bázi, jednotlivé druhy modifikací dřevin, systémy nanášení nátěrových hmot, vztažné normy k aplikaci nátěrových hmot, na základě testů urychleným stárnutím byly zjištěny výsledky, že nejlepší dřeviny je dub s chemickou modifikací Lignofix I-profi a finální povrchovou úpravou venkovní olej. Závěrem diplomové práce je porovnání testovaných nátěrových hmot na přírodní bázi na vybrané druhy modifikovaných dřevin. Z jednotlivých testování jsou vytvořeny přehledné výstupy, aby bylo docíleno přehlednosti výsledků jednotlivých měření. Dále je v diplomové práci uvedena přehledná analýza jednotlivých nátěrových hmot, ve které zohledňují pořizovací cenu nátěrových hmot vzhledem k jejich degradaci a užitným vlastnostem.

Klíčová slova: dřevo, nátěrové hmoty, nátěry, modifikace extrakty, optimalizace, testování, výzkum, výsledky

Influence of kind of wood for quality of selected paints for exterior

Abstract

The aim of the diploma thesis is to provide lay persons as well as specialists in the field with information about a suitable surface treatment method for various types of wood and about the impact of the choice of wood on the coating durability when used outdoors, so that they make a sound judgement upon these findings. The diploma theses is divided into several parts containing an introduction into the problem of degradation of wood used outdoors, a description of various coatings based on natural substances, various wood modifications, principles of applying the coatings, norms providing for applying the coatings. On the basis of the tests using accelerated aging it has been found that the best results had oak with chemical modification Lignofix I-profi and final surface finish with the application of outdoor oil. The aim of the thesis is to compare selected coatings based on natural substances on selected types of modified wood. Outputs of particular tests are clearly arranged to provide a clear overview of particular measurement data. The diploma thesis also includes a clear analysis of particular coating materials with respect to their acquisition costs compared to their degradation and their utility.

Key words: wood, coating materials, coatings, modifications, extracts, optimisation, testing, research, results

Obsah

	Seznam obrázků a grafů.....	8
	Seznam tabulek	9
	Seznam zkratk a symbolů	10
1	Úvod	11
2	Cíl práce	12
3	Rozbor problematiky.....	13
3.1	Základní charakteristika vlastností dřeva	13
3.1.1	Chemické složení dřeva jako přírodního materiálu	13
3.1.2	Vlastnosti dřeva v návaznosti na nátěrové hmoty	14
3.1.3	Důvody pro zvyšování trvanlivosti dřevěných výrobků	17
3.2	Způsoby poškození dřeva	18
3.2.1	Abiotické poškození dřeva	18
3.2.2	Biologické poškození dřeva	21
3.3	Normy vztažné k aplikaci a testování nátěrových hmot	25
3.4	Modifikace dřeva	27
3.4.1	Chemická modifikace dřeva	28
3.4.2	Tepelná modifikace dřeva	31
3.4.3	Modifikace dřeva pomocí impregnace	36
3.4.4	Ostatní způsoby modifikace	39
3.5	Povrchová úprava dřeva nátěrovými hmotami.....	42
3.6	Nátěrové hmoty na přírodní bázi	55
4	Metodika vlastní práce	62
4.1	Příprava vzorků dřeva před laboratorními zkouškami	69
4.2	Chemická modifikace vzorků dřevin	70
4.3	Nanášení nátěrových hmot na modifikované vzorky dřeva	71
4.4	Analýza použitých nátěrových hmot a dřevin	72
5	Výsledky a diskuse	74
6	Diskuse	85
7	Závěr	90
8	Seznam použitých zdrojů	94
9	Přílohy	97

Seznam obrázků:

Obr. 1 Vliv nárůstu hmotnosti na snížení rozměrových změn.....	30
Obr. 2 Změna modulu pevnosti a pružnosti v čase při působení vysoké teploty. ...	32
Obr. 3 Sorpční a desorpční vlastnosti nemodifikovaného (vlevo) a dřeva modifikovaného (vpravo) v atmosféře dusíku při 250 °C po dobu dvou hodin.....	32
Obr. 4 Schéma jednohlavé licí nanášedky	53
Obr. 5 Dvouhlavá licí nanášedka	53
Obr. 6 Šikmé máčení	54
Obr. 7 Svislé máčení.....	54
Obr. 8 Schéma válcové nanášedky	55

Seznam grafů

Graf 1 Úbytek tloušťky nátěru po testu urychleným stárnutím.....	76
Graf 2 Úbytek tloušťky nátěru po testu urychleným stárnutím.....	77
Graf 3 Přilnavost nátěru na dřevě po testu urychleným stárnutím.....	80
Graf 4 Přilnavost nátěru na dřevě po testu urychleným stárnutím.....	81
Graf 5 Celková změna barvy nátěru po urychleném stárnutí.....	83
Graf 6 Celková změna barvy nátěru po urychleném stárnutí.....	84

Seznam tabulek:

Tab. 1	Základní rozdělení organických látek v listnatém a jehličnatém dřevě	14
Tab. 2	Biologická odolnost acetylovaného dřeva při půdním testu.....	30
Tab. 3	Označení tužek ve zkušební sadě	63
Tab. 4	Tabulka pro vyhodnocení přilnavosti mřížkovou zkouškou	64
Tab. 5	Cykly využívání při urychleném stárnutí nátěrů pro exteriér	65
Tab. 6	Základní vlastnosti dřevin použitých na lab. vzorky	66
Tab. 7	Klasifikace množství defektů	66
Tab. 8	Klasifikace velikosti defektů	67
Tab. 9	Klasifikace změn	67
Tab. 10	Klasifikace množství prasklin.....	67
Tab. 11	Klasifikace velikosti prasklin	68
Tab. 12	Rozsah odlupování	68
Tab. 13	Velikost ploch vykazujících odlupování – největší rozměr	68
Tab. 14	Požizovací náklady jednotlivých nátěrových hmot	73
Tab. 15	Užitné vlastnosti nátěrových hmot	73
Tab. 16	Měření pH jednotlivých nátěrových hmot	74
Tab. 17	Měření vydatnosti chemických modifikací i nátěrových hmot	74
Tab. 18	Zkouška na tloušťku nátěrového filmu	75
Tab. 19	Duncan test úbytek tloušťky nátěru po testu urychleným stárnutím	76
Tab. 20	Duncan test úbytek tloušťky nátěru po testu urychleným stárnutím.....	77
Tab. 21	Změna tvrdosti nátěru	78
Tab. 22	Změna přilnavosti nátěru mřížkovou metodou	78
Tab. 23	Duncan test přilnavosti nátěru po urychleném stárnutí	79
Tab. 24	Duncan test přilnavosti nátěru po urychleném stárnutí	80
Tab. 25	Urychlené stárnutí nátěrů na dřevo využívaných v exteriéru	81
Tab. 26	Rozsah barevné difference ΔE^*	82
Tab. 27	Duncan test celková změna barvy nátěru po urychleném stárnutí	82
Tab. 28	Duncan test celková změna barvy nátěru po urychleném stárnutí.....	83
Tab. 29	Hodnocení degradace nátěrů podle ČSN EN ISO 4628	84

Seznam symbolů

m^2	metr čtverečný
m^3	metr krychlový
$^{\circ}C$	stupeň Celsia
V	objem (m^3)
l	délka (m), (cm), (mm)
m	hmotnost (kg), (g)
m_o	hmotnost dřeva v absolutně suchém stavu po modifikaci (kg)
m_{mod}	hmotnost dřeva v absolutně suchém stavu před modifikací (kg)
Pa	základní jednotka tlaku
R	objemový příjem ochranného prostředku do dřeva (kg/m^3)
t	čas (s), (min), (h), (dny), (roky)
ρ	hustota dřeva (kg/m^3)
μm	odvozená jednotka soustavy SI v délce jedné milióntiny metru
pH.....	vodíkový exponent
MPa	Pascal (značka Pa) je jednotka tlaku

Seznam zkratek

SM	Smrk ztepilý
BO	Borovice lesní
DB	Dub letní
BK	Buk lesní
LP	Lípa malosrdčitá
OL	Olše lepkavá
EU	Evropská unie
ČSN	Česká státní norma
EN	Evropská norma (European Norm)
ISO	Mezinárodní organizace pro standardizaci (International Organization for Standardization)
DIN.....	Německé národní normy (Deutsches Institut für Normung e. V.)
NH	nátěrová hmota
WPG	Příjem modifikační látky v procentech (Weight-Percent-Gain)
UV.....	Ultrafialové záření (zkratka UV, z anglického ultraviolet)

1 Úvod

Diplomová práce je zaměřena na téma Vliv dřeviny na kvalitu vybraných druhů povrchových úprav pro exteriér. Problematika ekologie a nátěrových hmot je velice aktuální, protože se stoupajícími nároky Evropské unie a další právní legislativy České republiky bude kladen větší důraz na používání ekologických materiálů, které lze snadno vyrobit, recyklovat, a které mají nízkou ekologickou zátěž pro ekosystém. Legislativní kroky samozřejmě vstupují již nyní do prvostupňového i druhostupňového zpracování dřeva a jeho následných úprav. Z toho vyplývá, že bude kladen větší důraz na výrobce nátěrových hmot a jejich subdodavatele, aby se dané situaci přizpůsobili.

V diplomové práci jsou odborné veřejnosti i laikům představeny základní činitele, jež mají vliv na životnost výrobku v exteriéru. V další části jsou prezentovány druhy modifikací dřevin a jejich praktické využití. V neposlední řadě jsou zde uváděny systémy nanášení nátěrových hmot s jejich výhodami i nevýhodami.

Pro účely diplomové práce probíhal výzkum nátěrových hmot na přírodní bázi a jejich následné testování v laboratorních zkušebnách ve Výzkumném a vývojovém ústavu dřevařském, aby bylo dosaženo co možná nejpřesnějších výsledků. Vybrané druhy dřevin jsou chemicky modifikovány a následně je nanesena nátěrová hmota. Nátěrová hmota je nanášena dle technologického postupu jednotlivých výrobců tak, aby bylo docíleno kvalitní adheze a koheze. Všechna měření jsou provedena dle platných norem pro zkoušení nátěrových hmot. Tyto výsledky jsou následně porovnány v diplomové práci s ohledem na pořizovací náklady a jejich životnost. V celkovém závěru diplomové práce bude uvedena modifikovaná dřevina a nátěrová hmota, která dosáhla nejlepších výsledků při daném testování v laboratorních podmínkách.

2 Cíl práce

Cílem práce je najít vhodnou povrchovou úpravu pro různé dřeviny a určit jejich vliv na trvanlivost vybraných druhů nátěru v exteriéru. Dílčí cíle práce jsou:

- zjištění pH u jednotlivých chemických modifikací a nátěrových hmot,
- porovnání vydatnosti jednotlivých modifikací a nátěrových hmot s údaji, které udává výrobce,
- porovnání vybraných vlastností testovaných nátěrových systémů před zkouškou a po zkoušce urychleným stárnutím, tj.:
 - zkouška tloušťky nátěrových hmot dle ČSN EN ISO 2028 dle metody 6B na jednotlivých zkušebních tělesech,
 - zkouška tvrdosti nátěru na jednotlivých zkušebních tělesech dle normy ČSN 67 3075,
 - zjištění změny přilnavosti nátěru mřížkovou metodou dle normy ČSN EN ISO 2409,
 - porovnání výsledků barevných změn nátěrových hmot pomocí fotospektrometru.

3 Rozbor problematiky

3.1 Základní charakteristika vlastností dřeva

Dřevo je přírodní materiál, produkt rostoucích stromů. Dřevo jako veškeré přírodní materiály podléhá degradaci. Nejpatrnější je degradace dřeva u výrobků, které jsou ve venkovní expozici a nejsou povrchově upraveny, nebo je nevhodně řešena jejich konstrukční ochrana (nedostatečné přesahy, přímý styk se zeminou, atd.). Použití dřeva jako základního konstrukčního materiálu má tisíciletou tradici.

Výhody dřeva a materiálů na bázi dřeva: (Kolb, 2008)

- ekologický materiál,
- snadná ekologická likvidace,
- snadné opracování materiálu,
- ekonomicky dostupný materiál,
- široká využitelnost v jednotlivých odvětvích průmyslu,
- vhodný konstrukční materiál (poměr váha oproti fyzikálním vlastnostem),
- chemicky stálý materiál.

Nevýhody dřeva a materiálů na bázi dřeva: (Kolb, 2008)

- podléhá degradaci (stárnutí dřeva),
- nemá tepelně izolační vlastnosti,
- nižší odolnost proti biologickým a abiotickým činitelům (oproti jiným materiálům),
- potřeba správného uskladnění materiálů na bázi dřeva.

3.1.1 Chemické složení dřeva jako přírodního materiálu

Pro účely mé diplomové práce se v této části zmíním o chemickém složení dřeva pouze okrajově. Dřevo je přírodní materiál, který představuje složitý komplex makromolekulárních látek. Hlavní složky jsou:

- Organické látky
- Anorganické látky

Organické látky, které dřevo obsahuje: (Křupalová, 2004)

- uhlík (C) ve dřevě je obsažen v zastoupení 49,5 %,
- vodík (H) ve dřevě je obsažen v zastoupení 6,3 %,
- kyslík (O) ve dřevě je obsažen v zastoupení 44,2 %,
- ostatní.

Tyto hodnoty platí pro absolutně suché dřevo. Z těchto prvků jsou vytvořeny složité organické látky, které rozdělujeme na:

- hlavní složky dřeva (tvoří buněčné stěny – celulóza, lignin, hemicelulóza),
- průvodní látky (obsažené hlavně v buněčných stěnách – sacharidy, glykosidy, tuky, proteiny, barviva, atd.).

Tab. 1 Základní rozdělení organických látek v listnatém a jehličnatém dřevě (Křupalová, 2004)

	Celulóza	Lignin	Hemicelulóza (z toho)	Pentozany	Hexozany
Jehličnaté dřevo	48 – 56%	26 – 30%	23 – 26%	10 – 12%	13%
Listnaté dřevo	46 – 48%	19 – 28%	26 – 35%	23 – 29%	3 – 6%

Anorganické látky:

Anorganické látky jsou minerální sloučeniny, které se ve dřevě vyskytují jen v malém množství. Jsou to soli křemíku, draslíku, sodíku, vápníku, hořčíku, manganu železa a hliníku. Množství anorganických látek je v rozmezí 0,2 až 0,5% z celkového objemu dřeva (u tropických dřevin je tato hodnota v rozmezí 5 až 10%). Obsah jednotlivých anorganických látek se v jednotlivých částech stromu se liší. Ve větvích je více anorganických látek než v bělové části. Velký obsah anorganických látek působí negativně při chemickém zpracování dřeva (například negativně ovlivňuje bělení celulózy).

3.1.2 Vlastnosti dřeva v návaznosti na nátěrové hmoty

Pro aplikaci nátěrových hmot mají velký význam fyzikální vlastnosti dřeva. Ty mohou negativně i pozitivně ovlivnit životnost jednotlivých nátěrových hmot na dřevařském výrobku a materiálu na bázi dřeva. Z toho důvodu pro účely mé diplomové práce uvedu

základní rozdělení fyzikálních vlastností dřeva. Fyzikální vlastnosti dřeva se podle ČSN 49 000 rozdělují na:

Vlastnosti určující:

- vnější vzhled dřeva – barva, lesk, textura, vůně,
- vztah dřeva k vodě – vlhkost, vlhkostní vodivost, navlhavost, nasákavost, propustnost vody dřevem, sesychání, bobtnání, borcení, praskání,
- hmotnost dřeva – měrná hmotnost dřevní substance, objemová hmotnost, objemová hustota, pórovitost,
- vztah dřeva k teplu – tepelná vodivost, tepelná roztažnost,
- vztah dřeva ke zvuku – zvuková vodivost, průzvučnost, rezonanční schopnost,
- vztah dřeva k elektřině – elektrická vodivost, dielektrické vlastnosti určující účinek vysokofrekvenčních proudů, piezoelektrické vlastnosti, magnetické vlastnosti,
- propustnost dřeva – pro světelné a rentgenové paprsky, účinek ultrafialových paprsků, účinek jaderného záření na dřevo.

Nejvýznamnější vliv na aplikaci nátěrových hmot mají tyto fyzikální veličiny: vlhkost, vlhkostní vodivost, relativní vlhkost dřeva a pórovitost.

Vlhkost

Vlhkost je množství vody obsažené ve dřevě, vyjádřené v procentech z hmotnosti dřeva.

Vodu dělíme na:

- vodu volnou neboli kapilární (uloženou v buněčných stěnách),
- vodu vázanou neboli hydroskopickou (která je uvnitř buněčných stěn),
- vodu molekulární (chemicky vázanou).

Největší vliv na výrobky na bázi dřeva umístěné v exteriéru má voda vázaná, která způsobuje tvarové změny dřeva. Z důvodů tvarových změn dochází k narušení povrchu dřeva a nátěrové hmoty a postupné degradaci výrobku. Proto platí, že výrobky na bázi dřeva umístěné do exteriéru by měly mít vlhkost v rozmezí 12- 15% výrobní vlhkost by měla být o 2% nižší. (Křupalová, 2004)

Vlhkostní vodivost

Vlhkostní vodivost je definována jako rychlost pohybu vody ve dřevě. Závisí na vlhkosti dřeva, teplotě, objemové hmotnosti, druhu dřeva a směru vláken. Těžší dřeviny propouštějí vlhkost pomaleji než lehké dřeviny. Z praktického hlediska je vlhkostní vodivost důležitá zejména u nátěrových hmot, jež jsou vodou ředitelné.

Relativní vlhkost dřeva

Relativní vlhkost vzduchu je poměr mezi okamžitým množstvím vodních par ve vzduchu a množstvím par, které by měl vzduch o stejném tlaku a teplotě při plném nasycení. Udává se v procentech (%). Vzhledem k tomu, že množství sytých par závisí především na teplotě vzduchu, mění se relativní vlhkost vzduchu s jeho teplotou i přesto, že absolutní množství vodních par zůstává stejné. Patří k nejčastěji používaným charakteristikám vlhkosti vzduchu. Čím je vzduch teplejší, tím více vody pojme. Maximální množství vodní páry, které je vzduch schopný pojmout, odpovídá 100% relativní vlhkosti vzduchu. Ochladí-li se takto nasycený vzduch, jeho schopnost vázat vodu se sníží a přebytečná voda se vyloučí ve formě miniaturních kapiček. Obvyklé hodnoty vlhkosti vzduchu: (Křupalová, 2004)

- vzduch v obytných místnostech má reálnou vlhkost 40 až 55 %,
- v koupelně nebo v kuchyni za provozu pak až 100 %,
- venku za deště, sněžení nebo při sněhové pokrývce 80 až 100 %, v létě je kolem 50 %, při suchu méně.

Chladný vzduch okolo 0 °C nebo pod bodem mrazu obsahuje málo vzdušné vlhkosti, přestože se zdá vlhký. Naopak teplý vzduch obsahuje několikanásobně více páry než chladný. Z praktického hlediska je relativní vlhkost vzduchu velice důležitá, a to zejména pro správné zasychání a vytvrzování nátěrových hmot. (Reinprecht, 2012)

Pórovitost

Dřevo je pórovitý materiál, který se v suchém stavu skládá z objemu dřevní substance a objemu pórů vyplněných vzduchem. Pórovitost dřeva udává objem vnitřních dutin (buněčných, mezibuněčných), které jsou vyjádřeny v procentech. Při známé objemové hmotnosti absolutně suchého dřeva a za předpokladu, že měrná hmotnost dřevní substance je $1540 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$, lze pórovitost (p) vypočítat dle vzorce:

$$p = \left(1 - \frac{\rho_0}{\rho_s}\right) \times 100 = (\%)$$

kde:

p = pórovitost

ρ_0 = hmotnosti absolutně suchého dřeva

ρ_s = hmotnost dřevní substance

Z praktického hlediska je pórovitost dřeva velice důležitá, protože čím je dřevo pórovitější, tím je při aplikaci spotřeba nátěrové hmoty větší. Pórovitost nepřímo ovlivňuje i dobu, po kterou nátěrové hmoty zasychají, spolu s dalšími veličinami jako jsou tlak, teplota atd.

3.1.3 Důvody pro zvyšování trvanlivosti dřevěných výrobků

Hlavní důvod pro zvyšování trvanlivosti (životnosti) výrobků ze dřeva ve venkovní expozici je samozřejmě ekonomická rentabilita. U daného výrobku musíme zohlednit několik faktorů, jako jsou: pořizovací náklady, náklady na údržbu a náklady na ekologickou likvidaci (popřípadě demontáž) daného výrobku. Mezi dalšími faktory je potřeba také zohlednit ekologické zacházení s přírodními zdroji a jejich efektivní využívání. Pořizovací náklady může investor ovlivnit výběrem vhodných materiálů a jejich kvalitním konstrukčním řešením tak, aby náklady na údržbu byly co nejnižší. Jedná se především o výběr vhodných vstupních materiálů a jejich povrchovou úpravu. Povrchová úprava by měla zohledňovat funkci daného výrobku. V praxi to například znamená, že nebude dětské hřiště natřeno nátěrovou hmotou, která je vysoce toxická.

Životnost dřevařských výrobků

Životnost dřevařských výrobků můžeme definovat podle více hledisek: (Reinprecht, 2012)

- fyzická životnost – uvádí technický stav výrobku v průběhu času,
- morální životnost – vztahuje se hlavně k estetické stránce výrobku,
- ekonomická životnost – vztahuje se hlavně k nákladům na údržbu vzhledem k využitelnosti daného výrobku.

Životnost dřevařských výrobků je různá a záleží na mnoha faktorech. Pokud je daný výrobek vhodně navržen po technické stránce a jsou dodrženy všechny technologické

postupy, může být jeho životnost i 200 a více let. Nemalou měrou se na tom podílí modifikace dřeva a nátěrové hmoty. (Reinprecht, 2012)

3.2 Způsoby poškození dřeva

Dřevo jako přírodní materiál degraduje vlivem mnoha činitelů jako je požár, sluneční záření, chemické látky (obsažené v půdě nebo ve vzduchu), hmyz, houby a další činitele. Degradace dřeva zapříčiňuje, že u dřevin zpravidla dojde ke změně barvy, zhoršení mechanických a fyzikálních vlastností dřeva. Pro účely mé diplomové práce uvádím pouze základní rozdělení těchto činitelů tak, aby měl čtenář přehled o jednotlivých typech poškození, která zapříčiňují degradaci dřeva. Poškození dřeva dělíme dle způsobu dřevoznehodnocujícího činitele na dvě hlavní části. (Reinprecht, 2012)

Poškození dřeva dělíme na:

- abiotické poškození,
- biologické poškození.

3.2.1 Abiotické poškození

Vliv abiotického poškození na dřevo: (Reinprecht, 2012)

- změna barvy povrchu (důsledek fotooxidace),
- plastická textura povrchu (důsledkem intenzivní eroze jarního dřeva),
- mikrotrhliny (důsledkem vlhkostních a teplotních napětí),
- tvarové deformace (důsledkem působení více povětrnostních vlivů současně),
- zdrsnění povrchu (důsledkem fotooxidace ligninu a jeho následné vyplavení vodou).

Abiotické poškození dřeva dělíme podle dřevoznehodnocujícího činitele:

- poškození dřeva povětrnostními vlivy,
- poškození dřeva termicky a požárem,
- poškození dřeva agresivními chemikáliemi.

Poškození dřeva povětrnostními vlivy

Poškození dřeva povětrnostními vlivy souhrnně nazýváme atmosférická koroze. Atmosférickou korozi vyvolává větší počet činitelů. Tyto činitele dělíme do dvou základních skupin. První skupina je hmotného charakteru a druhá skupina je skupina energických polí.

- **Skupina hmotného charakteru se dále dělí (podle dřevoznehodnocujícího činitele):**
 - voda,
 - kyslík,
 - agresivní plyny a emise,
 - vodní a jiné roztoky chemicky agresivních látek,
 - prach, písek, dehet.

- **Skupina energických polí se dále dělí (podle dřevoznehodnocujícího činitele):**
 - sluneční záření (ultrafialové, infračervené, viditelné, atd.),
 - teplo,
 - proudění linární a turbulentní.

Poškození dřeva termicky a požárem

Dřevo je přírodní materiál, u kterého snadno dojde k termické degradaci. Hlavní podíl na tom má jeho chemická skladba. Dřevo totiž obsahuje přibližně 50% uhlíku, 43% kyslíku a 7% vodíku.

Termická degradace dřeva

„Je soubor chemických reakcí (depolymerizace, dehydratace a jiné), je iniciován ohřevem, t.j. aktivační tepelnou energií. Při teplotách pod 66 °C se tyto reakce v podstatě neuskutečňují. Při teplotách od 66 °C do 110 °C se některé z nich mohou uskutečnit v závislosti na době trvání ohřevu dřeva, ale z praktických dopadů na strukturu a vlastnosti dřeva mají většinou zanedbatelný význam. K viditelnějšímu termickému narušení stavebních složek dřeva dochází až při teplotách nad 150 °C, kdy se nejdříve rozkládají hemicelulózy, potom celulóza, přičemž nejstabilnější je lignin.

Narušení složek dřeva v závislosti na teplotě:

- *Hemicelulóza – se rozkládá při teplotě pod 200 °C, s výrazným exotermickým efektem nad 200 °C.*
- *Celulóza – se výrazně depolymerizuje při teplotách nad 300 °C, za vzniku levoglutózanu, který se následně přemění na hořlavé plyny.*
- *Lignin – se výrazněji exotermicky rozkládá při teplotách nad 300 až 400 °C.“*
(citace *Ochrana dřeva Ladislav Reimprecht.2012. vydalo: TU Zvolen IBSN 978-80-228-2351-7 str. 31 a 32)*

Poškození dřeva agresivními chemikáliemi

Poškození dřeva agresivními látkami nazýváme chemickou korozi dřeva. Chemickou korozi dřeva způsobují chemické látky, jako jsou zásady, kyseliny, soli a oxidační látky. Tyto látky se do dřeva dostávají několika způsoby ve formě plynu, kapalin nebo v pevném skupenství. Na dřevo mohou působit buď přímo, a to tak, že reagují s jeho chemickými složkami, které dřevo obsahuje, nebo nepřímo tak, že katalyzují degradační reakce ve dřevě. K nejrychlejší korozi dřeva dochází, pokud přijde do kontaktu s kyselinou sírovou, chlorovodíkovou anebo kyselinou dusičnou. Tyto kyseliny poškozují dřevo za velmi krátký čas. Avšak je důležité říci, že dřevo ve srovnání s ostatními materiály, jako jsou ocel, beton a plasty, má poměrně dobrou odolnost vůči chemickému poškození. Chemické poškození dřeva dělíme do dvou hlavních skupin: (Reinprecht, 2012)

- atmosféricko – chemická koroze dřeva,
- anaerobně – chemická koroze dřeva.

Atmosféricko – chemická koroze dřeva

K této chemické korozi dochází ve venkovní expozici. Spolupůsobí zde několik činitelů jako jsou kyslík, povětrnostní podmínky a agresivní chemické látky obsažené v ovzduší nebo ve vodě. Typickým případem atmosférické koroze jsou tzv. „kyselé deště“. Příkladem agresivních látek, které jsou obsaženy v ovzduší nebo vodě, jsou oxid siřičitý SO₂, oxid dusíku NO_x a od nich odvozené kyseliny. (Reinprecht, 2012)

Anaerobně – chemická koroze dřeva

K této korozi dochází bez přístupu kyslíku. Tato koroze probíhá, pokud je dřevo umístěno v zemi nebo ve vodě. Pokud je dřevo trvale umístěno v zemi, dochází k takzvanému

uhelnatění. Jedná se o dlouhodobý proces, při kterém probíhají v polysacharidech a ligninu chemické reakce. Pokud je dřevo trvale umístěno ve vodě, dochází u něj k tzv. mineralizaci dřeva. Mineralizace dřeva je proces, při kterém se dostávají minerální látky z vody do dřeva. Nejdříve pronikají do lumenů buněk a následně do buňkových stěn.

3.2.2 Biologické poškození

K biologickému poškození dřeva dochází už během jeho růstu i po jeho následném zpracovávání až po jeho zabudování do konstrukce nebo zhotovení finálního výrobku. Proto je velice důležité tomuto poškození zabránit a předcházet mu a to tím, že zvolíme optimální technologický postup při jeho zpracování, ošetření, modifikaci, skladování až po konstrukční zabudování. Ztráty v dřevařském průmyslu, které způsobí biologické poškození, se odhadují okolo 15% až 20% z celoroční těžby kulatiny. Riziko napadení dřeva a výrobků z něj se v Evropě hodnotí šesti bodovou stupnicí do takzvaných tříd ohrožení: (Reinprecht, 2012)

Třída ohrožení 0: Dřevo v klimatizovaném interiéru staveb, bez kontaktu se zemí, vodou nebo zdivem, kdy jeho vlhkost nepřevyší 12% a je možná vizuální kontrola. Pro tuto třídu není nutná chemická ochrana.

Třída ohrožení 1: Dřevo v interiéru staveb, pod střechou, bez kontaktu se zemí nebo neizolovaným zdivem. Vlhkost nikdy (ani dočasně) nepřekročí 20%. Hrozí napadení pouze dřevokazným hmyzem. Doporučená je chemická ochrana proti dřevokaznému hmyzu (symbol účinnosti Ip).

Třída ohrožení 2: Jako u třídy 1, pouze vlhkost dřeva může být dočasně (nikoliv trvale) zvýšena nad 20% až do 30%. Hrozí napadení dřevokazným hmyzem, houbami Basidiomycetes, výjimečně plísněmi. Nutná je chemická ochrana proti houbám Basidiomycetes, doporučená proti dřevokaznému hmyzu a plísním (symboly účinnosti Fb, Ip, P).

Třída ohrožení 3: Dřevo v exteriéru, nechráněné nebo nedostatečně chráněné před povětrností, bez trvalého kontaktu se zemí nebo sladkou vodou. Vlhkost dřeva je opakovaně a často vyšší než 20%. Vysoká pravděpodobnost napadení houbami, plísněmi, dřevozbarvujícími houbami i hmyzem. Chemická ochrana je nutná, přičemž povrchové způsoby jsou obvykle nedostačující (symboly účinnosti Fb, Ip, B, P).

Třída ohrožení 4: Dřevo v přímém a trvalém kontaktu (zabudováno) se zemí nebo sladkou vodou. Vlhkost dřeva trvale vyšší než 20%. Dřevo je v krátké době napadeno dřevokaznými houbami, včetně měkké hniloby, hrozí napadení i dalšími škůdci. Chemická ochrana je pro nosné konstrukce povinná a nutná hloubková (průmyslová) impregnace. (Symboly účinnosti Fa, Fb, Ip, P).

Třída ohrožení 5: Dřevo v trvalém a přímém kontaktu s mořskou vodou se u nás nevyskytuje.

Biologické poškození podle dřevoznehodnocujícího činitele dělíme na:

- dřevo poškozené bakteriemi,
- dřevo poškozené houbami,
- dřevo poškozené hmyzem,
- dřevo poškozené mořskými organizmy,
- dřevo poškozené hlodavci a ptactvem,
- dřevo poškozené člověkem a ostatními způsoby.

Dřevo poškozené bakteriemi

Bakterie jsou mikroorganismy, které přebývají ve dřevě. Většina z 30 000 až 10 000 druhů bakterií má rozměr 0,4 až 0,5 μm . Do dřeva vnikají přes dřevňové paprsky a živice kanálky. Všeobecně se dá říci, že oproti ostatním dřevoznehodnocujícím činitelům jsou bakterie málo agresivní. Ve dřevě většinou způsobují barevné změny, ale nemění jeho mechanické a fyzikální vlastnosti.

Dřevo poškozené houbami

Dřevokazné houby jsou rostliny bez chlorofylu, nemohou si tedy pomocí fotosyntézy vyprodukovat potravu. Proto si potravu tvoří rozkládáním buněčných stěn. Nejdůležitější podmínkou pro růst hub je zvýšená vlhkost dřeva. Riziko napadení se zvyšuje, je-li vlhkost dřevní hmoty nad 20%. Houby lze rozdělit z několika hledisek:

Podle, toho kterou složku buněčné blány rozpouštějí: (Reinprecht, 2012)

- Celulózovorné – živí se hlavně celulózou, dřevo tmavne a vniká červenohnědá destruktivní hniloba.
- Ligninotvorné – rozkládají nejdříve lignin a následně ostatní dřevní hmotu. Vzniká bílá korozivní hniloba.

Podle schopnosti napadat živou nebo neživou organickou hmotu: (Reinprecht, 2012)

- parazitické – vyskytují se na živých stromech,
- saprofytické – vyskytují se na mrtvém nebo zpracovaném dřevě,
- saproparazitické – vyskytují se na živém stromě, ale i na odumřelém a na dřevě ve skladech.

Podle poškození dřeva: (Reinprecht, 2012)

- dřevozbarvující plísňe – způsobují pouze estetické vady, dřevo však neztrácí své fyzikální ani mechanické vlastnosti,
- dřevokazné – zhoršují fyzikální a mechanické vlastnosti dřeva.

Podle místa výskytu: (Reinprecht, 2012)

- v budovách,
- ve skladech,
- v přírodě na živých stromech nebo mrtvém dřevě.

Dřevokazných hub je několik stovek různých rodů a druhů. Pro účely mé diplomové práce proto uvedu jenom přehled nejčastěji se vyskytujících saprofytických hub, vyskytujících se na mrtvém nebo zpracovaném dřevě.

- Dřevomorka domácí (Serpula / Merulius / lacrymans)
- Koniofora sklepní (Coniofora puteana)

- Houževnatec šupinatý (*Lentinus lepideus*)
- Outkovka pestrá (*Trametes versicolor*)
- Lupeník plotní (*Lenzites sepiaria*)

Dřevo poškozené hmyzem

Hmyz je nejpočetnější skupinou živočichů na planetě. Dodnes je identifikováno více než 1 milion druhů. Škody způsobené hmyzem jsou v porovnání se škodami způsobenými houbami podstatně menší. Přesto je však hmyz velmi nebezpečný, protože jeho přemnožení často způsobuje lesní kalamity.

Nejvýznamnější druhy dřevokazného hmyzu jsou: (Reinprecht, 2012)

- Coleoptera – brouci,
- Hymenoptera – blanokřídlý hmyz,
- Lepidoptera – motýli,
- Isoptera – termity.

Poškození hmyzem podle hloubky napadení dělíme: (Reinprecht, 2012)

- Povrchové – malé otvory o průměru 1-2 mm, hloubka požerků do 5 mm,
- Mělké – hloubka požerků 5-50 mm.

Poškození hmyzem podle místa na stromě dělíme: (Reinprecht, 2012)

- poškození kořenů,
- napadení asimilačních orgánů (listů, jehliček),
- napadení pupenů a výhonků,
- napadení lýka,
- napadení dřeva.

Dřevo poškozené mořskými organizmy

V našich zeměpisných podmínkách se tento dřevoznehodnocující činitel nevyskytuje.

3.3 Normy vztažené k aplikaci a testování nátěrových hmot

V této kapitole shrnu normy vztažené k aplikaci a testování nátěrových hmot pro území České republiky. Vzhledem k tomu, že výrobci z české republiky dováží i vyváží výrobky z celého světa, jsou zde okrajově zmíněny i další mezinárodní normy. Jedná se o základní přehled norem ISO (Mezinárodní organizace pro standardizaci - International Organization for Standardization), EN (Evropská norma - European Norm), ČSN (Česká státní norma) a DIN (Deutsches Institut für Normung e. V.) norem.

Definice technické normy

Technická norma je předpis, který stanoví důležité vlastnosti různých materiálů, výrobků, součástí nebo postupů a může definovat také používané pojmy. Autoritou je buď státní úřad (v ČR Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, do roku 2008 Český institut pro normalizaci) nebo oborové sdružení výrobců. Od 20. století se státní normy podřizují mezinárodním, vydávaným evropskými nebo světovými organizacemi. Technické normy nejsou obvykle závazné, prosazují se ale pro své výhody. Sjedením součástí dovoluje jejich záměnnost a hromadnou výrobu. Stanovením závazných parametrů výrobků zajišťují také ochranu spotřebitele.

(<http://www.unmz.cz>, 2016)

Základní norma, která určuje testování nátěrových hmot na dřevěné výrobky ČSN EN 927, která se skládá z několika částí:

- ČSN EN 927-1 - Nátěrové hmoty - Nátěrové hmoty a nátěrové systémy pro dřevo ve vnějším prostředí - Část 1: Klasifikace a volba.
- ČSN EN 927-2 - Nátěrové hmoty - Nátěrové hmoty a nátěrové systémy pro dřevo ve vnějším prostředí - Část 2: Specifikace funkčních vlastností.
- ČSN EN 927-3 - Nátěrové hmoty - Povlakové materiály a povlakové systémy pro dřevo ve vnějším prostředí - Část 3: Zkouška přirozeným stárnutím.
- ČSN EN 927-4 - Nátěrové hmoty - Povlakové materiály a povlakové systémy vnější na dřevo - Část 4: Hodnocení propustnosti pro vodní páru.
- ČSN EN 927-5 - Nátěrové hmoty - Povlakové materiály a povlakové systémy pro dřevo ve vnějším prostředí - Část 5: Hodnocení propustnosti vůči vodě.

- ČSN EN 927-6 - Nátěrové hmoty - Povlakové materiály a povlakové systémy pro dřevo ve vnějším prostředí - Část 6: Expozice povlaků dřeva umělému stárnutí s použitím fluorescenčních UV lamp a vody.

Další z důležitých norem, které pomáhají klasifikovat kvalitu chemických modifikací a nátěrových hmot, je norma ČSN EN 351, která se skládá z více částí:

- ČSN EN 351-1 - Trvanlivost dřeva a materiálů na bázi dřeva - Rostlé dřevo ošetřené ochrannými prostředky - Část 1: Klasifikace průniku a příjmu ochranného prostředku.
- ČSN EN 351-2 - Trvanlivost dřeva a materiálů na bázi dřeva - Rostlé dřevo ošetřené ochrannými prostředky - Část 2: Návod na odběr vzorků pro analýzu dřeva ošetřeného ochrannými prostředky

Další norma, která se vztahuje k životnosti dřevařských výrobků, je ČSN EN 460. I když se v této normě přímo nehovoří o aplikaci nátěrových hmot, tak tato norma doporučuje chemickou ochranu dle jednotlivého typu zatížení dřevěných konstrukcí nebo dřevěných prvků umístěných v interiéru nebo exteriéru.

- ČSN EN 460 - Trvanlivost dřeva a materiálů na jeho bázi. Přirozená trvanlivost rostlého dřeva. Požadavky na trvanlivost dřeva pro jeho použití v třídách ohrožení.

Další normy vztahující se k aplikaci nátěrových hmot a jejich následného testování:

- ČSN 01 1718 - Měření barev.
- ČSN EN 21513 Nátěrové hmoty. Popis vnějších znaků a příprava vzorků ke zkoušení.
- ČSN 67 3050 Zhotovení zkušebních nátěrů.
- ČSN 67 3007 Vzorkování nátěrových hmot.
- ČSN 67 3061 Nátěrové hmoty. Stanovení tloušťky nátěrů.
- ČSN 67 3063 Stanovení lesku nátěrů.
- ČSN 67 3065 Hodnocení kryvosti nátěrů.

Obdobné mezinárodní, regionální a zahraniční normy:

- ISO 7724/1:1985 Paints and varnishes. Colorimetry. Part 1: Principles (Nátěrové hmoty. Kolorimetrie. Část 1: Základní pravidla).
- ISO 7724/2:1985 Paints and varnishes. Colorimetry. Part 2: Colour measurement (Nátěrové hmoty. Kolorimetrie. Část 2: Měření barvy).
- ISO 7724/3:1985 Paints and varnishes. Colorimetry Part 3: Calculation colour differences (Nátěrové hmoty. Kolorimetrie. Část 3: Výpočet změn barevného odstínu).
- DIN 5033:1970 Farbmessung. Begriffe und Farbtechnik (Měření barvy. Základní požadavky).
- DIN 6161:1962 DIN-Farbenkarte (Vzorkovnice barevných odstínů).
- NF X 08-001:1973 Couleurs. Notions de base (Barevné odstíny. Základní pojmy).
- NF X 08-062:1971 Collection réduite de couleurs Identification. Catalogue. Etalons secondaires (Redukovaná vzorkovnice barevných odstínů. Sekundární etalony).

Kromě norem se jednotliví výrobci nátěrových hmot mohou řídit i požadavky odběratele. Velcí odběratelé potom mohou chtít i po svých dodavatelích certifikaci nebo prohlášením o shodě výrobku. Certifikace může být povinná, ale i nepovinná. Vše je dáno smluvním vztahem mezi dodavatelem a odběratelem.

3.4 Modifikace dřeva

Modifikace (změna, vylepšení, úprava) dřeva je proces, při kterém se snažíme vylepšit jeho pozitivní vlastnosti. Mezi pozitivní vlastnosti dřeva řadíme pevnost, pružnost, nízkou hmotnost atd. Mezi další důvody modifikace dřeva je snaha ovlivnit jeho negativní vlastnosti jako jsou rozměrová nestabilita, navlhavost, nasákavost a náchylnost k dřevoznehodnocujícím činitelům (abiotickým i biologickým). Z historického hlediska se člověk snažil o modifikaci dřeva už v pravěku, když opaloval hroty oštěpů nad ohněm.

Modifikaci dřeva můžeme provádět několika způsoby: (Reinprecht, 2012)

- chemicky,
- teplotně,

- biologicky,
- impregnací,
- pomocí tlaku (lisováním),
- pomocí mikrovlnného záření.

3.4.1 Chemická modifikace dřeva

Pod pojmem chemická modifikace dřeva je třeba si představit proces, při kterém na danou dřevinu aplikujeme chemickou látku. Chemická látka musí ovšem pozitivně změnit vlastnosti dřeva jako jsou fyzikální a mechanické vlastnosti nebo musí pozitivně ovlivnit technologické vlastnosti materiálu. Chemickou modifikaci podle působení můžeme rozdělit do dvou základních skupin:

- aktivní modifikace - mění se jeho molekulární struktura dřeva i jeho vlastnosti,
- pasivní modifikace - vlivem inertních látek zavedených do lumenů, nebo buněčných stěn mění se jeho vlastnosti, ale nemění se molekulární struktura.

Chemickou modifikaci dle působení modifikační látky dělíme: (Reinprecht, 2012)

- modifikační látka lokalizovaná v buněčných lumenech dřeva (jedná se o pasivní modifikaci),
- modifikační látka lokalizovaná v buněčných stěnách, bez chemické vazby na složky dřeva (jedná se o pasivní modifikaci),
- modifikační látka lokalizovaná v buněčných stěnách reaguje se složkami dřeva, hlavně s jeho OH skupinami za vzniku jeho kovalentních vazeb (jedná se o aktivní modifikaci).

Průběh a efektivita chemické modifikace se dá hodnotit podle více kritérií:

- podle změny mechanických vlastností,
- podle změny trvanlivosti dřeva,
- podle rozměrové stabilizace,
- podle změny fyzikálních vlastností u modifikovaného dřeva,
- podle množství a distribuce modifikační látky,
- podle celkové účinnosti – efektivita modifikačního procesu.

Příjem modifikační látky spočítáme dle vzorce:

$$\text{WPG} = [(m_{\text{omod}} - m_0) : m_0] \cdot 100 (\%)$$

Kde:

WPG = příjem modifikační látky v procentech (Weight-Percent-Gain)

m_{omod} = hmotnost dřeva v absolutně suchém stavu před modifikací (uváděno v kg)

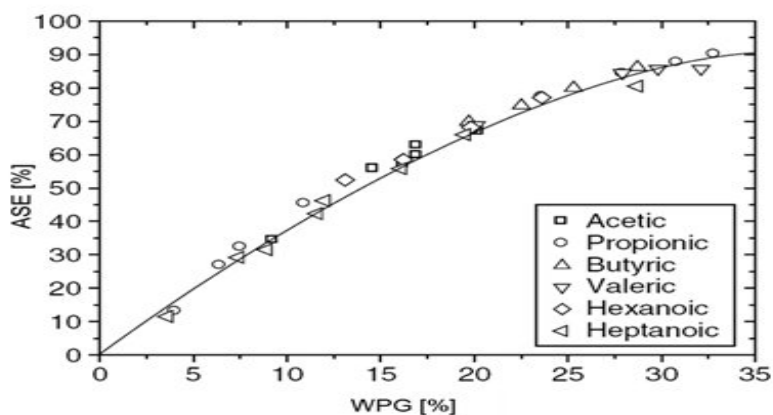
m_0 = hmotnost dřeva v absolutně suchém stavu po modifikaci (uváděno v kg)

Pro účely diplomové práce uvedu základní principy chemické modifikace dřeva.

Modifikace – acetylací

Acetylací dřeva s nekatalyzovaným acetanhydridem dochází k esterifikaci volné hydroxylové skupiny v buněčné stěně, ukazuje se jako jedna z nejslibnějších metod na zlepšení vlastností výrobků ze dřeva. Ošetřené dřevo se chová jako velmi trvanlivý, rozměrově stabilní a UV záření odolný materiál se zachovanými mechanickými vlastnostmi srovnatelnými s neupraveným dřevem. Mechanické vlastnosti acetylovaného dřeva ovlivňují především dva faktory snížení rovnovážné vlhkosti a degradace buněčné stěny, která se vyskytuje při delším působení vyšších teplot. Jisté účinky má i kyselina octová, která vzniká jako vedlejší produkt. Rozsah degradace je závislý na čase a teplotě, při kterých reakce probíhá. Je také třeba poznamenat, že dřevo je po acetylaci nabobtnalé a ve srovnání s neacetylovaným dřevem obsahuje ve stejném průřezu méně vláken. Při porovnání vlastností vzorků stejných průřezů upraveného a neupraveného dřeva jsou pak mechanické vlastnosti upravených vzorků horší právě z tohoto důvodu. Acetylované dřevo je daleko méně náchylné na sesychání a bobtnání za proměnných atmosférických podmínek. Důvod je jednoduše vysvětlitelný. Buněčná stěna je po modifikaci zaplněna chemicky vázanými acetylovými skupinami, které zabírají prostor uvnitř buněčné stěny, proto je takto modifikované dřevo v nabobtnalém stavu. Velikost nabobtnání závisí na míře modifikace. Na obrázku (viz. níže) můžeme vidět, že s nárůstem hmotnosti, kterou způsobuje dodané činidlo, dochází ke snížení rozměrových změn. K drobným rozměrovým změnám bude docházet u acetylovaného dřeva vždy, ale jejich velikost je téměř zanedbatelná. (<http://www.n-i-s.cz/>, 2016)

Obr. 1 Vliv nárůstu hmotnosti na snížení rozměrových změn. (<http://www.n-i-s.cz/>, 2016)



Tab. 2 Biologická odolnost acetylovaného dřeva při půdním testu.

(<http://www.n-i-s.cz/>, 2016)

Hmotnostní přírůstek po modifikaci	Rovnovážná vlhkost dřeva (%)			Hmotnostní úbytek po původním testu (%)
	$\varphi = 30 \%$	$\varphi = 65\%$	$\varphi = 90\%$	
Neošetřený vzorek	4,2	9,4	20,2	65,8
5	2,9	7,0	16,5	58,8
12	2,4	5,2	13,0	44,9
14	1,8	4,6	11,4	35,6
19	1,1	3,7	8,6	5,0

Modifikace - amoniakem (čpavkem)

Čpavek se v nábytkářském průmyslu používá k plastifikaci dřeva a ke změnám jeho barvy. Používá se v plynné podobě (amoniak), kapalné a rozpuštěný ve vodě jako tzv. čpavková voda. Působení amoniaku vede ke změnám rovnovážné vlhkosti. U většiny dřevin dochází ke zvýšení hodnoty bodu nasycení vláken a hygroskopicity. Též dochází k dočasné plastifikaci. Sesychání a bobtnání se po působení amoniaku při změně vlhkosti silně mění, především v závislosti na dřevině. Nejčastěji amoniak způsobuje zvýšení rozměrové stálosti v radiálním směru a její snížení v tangenciálním směru. Tyto změny jsou vysvětlovány dočasnou ztrátou funkce rozměrové stabilizace ligninu. Nárůst počtu OH skupin po odpaření vázaného amoniaku vede k rozsáhlejším možnostem vázání vody a tím i bobtnání. Kapalný čpavek působí jako plastifikátor, termodynamicky je aktivnější než voda i ostatní rozpouštědla, je schopen uvolňovat vodíkové můstky mezi makromolekulami dřevní hmoty a proniknout do krystalické mřížky celulózy. Kapalný čpavek za nepřítomnosti vody vytváří velmi málo nevratných změn v chemickém složení

dřevní hmoty. Plastifikace působením kapalného čpavku probíhá na úrovni uvolňování vodíkových můstků mezi makromolekulami. Po odstranění čpavku se tyto můstky obnovují. To dokazuje i fakt, že dřevní hmota ve změněném tvaru se chová, jako by takto narostla. Dřevní hmota při čpavkování, bez ohledu na to, v jaké formě byl čpavek použit, bobtná více než při máčení ve vodě a též se více sesychá (smršťuje se) po odstranění čpavku. Větší sesychání vzniká prohnutím plastifikované buněčné stěny směrem dovnitř lumenu buňky. U běžných listnatých dřevin (buk, bříza) smrštění činí podle podmínek 18 až 32 %, u jehličnatých dřevin je menší, a to 12 až 18 %. U velmi lehkých listnatých dřevin, jako např. balsa, smrštění dosahuje až 60 %. Tento typ smrštění se nazývá chemické zhuštění. Pozorované změny hustoty jsou v rozmezí přirozeného kolísání. Změny chemického složení dřeva neovlivňují celkovou hustotu dřeva. Skutečnost, že hustota není ovlivněna ošetřením dřeva amoniakem, signalizuje, že mechanické vlastnosti také zůstanou ve svém přirozeném rozsahu. Použití čpavku v jakémkoli skupenství má za následek změnu barvy, která je způsobena chemickými změnami ve dřevě. Dřevo dostane po ošetření tmavší nádech. Míra ztmavnutí je závislá na čase působení čpavku.

3.4.2 Tepelná modifikace dřeva

Hlavním modifikačním činitelem je teplo. Pro tuto úpravu byly stanoveny jako nejvhodnější teploty v rozmezí 180 °C až 260 °C. Je dokázáno, že teploty pod 140 °C mají jen velmi malý vliv na změny vlastností a při teplotách nad 300 °C dřevo již příliš degraduje a ztrácí užitečné vlastnosti. Proces může trvat několik minut až desítky hodin. Dřevo vystavené vysoké teplotě déle bývá křehčí, ale je odolnější proti vodě. U tepelné modifikace, je důležité znát zápalnou teplotu dřeva. Ta se udává od 180 °C. Je tedy nutné zabránit vzplanutí a následnému znehodnocení ošetřovaného materiálu, proto jsou při modifikaci používána různá inertní prostředí. Působením teplot nad 180 °C začíná docházet k významnějšímu úbytku polysacharidických složek, což má za následek snižování hmotnosti. S úbytkem hmotnosti dochází i k zmenšování objemu, zejména u listnatých dřevin. (<http://www.n-i-s.cz/>, 2016)

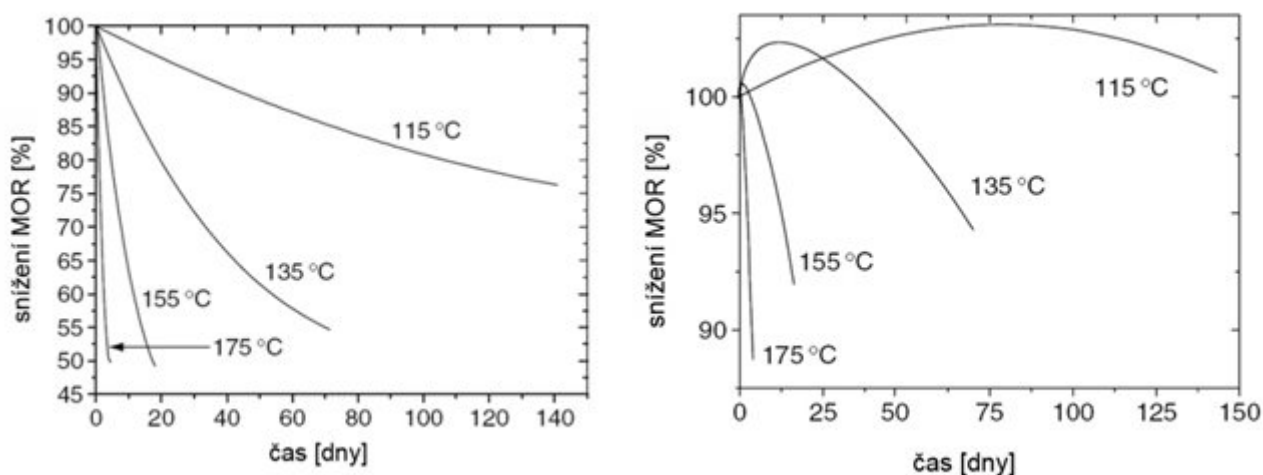
Vlastnosti tepelně modifikovaného dřeva

Je třeba si uvědomit, že při tepelné modifikaci dochází ke ztrátám hmoty z buněčných stěn a ke změnám rozměrů. Při srovnání průřezu stejně velikých vzorků upraveného a

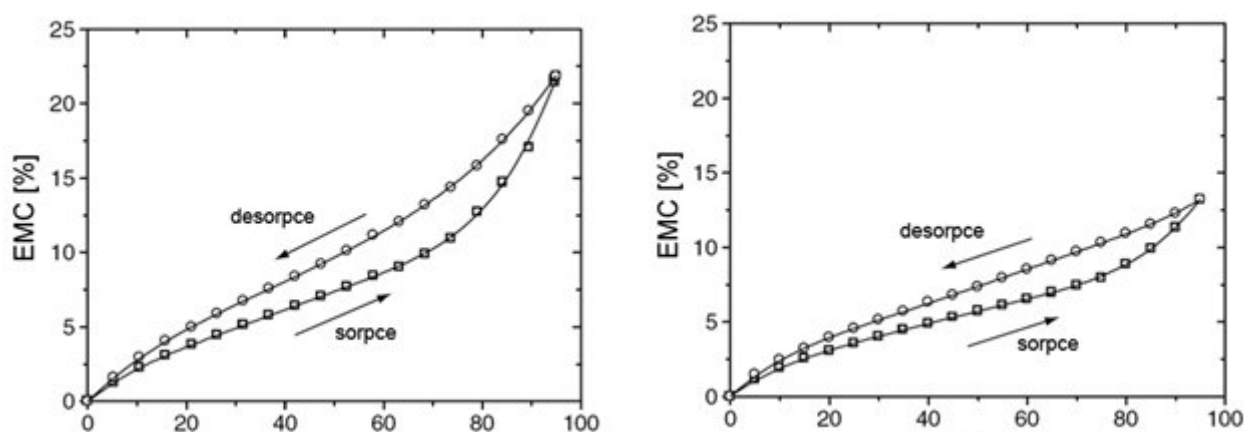
neupraveného dřeva by mělo být v upraveném vzorku více o něco tenčích vláken s pozměněnými vlastnostmi. Od toho se odvíjí i mechanické vlastnosti. Modul pružnosti se při krátkodobém působení teploty nejprve zvyšuje a pak dochází ke snižování. Rychlost snížení závisí na teplotě. Uvádí se, že při 8% a vyšším úbytku hmotnosti začíná být pokles pružnosti významný. U modelu pevnosti v ohybu dochází k okamžitému snížení při použití vyšší teploty.

Obr. 2 Změna modulu pevnosti a pružnosti v čase při působení vysoké teploty.

(<http://www.n-i-s.cz/>, 2016)



Obr. 3 Sorpční a desorpční vlastnosti nemodifikovaného (vlevo) a dřeva modifikovaného (vpravo) v atmosféře dusíku při 250 °C po dobu dvou hodin. (<http://www.n-i-s.cz/>, 2016)



Při studiu meze pevnosti ve stříhu při použití PF lepidel bylo sledováno snížení pevnosti spojů a většího poměru selhání dřeva, čím vyšší byla teplota a doba úpravy dřeva. Vysoký

počet selhání a snížení pevnosti ve smyku bylo dosahováno i při použití UF a PVAc lepidel. Kvalita spojů slepených PVAc lepidlem byla velice špatná. Tepelně upravené dřevo má zlepšenou biologickou odolnost. Výzkumy ukazují možnosti jeho použití ve třídách 1–3. Stupeň ochrany ale není dostatečný pro použití v případech, kde dřevo přichází do kontaktu se zemínou. Mechanismus zlepšené rezistence rozkladu je pravděpodobně založen na ztrátách polysacharidických složek a snížené rovnovážné vlhkosti dřeva. Také ztráta OH skupin může ovlivnit schopnost enzymů metabolizovat substrát. Je zvažována i možnost, že ve dřevu vznikají nějaké biocidně působící látky. Již na první pohled je viditelné ztmavnutí ošetřeného dřeva. Míra ztmavnutí se odvíjí od doby a velikosti působící teploty a použitého prostředí. Stálobarevnost je lepší, nicméně barvy taktéž blednou.

Výroba a výrobky z termodřeva: (Reinprecht, 2012)

- ThermoWood,
- Plato proces,
- OHT proces,
- Royal proces,
- Retifikační proces.

ThermoWood

Výrobní proces thermowood může být použit pro úpravu vlastností dřeva na základě potřeb předpokládaného účelu použití. Odlišné teploty, odlišná doba zpracování a odlišné techniky sušení propůjčují thermowoodu požadované vlastnosti. Tyto jsou vylepšeny pokud jde o rozměrovou a tvarovou stálost, tepelnou izolaci, odolnost proti hnilobě a flexibilitu thermowoodu při úpravě do různých tvarů a forem. Celý proces zpracování dřeva – od sušení po konečné zvlhčení – byl integrován tak, aby tvořil jeden flexibilní a souvislý řetězec událostí. Výrobní proces zahrnuje šest tunelů, kterými dřevo prochází. V prvních třech tunelech se řezivo suší a připravuje pro vlastní fázi tepelného zpracování, která je uskutečňována ve čtvrtém thermowood-01tunelu. Poslední dva tunely slouží ke chlazení, zvlhčování, provzdušnění a konečnou normalizaci zpracovaného dřeva. Normalizace po zpracování pokračuje v teplých zastřešených prostorách pod tlakem po dobu 24 až 48 hodin před provedením dodatečných úprav. Kromě chemických změn,

ke kterým ve dřevu dochází během zpracování, se výrazně snižuje schopnost smršťování a roztahování dřeva z důvodu změny obsahu vlhkosti – výsledná hodnota vlhkosti po thermoúpravě dosáhne asi 4-5%. Tím se zásadně zlepšuje rozměrová stálost dřeva po tepelném zpracování. Po rozkladu hemicelulózy (řetězců cukru) thermowood neobsahuje dostatečné množství výživných látek pro podporu růstu hub způsobujících hnilobu. Schopnost thermowoodu absorbovat vodu je výrazně omezena (thermowood je hygroskopický) jeho odolnost proti hnilobě se zvyšuje, aniž by byly v průběhu procesu použity škodlivé chemické přísady. Thermowood je tedy naprosto čistým ekologickým výrobkem. Dále je při procesu výroby snížena tepelná vodivost thermowood oproti neupravenému dřevu, takže se thermowood stává lepším zateplovacím prvkem nežli klasický dřevěný obklad. Během tepelné úpravy je buněčná struktura dřeva ThermoWood změněna tak, že tepelně upravené dřevo vykazuje mnohem lepší rozměrovou stabilitu než tepelně neupravené totožné dřevo ve stejných klimatických podmínkách. Tento jev je způsoben hlavně tím, že je u dřeva tepelnou úpravou snížena schopnost absorpce vlhkosti až o 50 %. Výsledkem tepelného procesu je rovnovážná vlhkost 5 – 7 %, přestože se nachází v prostředí s výrazně vyšší vlhkostí. Nedochozí tedy u něj k bobtnání a následnému sesychání, které způsobuje u neupraveného dřeva jeho rychlou destrukci vlivem rozvláknění a rozpojení jeho vnitřní struktury. Materiál ThermoWood je tedy rozměrově a tvarově stabilní v podmínkách běžné proměnlivé vlhkosti s dobrou redukcí všech vnitřních napětí a trvalých i dočasných rozměrových a tvarových změn. Těmito změnami je myšleno následné praskání nebo tvarové zakřivení, zkroucení nebo prohnutí. Dle výsledků studie University of Technology v Helsinkách (tato studie je součástí certifikátu BRE) je prohnutí u materiálu ThermoWood sníženo až o 90 % oproti totožnému tepelně neošetřenému materiálu. Tato studie byla jedním z podkladů pro vydání britského certifikátu BRE, ve kterém je stanoveno, že materiál ThermoWood je schopen minimální životnosti 30 let. Při tepelném procesu dochází k odstranění (vytěsnění) veškeré pryskyřice, vyluhovatelných biologických látek a hlavně k rozkladu celulózy, ligninu a hemicelulózy (řetězců cukrů). Vzhledem k absenci těchto složek je někdy ThermoWood nazýván jako „mrtvé“ dřevo. U tepelně upraveného dřeva ThermoWood také díky této skutečnosti dochází ke zlepšení tepelně izolačních vlastností dřeva a také ke snížení tepelné vodivosti dřeva (o zhruba 20 – 25 %). Na slunci proto tepelně upravené dřevo nepálí do nohou a může být použito na sedací plochy v saunách a parních lázních.

ThermoWood patří do 2. třídy biologické odolnosti (certifikace KOMO), což představuje velice vysokou odolnost vůči hnilobě. Díky naprosté absenci výživných látek je schopen ThermoWood odolávat veškerým dřevokazným škůdcům a houbám. V důsledku těchto změn je možné jeho bezproblémové použití jak v exteriéru, tak v interiéru a v provozech s vysokou teplotou a extrémní vlhkostí. Ve Finsku se uplatňuje společná klasifikace členských podniků finské asociace Thermowood, která zahrnuje dvě hlavní kategorie nazvané Thermo-S („Stabilita“) a Thermo-D („Odolnost“). Podle těchto kategorií jsou v rámci výroby společnosti Lunawood Oy označeny produkty LunaThermo-S a LunaThermo-D. Dřevo označené LunaThermo-S spadá v rámci odolnosti proti hnilobě do kategorie 3, definované v normě EN 113. Dřevo označené LunaThermo-D patří do kategorie 2, což znamená dobrou odolnost proti hnilobě. (<http://www.n-i-s.cz/>, 2016)

Produkty thermowood:

- obklady do exteriéru i interiéru,
- podlahovina do exteriéru i interiéru.

Plato proces (Providing Lasting Advanced Timber Option)

Technologie PLATO se skládá z více etap. Tyto etapy jsou celkem čtyři a každá etapa je specifická, protože se při ní střídají různé tlaky (normální i zvýšený). Doba celého procesu je závislá na několika faktorech, jako jsou druh dřeva, tloušťka materiálu a jeho geometrický tvar. Plato proces se skládá ze čtyř etap: (Reinprecht, 2012)

- hydrotermolýza,
- sušení,
- vytvrzování,
- kondicionování.

Hydrotermolýza

Je první ze čtyř etap u tohoto procesu. Probíhá při ní hypotermická úprava dřeva. Dřevo je buďto vzduchosuché anebo mokré. Tato úprava probíhá při teplotách od 150 do 190 °C a při zvýšeném tlaku v rozmezí 0,6 až 1 MPa. Celkový čas, po který tato etapa trvá je v rozmezí 4 až 5 hodin.

Sušení

Jako druhá v pořadí následuje etapa, při které se dřevo uměle dosouší na požadovanou vlhkost 8 až 10%. Tento proces trvá zhruba 4 až 5 dní.

Vytvrzování

Jako třetí v pořadí následuje etapa vytvrzování. Jedná se o etapu, kdy probíhá takzvané vytvrzování po dobu 12 až 16 hodin a to při teplotách v rozmezí 150 až 190 °C a to při atmosférickém tlaku 0,1 MPa, ale za omezeného přístupu vzduchu. Vlhkost dřeva přitom klesá pod 1%.

Kondicionování

Je závěrečná etapa celého procesu, při které dochází k opětovnému zvlhčení dřeva na hodnotu 4 až 6%. Tato etapa trvá zhruba tři dny.

OHT proces (Oil Heat Treatment)

Tento proces termické úpravy dřeva probíhá v impregnačním kotli, ve kterém je horký rostlinný olej. Teplota oleje je v rozmezí 200 až 220 °C. Horký olej vniká do dřeva postupně a ohřívá ho. U tohoto procesu je nezbytné, aby uprostřed dřevěného prvku byla teplota 180 až 220 °C po dobu nejméně 2 hodin (záleží na geometrickém tvaru dřevěného prvku). Oleje, které se při tomto procesu používají jsou lněný olej a rostlinné oleje upravené tak, aby měly co největší stálost ve dřevě. (Reinprecht, 2012)

Royal proces (Royale process)

Při této termické úpravě dřeva se využívá oleje, ale oproti procesu OHT při daleko nižších teplotách. Teplota použitého oleje je 60 až 90 °C. Tento proces se využívá hlavně na sušení dřeva, protože teplý olej nevniká do buněčných stěn dřeva. Po skončení procesu se teplý olej odsaje z impregnačního kotle při vakuu. Dnes se ale tento proces už tolik nevyužívá.

3.4.3 Modifikace dřeva pomocí impregnace

Na impregnační látky vhodné k modifikaci dřeva jsou kladeny následující požadavky. Měly by snižovat rovnovážnou vlhkost dřeva reakcí s hydroxylovou skupinou nebo svojí hydrofobností a navlhavostí. Je žádoucí, aby zvyšovaly rozměrovou stálost. Pro dobrou

prostupnost nesmí být průměry jednotlivých molekul příliš velké, protože by nedokázaly proniknout do buněčné stěny. Pro trvalou účinnost nesmí být vyluhovatelné a také nesmí působit toxicky na uživatele při používání a následně ani při likvidaci. Neměly by zvyšovat hořlavost a degradovat buněčnou stěnu. Také je důležitá jejich viskozita, která ovlivňuje snadnost průniku do dřeva. Dále se impregnace dělí podle tlaku prostředí na impregnace za normálních atmosférických podmínek (beztlaková), kam se řadí aplikace nátěrem, nástřikem, ponořováním a máčením. (<http://www.n-i-s.cz/>, 2016)

Máčení je rozlišováno: (<http://www.n-i-s.cz/>, 2016)

- na krátkodobé (do 24 hod.),
- dlouhodobé (déle než 24 hod.).

Při modifikacích je častěji používaná impregnace za změněného tlaku prostředí. Pro provedení je potřeba speciálních impregnačních zařízení, která se pojí s vyššími investičními náklady, ale jsou účinnější. Pracuje se s určitými změnami tlaku, teploty, impregnačními látkami a časem.

Podle hloubky průniku impregnační látky do povrchu dřeva jsou rozlišovány impregnace na: (Reinprecht, 2012)

- povrchové (do 2 mm),
- mělké (2–10 mm),
- hloubkové (nad 10 mm).

Základní způsoby impregnace

Metoda plného nasycení buněk

Po naplnění a uzavření tlakové nádoby je odsát vzduch. Poté se nádoba naplní impregnační látkou pod tlakem až 800 kPa a tlačí se tak dlouho, dokud nejsou vyplněny všechny kapiláry. Je dosahováno vysokých spotřeb impregnační látky. (Reinprecht, 2012)

Metoda prázdných buněk

Na počátku je vháněn do dřeva nejdříve vzduch, který se stlačuje v buněčných prostorách. Posléze se za vzduchem začne vtlačovat olej a ten při hlubším průniku stlačuje vzduch ještě více. V závěru impregnačního cyklu, při zrušení tlakové fáze, se roztáhne stlačený vzduch v buňkách a vytlačí přebytečný olej zpět do nádrže. Použitím vakua na závěr procesu se urychlí a usnadní vysátí přebytků oleje. Tato metoda je označována jako úsporná impregnace. (Reinprecht, 2012)

Metoda částečného nasycení buněk

Jde o přímé vtlačování impregnačního oleje, jeho vypuštění (ještě před nasycením buněk) a dále působení horkého vzduchu, vakua nebo přehřáté páry. Je dosahováno nižšího příjmu impregnačního oleje. (Reinprecht, 2012)

Impregnace pryskyřicemi

Důležitým faktorem ovlivňujícím možnost impregnace je velikost molekul zvolené pryskyřice. Je třeba, aby molekuly byly tak malé, aby dokázaly proniknout do buněčné stěny, rozptýlit se v ní a blokovat místa pro navázání vody. Z toho vyplývá, že vhodnější jsou dřeviny s vysokou propustností. Jsou formulovány tři základní požadavky na pryskyřice. Jsou to tyto: dostatečně malé molekuly, což vyžaduje vůbec nebo jen mírně zpolymerovanou pryskyřici. Dále by molekuly měly být rozpustné v polárních rozpouštědlech (voda), která je dopraví do buněčné stěny. Molekuly pryskyřice nesmí být odpuzovány makromolekulárními složkami buněčných stěn. Přítomnost pryskyřice ve struktuře dřeva dokáže zvýšit rozměrovou stálost. Dřevo jehličnanů impregnované pryskyřicemi zvětšilo svůj objem o cca 10 % a hmotnost o 34 %. Velikost rozměrových změn se snížila o 50 až 70 %. Závěr je, že největší rozměrovou stabilitu má dřevo naimpregnované pryskyřicí s nízkým nebo naopak vysokým obsahem formaldehydu. Vzhledem k vlivu formaldehydu na zdraví člověka je volen nízký obsah formaldehydu.

Impregnace sacharidy

Cukrem je možno impregnovat a konzervovat starý historicky cenný, poškozený nábytek a nebo zlepšovat vlastnosti nábytku moderního. Při konzervaci historického nábytku cukry představují náhradu syntetických látek. Navíc jsou, na rozdíl od syntetických přípravků, opětovně vyluhovatelné. Takovýto nábytek se impregnuje velmi dlouhou dobu (týdny)

za přirozeného tlaku a teploty, aby nedošlo k jeho poškození. Dřevo pro výrobu součastného nábytku lze impregnovat za zvýšeného tlaku a zvýšených teplot, nesmí však dojít ke karamelizaci cukru. Doba impregnace se tak výrazně zkrátí. Pro impregnaci se používá sacharóza, což je běžně dostupný řepný nebo třtinový cukr. Další výhodou, po snadné dostupnosti, je nízká cena a přírodní původ této látky. Nehoří, tudíž ani nezvyšuje hořlavost dřeva. Je recyklovatelná. Bohužel není příliš odolná mikroorganismům, a proto je vhodný přídavek biocidů. Aktivní mikroby mohou ve dřevě produkovat značné množství oxidu uhličitého, takže dílec může nabobtnat a prasknout. Materiál má po ošetření vyšší hustotu, tvrdost a pevnost. Je zachován přírodní vzhled. Je nevhodné používat sacharózou impregnovaný materiál v prostředí o relativní vlhkosti vzduchu vyšší než 75 %, protože pak dochází k absorpci vlhkosti a povrch se stává mokřím. (Reinprecht, 2012)

3.4.4 Ostatní způsoby modifikace dřeva

Do kategorie ostatních způsobů modifikace dřeva jsem zařadil modifikace:

- pomocí mikrovlnného záření,
- pomocí tlaku (lisováním),
- biologická modifikace.

Modifikace dřeva - působením mikrovln

Řada dřevin, obzvláště ty tvrdé, mají velmi nízkou propustnost, a to způsobuje spoustu problémů, zejména při sušení a impregnacích. Pro modifikaci mikrovlnami se používá dřevo s vlhkostí nad 35 %. Vlhkost ve dřevě dobře absorbuje mikrovlnnou energii. Působením mikrovln se voda začne velmi rychle zahřívat a mění se v páru. V dřevních buňkách a strukturách vzniká tlak, jehož velmi rychlý nárůst poruší všechna slabší místa v buňkách jako tečky, dvojtečky a parenchymatické buňky v dřeňových paprscích. Následkem změn ve struktuře je zvýšená propustnost v příčném směru. Při zvýšení hodnot aplikované mikrovlnné energie vzroste tlak par ve dřevě natolik, že dochází ke tvorbě mikro i makroskopických trhlinek v radiálním i podélném směru. Propustnost se zvýší i v podélném směru.

Modifikaci dřeva mikrovlnami lze rozdělit na:

- nízkou,
- mírnou,
- vysokou.

Nízká míra úpravy zvyšuje propustnost dřeva 1,1–1,5 krát. Ani vlastnosti dřeva se příliš nemění. Mírný stupeň zvyšuje propustnost asi tisíckrát a velmi mění fyzikální a mechanické vlastnosti. Vysoký stupeň modifikace způsobuje milionkrát větší propustnost a mění dřevo na vysoce porézní materiál. Fyzikální i mechanické vlastnosti jsou hodně změněné. Mimo propustnost ovlivňuje použití mikrovln i pevnost, ohebnost, hustotu, tepelnou vodivost elektrické a dielektrické vlastnosti atd. Vysoce upravené dřevo se nazývá torgvin a používá se jako výchozí materiál pro materiál vintorg.

(<http://www.n-i-s.cz/>, 2016)

Modifikace dřeva - lisováním

Lisování dřeva je proces, kdy působením mechanických sil na dřevo vzniknou jeho deformace. Deformace jsou obvykle trvalého rázu. Následkem slisování se zhutní struktura dřeva a zlepší se některé mechanické vlastnosti. Při lisování nesmí být překročena mez pevnosti dřeva, jinak dojde k porušení buněčné struktury a snížení mechanických vlastností. Slisované dřevo má vyšší hustotu, což zlepšuje jeho odolnost vůči mechanickému poškození. Pro lepší slisovatelnost je vhodné dřevo přechodně měkčit – plastifikovat. V plastickém stavu zůstává dřevo pouze po dobu udržování vlhkosti a teploty. Po dosažení požadovaného tvaru je zafixováno, vysušeno a ochlazen. Tím se vrátí do přirozené podoby, avšak nový tvar si uchová. (<http://www.n-i-s.cz/>, 2016)

Způsoby lisování

Podle směru působící síly:

- jednoosé: síla působí v jednom směru,
- dvouosé: síla působí v radiálním a tangenciálním směru,
- prostorové (izostatické): síla působí ze všech stran.

Podle rovnoměrnosti

Rovnoměrné:

- kolmo na dřevní vlákna,
- rovnoběžně s dřevními vlákny,
- izostatické (ze všech stran najednou),

Nerovnoměrné:

- kolmo na dřevní vlákna.

Rovnoměrné lisování

Při rovnoměrném lisování je povrch dřeva i lisovacích desek rovný a zhuštění rovnoměrné. Nejčastější směr lisování je kolmo na dřevní vlákna. Uvádí se, že jehličnaté dřeviny s velkými rozdíly mezi jarním a letním dřevem se mohou jednostranně rovnoměrně lisovat kolmo na vlákna jen v radiálním směru, protože letní dřevo je hustší a pevnější, probíhá lisování na úkor méně pevného jarního dřeva. Při lisování v tangenciálním směru nastává místní vybočování letokruhů. Dřevo listnatých kruhovitě pórovitých dřevin, vyjma dubu, se lisuje též jen v radiálním směru. Dřeviny listnaté roztroušeně pórovité lze lisovat v radiálním i tangenciálním směru. Mechanické vlastnosti se mění v závislosti na stupni slisování a polohy dřeňových paprsků. Všechny mechanické vlastnosti se zlepšují se stupněm slisování. V případě, že je lisované dřevo namáháno v rovině lisování na ohyb, vykazuje zvýšenou pevnost na únavu materiálu. Pokud je namáhání na ohyb podélně ve směru lisování, hranolek je slisován v radiálním směru, dosahuje neobyčejné pružnosti. Při slisování totiž dojde ke slisování letokruhů, především jarních, a ty při působení síly dokáží nabýt původních rozměrů. Lisováním rovnoběžně s vlákny se vyrábí tzv. trvale ohýbatelné dřevo též známé pod názvem ohýbací dřevo. Izostatickým lisováním se vyrábí materiál Calignum. (<http://www.n-i-s.cz/>, 2016)

Nerovnoměrné lisování

Lisovat nerovnoměrně lze ve formě, kdy je do lisu vkládán rovnoměrně opracovaný materiál a výstupní tvar je nerovnoměrný dle formy. V místech menší tloušťky dochází k většímu zhuštění, naopak u větší tloušťky bude hustota nižší. Velkou nevýhodou tohoto způsobu je vysoká cena forem. Vyplatí se pouze ve velkém množství. Druhou možností je

lisovat tloušťkově tvarovaný materiál. Větší tloušťka materiálu je v místech, kde se předpokládá větší mechanické zatížení. Z míst méně namáhaných je část materiálu odebrána. Po slisování je materiál stejné tloušťky po celém průřezu, ale hustota je rozdílná. Je to jedna z možností, jak dosáhnout nižší hmotnosti a přitom zachovat potřebné vlastnosti. Mechanické vlastnosti nerovnoměrně slisovaného dřeva jsou závislé na hustotě. Hustota závisí na stupni slisování v daném místě. S rostoucí hustotou se zvyšují i mechanické vlastnosti, které stejně jako hustota nejsou v celém objemu konstantní. Při nerovnoměrném lisování se mění nejen mechanické, ale i vzhledové vlastnosti. Vhodným tvarovým opracováním před lisováním lze dosáhnout určité, esteticky zajímavé a navíc v jistých mezích opakovatelné kresby. Je možný i opačný postup. Nejprve je materiál slisován ve tvarové formě a poté nakrájen na dýhy. (<http://www.n-i-s.cz/>, 2016)

Biologická modifikace dřeva

Princip biologické modifikace dřeva je založen na infikování dřeva biologickými organismy, které vylučují enzymy, jež ostatní biologické škůdce odpuzují. Jde o cílené využití speciálních biologických organizmů.

3.5 Povrchová úprava dřeva nátěrovými hmotami

V této kapitole diplomové práce se budu věnovat procesům nanášení nátěrových hmot. Avšak před samotným nanášením nátěrových hmot se velice důležité připravit povrch, na který budeme nanášet nátěrovou hmotu, i samotná příprava samotné nátěrové hmoty na aplikaci.

Definice nátěrové hmoty

Nátěrová hmota je souhrnný název pro výrobky, jejichž plnidlem je obvykle organická filmotvorná látka. Jsou to tedy látky, které po nanesení na podklad utvoří v tenké vrstvě celistvý a přilnavý povlak. Nanáší se v tekutém nebo pastovitém stavu vhodnou nanášecí technikou, aby byl vytvořen nátěr požadovaných vlastností. (Křupalová, 2004)

Suroviny pro výrobu nátěrových hmot: (Křupalová, 2004)

Filmotvorné složky

Tvoří podstatu nátěrového filmu. Patří sem tuhnoucí a polotuhnoucí oleje, syntetické a přírodní pryskyřice, deriváty celulózy a kaučuku, asfalty a smoly.

Pigmenty

Tvoří barevný odstín nátěru. Jsou ve formě jemně rozemletých nerozpustných barevných látek. Dělíme je na přírodní a syntetické sloučeniny, kovové prášky světélkující luminofory.

Přírodní (zemité) hlinky

Jsou různě zbarvené, dobývají se hornicky a mechanicky se zušlechťují (tříděním, plavením, sušením a mletím).

Umělé anorganické pigmenty

Pigmenty se vyrábějí chemickými pochody (např. srážením, kalcinací nebo oxidací suroviny).

Umělé organické pigmenty

Umělé organické pigmenty se připravují podvojnou reakcí mezi organickým ve vodě rozpustným barvivem a anorganickou solí.

Plnidla

Plnidla se upravují technologické vlastnosti nátěrových hmot (barev a tmelů). Jako plnidel se používá např. křída, mastek a těživec.

Organická barviva

Organická barviva dodávají barevný odstín k zbarvení bílých pigmentů nebo laků.

Rozpouštědla

Rozpouštědla tvoří těkavé organické kapaliny (toluen, benzen, terpentýn a alkoholy). Jsou hořlavá a škodí zdraví.

Ředidla

Ředidla se používají k úpravě konzistence nátěrových hmot před použitím. Tvoří je směs organických rozpouštědel.

Kromě hlavních složek obsahují nátěrové hmoty přísady, které upravují jejich vlastnosti. Například sikativy (sušidla) urychlují schnutí olejových nátěrů a zvláčňovadla zlepšují pružnost a tažnost nátěrového filmu. Před samotným popisem nanášení nátěrových hmot musím zmínit i jejich rozdělení do jednotlivých skupin, protože od toho se odvíjí technologický proces nanášení nátěrových hmot.

Rozdělení nátěrových hmot podle filmotvorných složek: (Křupalová, 2004)

Zavedené označení nátěrových hmot začíná počátečním písmenem základní suroviny výrobku:

- A - asfaltové nátěrové hmoty,
- B - bezrozpouštědlové nátěrové hmoty,
- C - celulózové nátěrové hmoty,
- H - chlórkaučukové nátěrové hmoty,
- K - silikonové nátěrové hmoty,
- L - lihové nátěrové hmoty,
- O - olejové nátěrové hmoty,
- S - syntetické nátěrové hmoty,
- U - polyuretanové nátěrové hmoty,
- V - vodové a disperzní nátěrové hmoty,
- P - pomocné přípravky.

Za písmenem se vždy uvádí čtyřmístné číslo. První číslice udává druh nátěrové hmoty:

- 1000 - fermeže nebo transparentní obarvené laky,
- 2000 - nátěrové hmoty pigmentované,

3000 - pasty,

5000 - tmely,

6000 - ředidla,

8000 - pomocné přípravky,

Za tímto číslem je uveden název nátěrové hmoty (např. O 1000 fermež napouštěcí).

Barevné odstíny nátěrových hmot jsou stanoveny v normách ČSN. Pro označení hodnocení barevných odstínů nátěrů se používají čtyřmístná čísla, jejichž první číslice udává skupinový druh barevného odstínu. Značení je následující: (Křupalová, 2004)

1 – nepestré (bílá, šedá, černá),

2 – hnědé,

3 – fialové,

4 – modré,

5 – zelené,

6 – žluté,

7 – oranžové,

8 – červené,

9 – ostatní.

Nelze-li dodržet přesný odstín, nebo není-li to ani účelné, je přibližný odstín označen čtyřciferným číslem, které začíná nulou. Potom teprve druhá číslice blíže určuje skupinový druh barev barevného odstínu. Další číslice pak ukazuje na podobnost k určitému obchodnímu označení (v praxi se využívá například označení 0814 jako odstín podoby 8140).

Rozdělení barviv podle původu: (Křupalová, 2004)

Přírodní – drahá, ale z hlediska ochrany životního prostředí významná.

- Rostlinná – zelené (zeleň listová), modré (indigo – indigonosné rostliny), hnědé (dubová kůra), fialové (orcein – z lišejníků), červené (karoten), žluté (kurkum),
- Živočišná – červené barvivo (karmín – ze sušených samiček červce nopálového), hnědé (z mořského hlavonožce sépie).

Syntetická – jsou stálejší a levnější než přírodní, přičemž výchozí surovinou při výrobě je dehet z černého uhlí, z něhož se získávají základní látky pro výrobu barviv – anilín, benzen a toluen.

Skupiny nátěrových hmot se rozlišují barvou na obalu následovně: (Křupalová, 2004)

- asfaltové nátěrové hmoty / černá,
- etanolové nátěrové hmoty / zelená,
- vodové nátěrové hmoty / růžová,
- celulózové nátěrové hmoty / modrá,
- olejové nátěrové hmoty / červená,
- bezrozpuštědlové nátěrové hmoty / jasně červená,
- chlorkaučukové nátěrové hmoty / žlutá,
- syntetické nátěrové hmoty / oranžová,
- polyuretanové nátěrové hmoty / šedá.

Rozdělení nátěrových hmot podle funkce: (Křupalová, 2004)

- Napouštěcí jsou určeny ke zpevnění podkladu, snížení savosti materiálů, zlepšují také přilnavost nátěrových filmů.
- Základní nátěrová hmota vytváří na napuštěném podkladu plnicí a krycí vrstvu.
- Vyrovnávací nátěr (většinou tmel) tvoří zpravidla nejtlustší část filmu, má vysokou plnicí schopnost, ale horší přilnavost k podkladu.
- Podkladové nátěrové hmoty tvoří izolační nebo spojovací mezivrstvu mezi vyrovnávacím a vrchním nátěrem, jsou to většinou barvy.
- Vrchní nátěrové hmoty (laky a emaily) tvoří poslední, konečnou vrstvu. Dodávají filmu požadovanou odolnost a vzhled.
-

Rozdělení nátěrových hmot podle prostředí, pro jaké je nátěr určen:

- Pro vnitřní použití – slouží k nátěrům povrchu předmětů, které jsou stále umístěny v interiéru, jedná se zpravidla o nábytek a obklady. Nevyžaduje se vysoká odolnost proti povětrnostním vlivům, musí však být odolné proti mechanickému namáhání jako je obrusnost.

- Pro venkovní použití – jsou určeny pro výrobky, na které působí atmosférické podmínky a biologičtí činitelé. Vyžaduje se od nich vysoká odolnost proti biologickým a abiotickým činitelům.
- Do vlhkého prostředí – mají obdobné vlastnosti jako nátěrové hmoty pro venkovní použití. Vyžaduje se od nich vysoká odolnost proti biologickým a abiotickým činitelům.
- Odolné proti chemikáliím – používají se jako ochrana proti agresivnímu vlivu plynů, kyselin, zásad, organických rozpouštědel apod. Nemají všestrannou odolnost, proto musí být v názvu vyznačeno prostředí, pro které jsou jednotlivé druhy určeny.

Rozdělení nátěrových hmot podle způsobu vytvrzování: (Křupalová, 2004)

- vytvrzované a vysoušené při dílenské teplotě v rozmezí 20 – 24 °C,
- vytvrzované a vysoušené za zvýšené teploty v rozmezí 40 – 90 °C,
- vytvrzované ultrafialovým zářením (převážně polyesterové laky a tmely),
- vytvrzované infračerveným zářením (lze všechny druhy nátěrových hmot),
- vytvrzované proudem urychlených elektronů (převážně polyesterové laky a tmely).

Rozdělení nátěrových hmot podle způsobu vytváření lakového filmu:

- vysychající fyzikálně – odpařením rozpouštědel,
- vytvrzující chemicky – jedná se o dvousložkové nátěrové hmoty.

Nátěrové hmoty podle nátěrového filmu: (Křupalová, 2004)

- transparentní nátěrové hmoty (laky, fermeže, emulze) vytvářejí průhledné nebo průsvitné vrstvy,
- pigmentové nátěrové hmoty (emaily, nátěrové barvy, tmely) vytvářejí neprůsvitný nátěr, od emailu ke tmelům se zvyšuje obsah pigmentů a plnidel.

Vlastnosti nátěrových hmot

Vlastnosti nátěrových hmot dělíme na dvě skupiny:

- technologické vlastnosti nátěrových hmot,
- užitné vlastnosti nátěrových hmot.

Technologické vlastnosti nátěrových hmot

Jsou důležité pro skladování a další zpracování nátěrových hmot. Posuzují se na nátěrových hmotách v mokřém stavu. Mezi technologické vlastnosti nátěrových hmot řadíme:

- **Životnost** – je doba, po kterou může být nátěrová hmota zpracována bez nebezpečí, že výsledky povrchové úpravy nebudou správné. Bývá obvykle 3 – 6 měsíců.
- **Konzistenci** – přizpůsobuje se metodě nanášení, měří se výtokovým pohárkem jako doba průtoku nátěrové hmoty o teplotě 20⁰C tryskou o průměru 4 mm v sekundách.
- **Obsah netěkavých složek** – složek, které tvoří nátěrový film (sušina nátěrové hmoty). Ovlivňuje počet nutných nánosů nátěrové hmoty.
- **Doba sušení** – jedna z nejdůležitějších vlastností, která ovlivňuje technologii dokončování, podle ní se určuje délka sušících tunelů a velikost prostorů pro sušení (vytvrzování) nátěrové hmoty.
- **Vlastnosti při nanášení** – roztíratelnost, slévateľnost, tvorba bublinek, atd.
- **Krycí schopnost** – je důležitá u pigmentových nátěrů, zajišťuje zakrytí barevných rozdílů, vyspravení vad, atd.
- **Přilnavost nátěrového filmu** – souvisí s pružností, čím je film tvrdší, tím má menší přilnavost
- **Brousitelnost, leštitelnost filmu** – souvisí s tvrdostí, měkký film se špatně brousí a leští.

Užitné vlastnosti nátěrových hmot

Užitné vlastnosti nátěrových hmot se posuzují na hotových nátěrových filmech. Mezi žitné vlastnosti nátěrových hmot řadíme:

- **Odolnost nátěrového filmu vůči střídání teplot** – ovlivňuje trvanlivost nátěru při střídání klimatických změn, což je důležité zejména u nátěrů vystavených ve venkovní expozici.

- **Odolnost proti úderům** – je důležitá hlavně u nátěrů na vodorovných plochách (stolové desky). Zkouší se pomocí kovové kuličky normovaného průměru, která se na danou plochu pouští a sledují se vzniklé praskliny na nátěrové hmotě.
- **Odolnost proti chemikáliím** – důležitá u kuchyňských ploch, jídelních stolů, toaletních stolků, atd. Hodnotí se změny nátěru po několika hodinách působení různých chemikálií (zkouška probíhá tak, že se namočí vata ve zkušební látce a zakryje se Petriho miskou).
- **Barva** – hodnotí se podle barevné stupnice.
- **Světlostálost** – hodnotí se změna barevného odstínu po dlouhodobém působení ultrafialových paprsků. Zkouší se na vzorku, který je z poloviny zakrytý černým papírem.
- **Lesk** – se posuzuje pomocí letoměru nebo vizuálně.
- **Tvrdoost** – odolnost filmu proti poškrábání, hodnotí se tužkami dobrý film snese čáry tužkou H až H6 bez zanechání rýh (číslo tužky v rozmezí 1 až 10).

Příprava povrchu před nanesením nátěrové hmoty

Veškerý povrch, na který budeme nanášet nátěrovou hmotu, musí být zbaven všech nečistot. V případě materiálů na bázi dřeva to znamená, že na povrchu výrobku nebudou nečistoty jako je prach nebo piliny. Povrch, na který budeme aplikovat nátěrovou hmotu, musí být vyspraven od veškerých vad, jako jsou praskliny a smolníky, tak abychom docílili co největší životnosti nátěrové hmoty. V neposledním případě musí být povrch upraven na požadovanou kvalitu (v praxi zbroušen brusným papírem požadované zrnitosti a v požadované kvalitě) a musí být odmaštěn.

Příprava nátěrové hmoty

Optimální teplota pro zpracování a nanášení barvy je 18 - 25°C. Víčko obalu a jeho okolí se nejprve očistí od prachu, eventuálně jiných nečistot. Pokud je na povrchu nátěrové hmoty škraloup, opatrně se od stěny odřízne, vyjme a vloží na síto, aby ulpělá nátěrová hmota mohla okapat zpět do plechovky. U vodou ředitelných nátěrových hmot se obvykle škraloup nevyskytuje. Další důležitou manipulací před použitím je důkladné rozmíchání (v případě potřeby úprava odstínu) a zředění nátěrové hmoty. V návodu uvedené ředidlo (voda - u vodou ředitelných nátěrových hmot) se přidává po malých dávkách za stálého míchání. K nanášení štětcem nebo válečkem se vodou ředitelné barvy obvykle neředí nebo

ředí jen velmi málo přidáním nejvýše 2–5 % vody. Pro nanášení stříkáním (pneumatickým nebo tlakovou pistolí Airless) stupeň ředění závisí na typu nátěrové hmoty a použitém zařízení a je podstatně nižší než u rozpouštědlových syntetických a nitrocelulóзовých nátěrových hmot. Pro úpravu běžných typů vodou ředitelných nátěrových hmot ke stříkání se přidává do 5 % vody zcela výjimečně, nejvýše do 10 % vody. Na rozdíl od syntetických nátěrových hmot, které se pro stříkání ředí přidáváním 15–25 % ředidla (nitrocelulóзовé dokonce 35–50 % ředidla). Vodou ředitelné barvy určené pro nanášení vysokotlakým bezvzduchovým stříkáním se většinou neředí (nebo nejvýše přidavkem do 2–3 % vody). Disperzní vodou ředitelné nátěrové hmoty se výrazněji zředí pouze k napouštění (penetraci) podkladu. Barvy určené k nátěru méně savých materiálů - dřevo (Balakryl Uni, Sportakryl apod.) se obvykle neředí, nebo jen v nejnútnejší minimální míře. Vysoký stupeň ředění zvyšuje pěnovost, snižuje lesk a celkovou kvalitu nátěru. U bezbarvých laků se projevuje viditelným bělavým zabarvením nátěrového filmu a nebo podle místní tloušťky nátěru bílými místy. Máme-li nátěrovou hmotu v několika menších obalech a záleží-li nám na přesném odstínu konečného nátěru, je výhodnější přelít všechnu barvu do větší nádoby, dokonale promíchat a pak teprve přikročit k vlastní úpravě, tj. tónování, ředění apod. Veškeré úpravy nátěrové hmoty pro nanášení je vhodné provádět až po jejím vytemperování na teplotu prostředí, ve kterém se bude aplikovat.

Rozdělení nátěrových hmot podle způsobu nanášení: (Barcík, 2009)

- nanášení nátěrové hmoty štětcem,
- nanášení nátěrové hmoty stříkáním,
- nanášení nátěrové hmoty poléváním,
- nanášení nátěrové hmoty máčením,
- nanášení nátěrové hmoty navalováním.

Nanášení nátěrové hmoty štětcem

Jedná se o základní způsob aplikace nátěrové hmoty. Štětcem se dají aplikovat všechny nátěrové hmoty (pokud mají vhodnou konzistenci). Výhoda aplikace nátěrové hmoty štětcem je ta, že dochází k malým ztrátám nátěrové hmoty.

Nanášení nátěrové hmoty stříkáním

Principem stříkací techniky je nanášení jemně rozptýlené nátěrové hmoty na povrch předmětu. Stříkací techniky tvoří:

- **Stříkání stlačeným vzduchem:** Proud stlačeného vzduchu rozptyluje barvu a jemné kapičky unáší na lakovaný předmět.
- **Vysokotlaké stříkání:** Nátěrová hmota je čerpadlem vytlačována z trysky pistole pod vysokým tlakem, takže odporem vzduchu se rozptýlí do drobných kapiček.
- **Stříkání z aerosolového obalu:** Nátěrová hmota je pod tlakem v nádobce a je zředěna zkapalněným hnacím plynem – používá se nejčastěji fluor-chlórovaných uhlovodíků. Po opuštění trysky se plyn odpaří a rozptýlí barvu na drobnou mlhu.

Stříkací pistole spádová

U této stříkací pistole se při stisknutí spouště nejprve otevře vzduchový ventil, kterým proudí z pistole vzduch a teprve dalším stisknutím otevře jehla přívod nátěrové hmoty z nádoby do trysky. Proud vzduchu strhává nátěrovou hmotu a rozprašuje ji. Šroubkem se reguluje doraz spouště, a tím i množství rozprašované nátěrové hmoty při zcela stisknuté spoušti. Kroužkem se reguluje, zda stříkání má být kulaté nebo ploché. Dalším nutným zařízením je výkonný kompresor s příslušenstvím, zpravidla bývají pojízdné. Kompresor stlačuje vzduch do tlakové nádoby, odkud se vzduch vede před odlučovač vody a oleje redukčním ventilem a hadicí do pistole. Tlaková nádoba musí být opatřena pojistným ventilem a zařízením, které automaticky vypne motor při dosažení určitého tlaku a při jeho poklesu jej opět zapne. Místo kompresoru je možno použít jiného zdroje tlakového vzduchu, např. z centrálního rozvodu. Je však nutno zařadit před pistolí filtr, aby se oddělily nečistoty, vlhkost a olejová mlha ze stlačeného vzduchu. Tyto nečistoty způsobují závady v nátěru. Údržba stříkací pistole probíhá tak, že pistolí musíme udržovat v čistotě. Po skončení práce ji propláchneme ředidlem a štětcem vyčistíme nádobku. Ředidlo volně vystříkáme a postup opakujeme, až stříkané ředidlo je čisté. Občas pistolí rozebereme a součástky umyjeme v nitro-ředidle. V pistolí nesmějí zůstat zbytky syntetických, zejména epoxidových nátěrových hmot, které nelze jednoduše ředidlem vyčistit. V tom případě namočíme součástky do odstraňovače starých nátěrů. Otvory a úzké kanálky čistíme jen dřívkem, nikoliv kovovými předměty.

Stříkací pistole nízkotlaká

Pistole vzhledem připomíná běžnou spádovou stříkací pistoli. Nádobka na barvu je z plastické hmoty a je uzavřena víčkem, které musí být při stříkání vždy pevně nasazeno. Rukojeť pistole je upravena pro nasazení hadice z vysavače (jako zdroj stlačeného vzduchu postačí výkonný vysavač, který dává přetlak alespoň 5kPa). Spoušť ovládá pouze přítok nátěrové hmoty, vzduch proudí do pistole po zapnutí vysavače stále. Současně tlak vzduchu působí na hladinu nátěrové hmoty v nádobce, takže k rozprašování postačí podstatně nižší tlak. Šroubem se reguluje doraz spouště, a tím intenzita stříku při úplném stisknutí spouště. Kroužkem se reguluje plochý nebo kulatý střík. Údržba stříkací pistole probíhá tak, že novou pistoli dokonale několikanásobně vyčistíme ředidlem od konzervačního tuku. Při stříkání ředidla překontrolujeme také její funkci. Pak se naplní nádobka zředěnou hmotou asi do 3. Nátěrová hmota nesmí vniknout do trubice v nádobce. Po skončení práce zbytek nátěrové hmoty vylijeme, pistoli propláchneme několikrát příslušným ředidlem a nádobku omyjeme štětečkem. Rovněž závity i víčko. Občas pistoli rozebereme a dokonale vyčistíme podle přiloženého návodu. Pozor! V motorku vysavače dochází k jiskření, proto nelze z bezpečnostních důvodů stříkat touto pistolí hořlaviny a hořlavé nátěrové hmoty v uzavřených místnostech. Stříkání je možno provádět pouze venku, na otevřeném prostranství nebo pod přístřeškem, přičemž vysavač musí být dostatečně daleko od stříkané plochy. (Barcík, 2009)

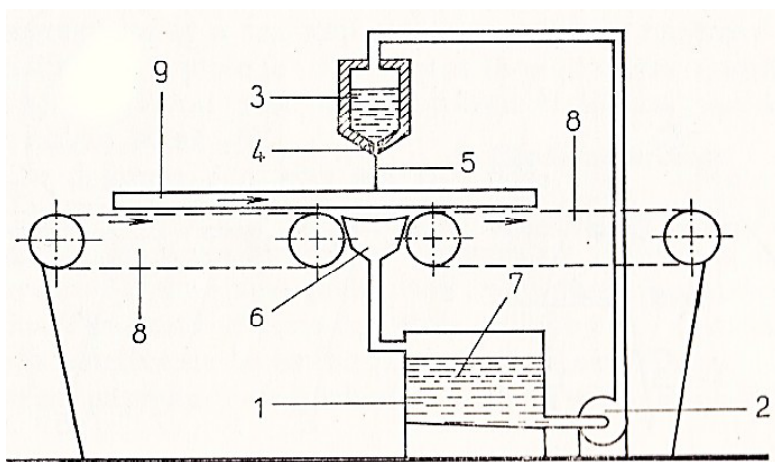
Stříkací pistole bezvzduchová

Jejich cena je poměrně vysoká, ale dávají při pečlivé údržbě výborné výsledky. Nesmějí se používat ke stříkání agresivních a abrazivních látek. Pistole má dlouhou přívodní šňůru, která se zasune do zásuvky. Při stisknutí spouště se barva z nádobky nasaje do pistole, stlačí na vysoký tlak, pod kterým tryská z hubice. Odporem vzduchu se jemně rozptýlí na kužel. U pistolí lze zpravidla regulovat intenzitu a rozptyl stříku. Pistole se musí držet pokud možno svisle a stále kontrolovat obsah v nádobce. Při poklesu hladiny ihned doplňte, protože při nasátí vzduchu „vyprskne“ nekontrolované množství barvy. Zvlášť velkou pozornost musíte věnovat čištění pistole, protože při zatvrdnutí, např. epoxidové barvy, by byla prakticky neopravitelná. (Barcík, 2009)

Nanášení nátěrové hmoty poléváním

Při polévání nátěrová hmota stéká v jemné cloně na dokončované dílce. Tyto jsou pod ní unášeny na dopravním pásu. Jeden polévací stroj může mít i více hlav (dvě i tři). Každá licí hlava má svůj zásobník nátěrové hmoty. Licí hlava může být otevřená nebo zavřená, tlaková nebo beztlaková. Licí nanášečky můžeme použít i pro nanášení tmelů, určených pro tento způsob nanášení. Z licí hlavy musí vytékat po celé délce štěrbiny pravidelná clona. Hlava je umístěna asi 10 cm nad dílcem. Pokud se má nátěrová hmota nanést i na boky dílců, klademe dílec ke cloně v úhlu 60°. Následovně dílec otočíme tak, aby se nátěrová hmota nanasla i na zbývající boky. Optimální šířka štěrbiny je asi 0,3 – 0,4 mm. Nátěrová hmota, která mine dokončovací plochu, stéká do sběracího žlábků a zpět do zásobní nádrže. Odtud je přes filtr znovu čerpána do hlavy. (Barcík, 2009)

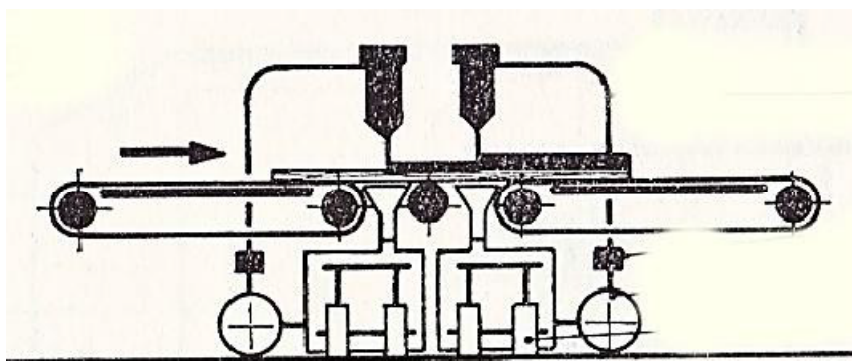
Obr. 4 Schéma jednohlavé licí nanášečky (Janíček, 2000)



Popis chématu:

1. zásobník laku
2. čerpadlo
3. hlava
4. štěrbina
5. laková clona
6. sběrný žlábek
7. filtr
8. dopravník
9. polévaný dílec

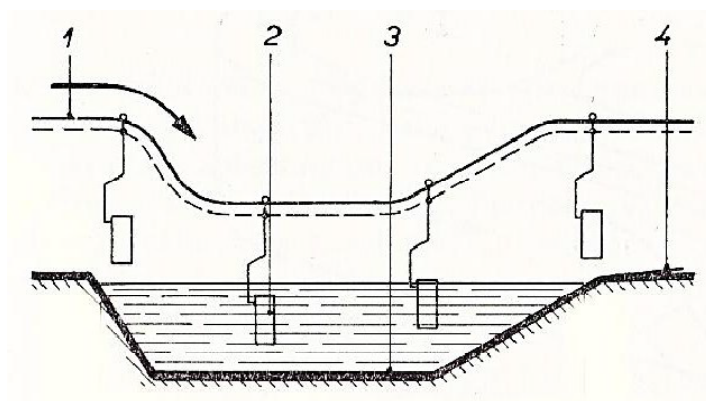
Obr. 5 Dvouhlavá licí nanášečka (Janíček, 2000)



Nanášení nátěrové hmoty máčením

Nanášení nátěrových hmot máčením je velmi jednoduché, rychlé a nenáročné na pracovní síly. Používá se u dokončování ohýbaných dílců a drobných kusů nábytku. Vyžaduje ale velké množství nátěrové hmoty a speciální zařízení pro ponořování dílců. Nejjednodušší zařízení se skládá z vany, ve které je nátěrová hmota, a z rámu pro zavěšení mokrých dílců. Přebytečná nátěrová hmota odkapává do vany. Pro tento způsob nanášení se uplatňují i linky. Rozeznáváme máčení šikmé a svislé. Při šikmém způsobu odpovídá tvar vany dráze podvěsného dopravníku. Za pohybu se dílce ponořují do vany a zase se z ní vynořují. Přebytek nátěrové hmoty odkapává do žlábků a vrací se do vany. Musí se kontrolovat hustota nátěrové hmoty (mění se vlivem odpařování rozpouštědla). U svislého způsobu se používají malé vany. Výrobky se nad vanou zastaví a spustí se do lázně, nebo se zvedá máčecí vana k výrobku. (Barcík, 2009)

Obr. 6 Šikmé máčení (Janíček, 2000)

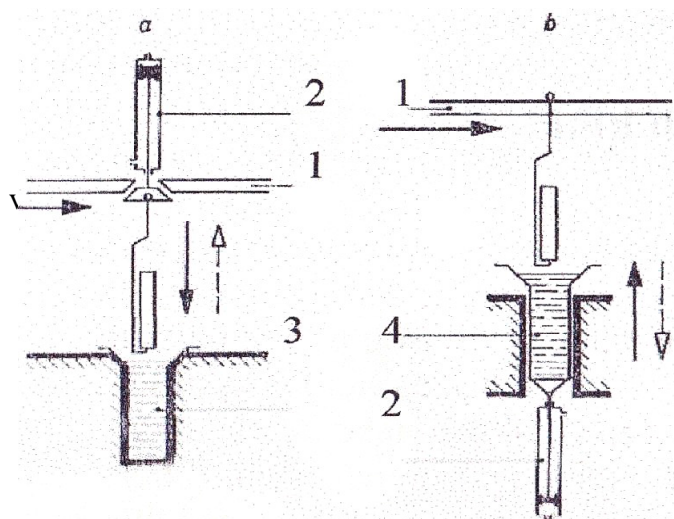


Popis chématu:

1. podvěsný dopravník
2. dílec
3. dlouhá máčecí vana
4. spádový žlábek

Obr. 7 Svislé máčení (a - pevná vana, b - pohyblivá vana)

(Janíček, 2000)



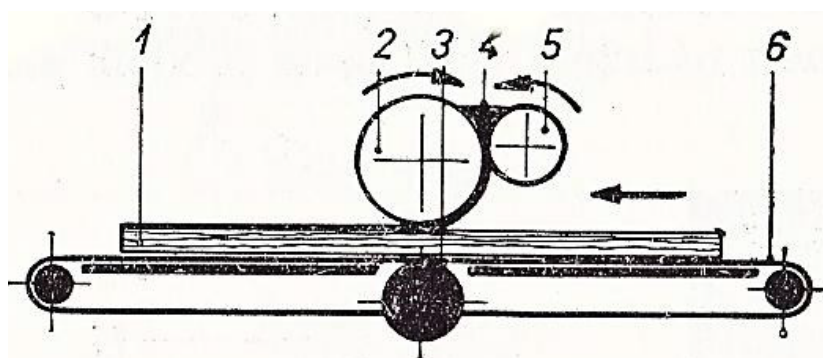
Popis chématu:

1. podvěsný dopravník
2. pneumatický válec
3. pevná máčecí vana
4. pohyblivá máčecí

Nanášení nátěrové hmoty navalováním

U tohoto způsobu nanášení nátěrových hmot jsou ztráty velmi nízké, nedochází ke znečištění bočních ploch. Způsob dodávání nátěrové hmoty se liší podle konstrukce stroje. Nátěrové hmoty jsou ze zásobníku dodávány k nanášecímu válci ponorným čerpadlem. Vodící válec se nastaví podle tloušťky materiálu a pomocí dávkovacího válce nastavujeme množství nanesené nátěrové hmoty.

Obr. 8 Schéma válcové nanášedky (Janíček, 2000)



Popis chématu:

1. dílec
2. nanášecí válec
3. opěrný válec
4. nátěrová hmota
5. dávkovací válec
6. pásový dopravník

3.6 Nátěrové hmoty na přírodní bázi

Historie nátěrových hmot na přírodní bázi

Již odpradáвна se lidé snaží zvýšit trvanlivost výrobků ze dřeva. Je to tím, že dřevo bylo v minulosti nejdůležitější konstrukční materiál a to jak na výstavbu obydlí, tak na další potřebné věci jako jsou nábytek, lodě, přepravní prostředky atd. V minulosti se používalo k ochraně dřeva dostupných nátěrových materiálů, jako jsou: krev hospodářských zvířat, velrybí krev (Francie), včelí vosk a oleje. V současnosti se výrobci nátěrových hmot vracejí k ekologickým nátěrům, protože se zpřísnuje legislativa na výrobu nátěrových hmot, která klade větší důraz na ekologii, zdravotní nezávadnost a obnovitelnost přírodních zdrojů. Tyto nátěrové hmoty na přírodní bázi jsou samozřejmě modifikovány tak, aby splňovaly potřeby současných norem, právní legislativy a požadavky investorů na nátěrové hmoty. V této kapitole diplomové práce je uvedena stručná historie nátěrových hmot na přírodní bázi a jejich základní přehled.

Základní přehled nátěrových hmot na přírodní bázi: (<http://www.vseumel.cz>, 2016)

- oleje,
- dřevní ocet,
- chitosan,
- šelak,
- kalafuna,
- vosky.

Oleje

Rostlinné oleje se získávají buď lisováním, nebo extrakcí semen. Lisování se provádí za mírného tepla nebo za studena. V druhém případě se získá menší, ale kvalitnější výtěžek. Oleje připravené lisováním za tepla a extrakcí jsou pro malíře nevhodné, vyrábějí se z nich mýdla a fermeže. Oleje se rozpouštějí v éteru, chloroformu a různých silicích. Nedají se destilovat, protože by se rozložily. Při vyšší teplotě vyvíjejí lehce zápalné čadivé plyny. Působením světla, tepla a vlhkosti se oleje kazí, proto mají být uchovávány v chladných a tmavých místech. Oleje dělíme na nevysychavé (netuhnoucí) např. mandlový a vysychavé (tuhnoucí) jako lněný, makový, slunečnicový, ořechový, světlivový. Oleje tvoří tenkou vrstvu, zachovávají charakter dřeva, na rozdíl od laku. Mezi nevýhody olejových nátěrových patří malá mechanická ochrana, nízká odolnost vůči oděru, nutnost pravidelné obnovy. Oleje se vyrábějí s různými odolnostmi. Volba použití oleje záleží pouze na našich požadavcích. Existují oleje s vysokými odolnostmi proti otěru a vodě, ale i s vysokou cenou, na straně druhé jsou vosky a oleje s nižšími odolnostmi a s podstatně nižší cenou. Velmi důležitou podmínkou z hlediska odolnosti olejů je nejen správná volba typu materiálu, ale i správná volba dřeviny vzhledem k prostředí, kde konečný výrobek bude umístěn. Jelikož oleje a vosky mají obecně nižší odolnost než laky, je jejich použití v prostorách, kde by mohlo dojít k vyššímu zatížení vůči oděru. Oleje a vosky mají obecně nižší odolnosti než laky, lze je však jednoduše opravit. Oleje se vyrábějí také v různých barevných odstínech, které mají většinou za úkol zdůraznit strukturu dřeva. Problémem u těchto barevných variant je to, že mívají nižší odolnost než bezbarvé verze. Broušení má velký vliv na konečný vzhled a na odolnost povrchu, proto volíme raději při olejování o něco hrubší zrnitost, neboť olej se musí vsáknout do dřeva, a tak jej impregnovat. V případě velmi jemně obroušeného povrchu se olej nevsákne, zůstane na povrchu,

následně se stírá, a odolnosti tím klesají. Suroviny pro výrobu olejů se prakticky s léty nemění a používají se ty osvědčené, např. (<http://www.ascoli.cz/> 2016)

Základní rozdělení olejů podle přírodního zdroje: (<http://www.ascoli.cz/> 2016)

- lněný olej,
- makový olej,
- slunečnicový olej,
- ořechový olej,
- olej světlicový – saflorový,
- fermež olejová,
- polymerovaný olej (fermež),
- éterický levandulový olej,
- olej ricínový,
- konopný olej,
- teakový olej,
- ostatní oleje.

Lněný olej

Má největší schnoucí schopnost a jeho použití je všestranné. Lisováním za studena při normální teplotě zachovává všechny své přednosti. Čistí se např. dlouhodobým stáním v hermeticky uzavřených nádobách. Získaný olej je mírně nažloutlý, příjemné vůně a chuti. Používá se do olejových laků, barev, mastných laků, různých emulzí, šepsů a fermeží apod.

Makový olej

Je to olej s pomalejším schnutím a má tedy nižší reaktivitu ke kyslíku než olej lněný. Je téměř bezbarvý a jeho předností je, že jen nepatrně žloutne. Pro tuto vlastnost se používá při výrobě olejových barev s ohledem na ty pigmenty, které samy schnou pomalu. Lisuje se za studena ze semínek zralého máku, který obsahuje až 45% oleje. Má příjemnou vůni a chuť. Rozpouští se ve 25 dílech studeného ethylalkoholu, v 6 dílech teplého. Kyselinou dusičnou se barví oranžově. Se směsí kyseliny dusičné a síroví (1 : 1) se barví cihlově červeně. (<http://www.ascoli.cz/> 2016)

Slunečnicový olej

Zaujímá v barvářství své přední místo. Jako vysychavý olej je v pořadí za lněným a makovým olejem. Díky nepatrnému žloutnutí se dobře hodí k přípravě olejových barev, a to případně jen těch tónů, které samy schnutí urychlují. Zároveň má slunečnicový olej vysokou disperzní schopnost, proto se používá k přípravě různých emulzí, temperových a obdobných barev. V mýdlářství se používá k výrobě vysoce kvalitních mýdel.

Ořechový olej

Lisuje se z jader vlašských ořechů za studena, schne pomaleji než olej lněný a žloutnutí je mnohem nižší. Je to ideální olej pro přípravu olejových barev, ale pro brzké žluknutí je těžko použitelný. Barvy se nemohou déle skladovat. Staří mistři používali s oblibou ořechový olej, protože je velmi řídký, což vyhovovalo jejich výtvarné technice.

Olej světlicový – saflorový

Má dobrou schopnost zasychání, protože obsahuje mnohem menší obsah kyseliny linolénové, která způsobuje žloutnutí. Má proti oleji makovému, lněnému vysoké přednosti. Proti oleji makovému má i vyšší filmotvorný komponent. To znamená, že průběh zasychání při použití do olejových barev je pravidelnější a mechanické vlastnosti filmu jsou vyšší.

Fermež olejová

Je základním materiálem nejběžnějších a nejrozšířenějších olejových nátěrů. K jejich výrobě se používá hlavně lněný olej. Fermež připravená za studena má své přednosti oproti vařené, neboť přijme více barvy a nátěr je tím trvanlivější, čím obsahuje barva méně oleje (fermeže), tím barva rychleji zasychá. Fermež připravená za tepla se vaří v kotlích, buď za přístupu vzduchu, anebo v uzavřeném prostoru. Za studena probíhá proces její přípravy pomocí vhaněného vzduchu. Přidáním různých sušidel - sikativů se zvyšuje a urychluje schnutí vyrobené barvy, laků a ostatních výrobků (naftenatů kobaltu, olova). Fermeže se používá všude tam, kde se vyžaduje rychlé schnutí a určitá tvrdost použitého materiálu. Tiskařské barvy bez fermeže jsou zcela nemyslitelné. Používá se také do šepsů a jiných různých přípravků. Do barev pro umělce se fermež zásadně nehodí.

(<http://www.ascoli.cz/> 2016)

Polymerovaný olej (fermež)

Připravuje se zahříváním lněného oleje do určité hustoty až do nejvyšší medové. Polymerovaný olej má před normální fermeží několik předností. Nežloutne, a má lakový charakter, po uschnutí má tvrdší povrch a nepraská. Schne pomaleji než fermež.

Éterický levandulový olej

Používal se jako ředidlo olejových barev především při pomalejším vysychání. Měl by mít vždy vysokou kvalitu, aby nepůsobil na černání barev. Jeho obdobou je olej rozmarýnový.

Olej ricínový

Je jasný, hustý, bezbarvý nebo mírně světle žlutý a má slabší zápach. Na vzduchu zvolna houstne a tuhne. Ve třech dílech ethylalkoholu se zcela rozpustí. Světlý olej ricínový se lisuje za studena. Výjimečně se používá jako měkčidlo laků, šepsů apod.

Konopný olej

Je barvy zelenavé, později hnědě žlutý, má jemnou chuť a nezvyklý zápach po konopí. Je velmi řídký. Používá se k výrobě černého nebo zeleného mazlavého mýdla a k přípravě fermeže.

Teakový olej

Napouštěcí olej na dřevo na bázi za studena lisovaného lněného oleje. Vhodný k ošetření proti povětrnostním podmínkám odolného dřeva a to zejména na zahradní nábytek a terasy z tvrdého dřeva (např. teak, mahagon, cedr, modřín). Pomalu zasychá a velmi dobře nasycuje podklad. Poskytuje krásný povrch, zachovávající přirozený vzhled ošetřeného dřeva.

Dřevní ocet

Získává se ohřevem dřeva bez přítomnosti vzduchu, obsahuje přibližně 12% kyseliny octové, 2% metanolu, 1 % acetonu a metylacetátu, 10% rozpustných dehtů a 75% vody. Má slabé fungicidní a insekticidní účinky. Na ochranu dřeva se používá od první poloviny 19. století, ale dnes se používá pouze v omezené míře. (<http://www.ascoli.cz/> 2016)

Chitosan

je polysacharid, v jehož dlouhé molekule se náhodně střídají jednoduché cukry N-acetylglukosamin a N-glukosamin. K průmyslové výrobě chitosanu se používá odpad vzniklý při potravinářském zpracování mořských koryšů. Krunýře, ale i další části těl těchto živočichů tvoří lehký a pevný chitin – polysacharid, tvořený řetězcem z N-acetylglukosaminu. Reakcí s louhem sodným se některé N-acetylglukosaminy v chitinu zbavují acetylových skupin COCH₃ chemickou reakcí označovanou jako deacetylace. Tak se mění chitin na chitosan, který se v přírodě rychle rozkládá na neškodné látky a nepředstavuje významnou zátěž pro životní prostředí. Chitosan potlačuje růst a množení mikroorganismů, dřevo získá odolnost vůči bakteriím, jako jsou původci nebezpečných infekcí *Escherichia coli* či *Staphylococcus aureus*. Mikrobiologická vyšetření prokázala, že chitosan zabraňuje množení kvasinek a plísní. Rozpouští se ve vodním roztoku metanolu a glycerínu. Vůči vyluhování vodou není úplně odolný, proto se nátěrové hmoty na bázi chitosanu musí modifikovat. V koncentraci 1-5% se ukázal jako poměrně dobrý fungicid proti některým dřevokazným houbám.

Šelak

Šelak je přírodní živice, získávaná z výměšků červce lakového (*Kerria lacca*). Vyskytuje se v ázámských lesích a v Thajsku. Črvec pomocí tohoto sekretu chrání své larvy před nepříznivými vlivy okolí. Používá se od 18. století na lakování. Syntetickou náhradou je acetaldehydová živice. Šelak vzdoruje kyselinám, v zásadách se ale rozkládá. Rozpouští se také v lihu, působením světla tvrdne, proto se musí uchovávat v tmavých nádobách. Jeho bod varu je asi 80–120 stupňů Celsia. Výhody užívání šelaku: fyziologicky nezávadný, biologicky odbouratelný, bez zápachu a je netoxický. Šelak se používá ve výrobě hudebních nástrojů k ručnímu lakování houslí a i na některé dřevěné dechové nástroje vyráběné ze světlého dřeva. Povrchová úprava dřeva pomocí šelakové politury se používá při restaurátorských pracích. Dřevo se jím lakuje, což mu dodává vynikající vzhled. Příprava šelaku spočívá v tom, že výměšky citronově žluté až tmavočervené barvy na vzduchu zasychají. Zaschlá živice se z větviček fíkovníků odloupává v podobě plástů či tyčinek. Surový šelak se přetaví a zbaví nečistot, nalije se na pružné plechy nebo válce, po ztvrdnutí se odlupuje ve formě šupinek. Jeho zabarvení indikuje obsah vosku, největší obsah vosku má jasně žlutý, nejmenší naopak červený, tzv. rubínový šelak.

Druhy šelaku jsou: (<http://www.vseumel.cz>, 2016)

- zlato-oranžový (TN), obsahuje víc vosku,
- tmavočervený (tzv. rubínový šelak), obsahuje málo vosku,
- pravý indický šelak (ABTN),
- bílý (bělený) šelak (tzv. copový šelak, uchovává se ve formě copů ve vodě, aby nereagoval se vzduchem a zachoval si bílou barvu), získávaný přidáním chlóru, který šelak zbavuje vosku. Používá se k leštění světlých dřev (javor, lípa).

Kalafuna

Kalafuna je destilační zbytek z pryskyřice borovic nebo získávaný při výrobě buničiny. Chemicky jde o směs slabých organických kyselin. Při pokojové teplotě je nerozpustná ve vodě, s vysokým izolačním odporem a netečná vůči kovům. Taje mezi 60–80 °C, plně tekutá je při 120 °C. V horkém stavu reaguje jako silná kyselina. Má schopnost rozrušit tenké vrstvy oxidů při teplotách 200 °C za 1–2 s. Reakční schopnost kalafuny neodpovídá moderním požadavkům, proto se přidávají aktivátory a další přísady, které zlepšují její vlastnosti a zvyšují teplotní odolnost. Kalafuna se používá jako základ do laků.

Vosky

Vosk na dřevo je silně vodoodpudivý, prodyšný a paropropustný. Použitím kvalitních pigmentů chrání barevný vosk dřevo před zešednutím. Barevný vosk vytváří mastný nátěr, odolný proti povětrnostním podmínkám a vodě. Neškodí životnímu prostředí, vyniká velkou životností. Vosk na dřevo je velmi vhodný k ošetření silně zvětralých dřevěných ploch. Bezbarvý vosk se ve venkovním prostředí používá především k ošetření tlakově impregnovaného dřeva (zahradní nábytek, hračky.). Vosk na dřevo odpuzuje víno, pivo, ovocné šťávy a vodu. Použití vosku jako nátěrové hmoty má velice široké uplatnění, a to na obklady, okna, parapety, pergoly, zahradní domky a nábytek, garážová vrata, dílny, balkóny, ploty apod. Vosk na dřevo je vhodný i pro vlhké prostředí jako jsou koupelny, kuchyně a rovněž pro silně namáhané plochy jako dveře či nábytek. Ve světlých nátěrech se může projevit barevné prorážení dřeva (obzvláště u dubu i u tlakově impregnovaného dřeva). Toto prorážení je možno odstranit aplikováním izolačního základu. K ochraně proti modráni a hnilobě doporučujeme preventivní nátěr impregnačním základem.

4 Metodika

V této kapitole jsou shrnuty postupy, podle kterých byly prováděny laboratorní zkoušky na zkušebních tělesech. Všechny laboratorní zkoušky probíhaly ve výrobní a zkušební laboratoři v Březnici, která spadá pod Výzkumný ústav dřevařský. Při provádění laboratorních zkoušek jsem postupoval v souladu s normou ČSN EN 927. Tato norma se skládá z několika částí, ale tyto tři části jsou pro mou diplomovou práci zásadní.

- ČSN EN 927-1 - Nátěrové hmoty - Nátěrové hmoty a nátěrové systémy pro dřevo ve vnějším prostředí - Část 1: Klasifikace a volba.
- ČSN EN 927-2 - Nátěrové hmoty - Nátěrové hmoty a nátěrové systémy pro dřevo ve vnějším prostředí - Část 2: Specifikace funkčních vlastností.
- ČSN EN 927-3 - Nátěrové hmoty - Povlakové materiály a povlakové systémy pro dřevo ve vnějším prostředí - Část 3: Zkouška přirozeným stárnutím.

Před samotnými laboratorními zkouškami jsem provedl tato měření:

Měření pH jednotlivých modifikací a nátěrových hmot

Měření pH probíhalo u chemických modifikací i nátěrových hmot za pomoci indikačního papírku. Indikační papírek byl umístěn do nádoby s chemickou modifikací a po dobu jedné minuty v ní byl ponechán. Měření probíhalo dvakrát tak, aby byly výsledky co nejpřesnější. Stejný postup probíhal i při měření pH nátěrových hmot. K měření pH jsem použil universální indikátorové papírky pro pH 0-12 od firmy Lach-Ner, s.r.o.

Měření vydatnosti chemických modifikací i nátěrových hmot

Měření vydatnosti jednotlivých chemických a nátěrových hmot probíhalo pomocí digitální váhy, nádoby s ryskou a metru. Postup byl následující: nejdříve jsem spočítal plochu zkušebních těles v m^2 . Poté jsem se řídil pokyny výrobce, jenž udával vydatnost a tloušťky vrstvy nátěru (v g/m^2). Odvážil jsem dané množství modifikace a nátěrové hmoty v nádobce s ryskou tak, abych dodržel požadované údaje, jež doporučuje výrobce. Dané množství bylo nanášeno na zkušební těleso pomocí štětce.

Jako první laboratorní zkoušku na zkušebních tělesech jsem prováděl:

Zkouška na tloušťku nátěrového filmu metoda 6B dle ČSN EN ISO 2808

Tato zkouška probíhala na zkušebních vzorcích, kde byla nátěrová hmota zcela zaschlá. Zkouška byla provedena pomocí tloušťkoměru, měřícího na základě optického měření hloubky klínového řezu. Na jednom referenčním vzorku jsem provedl šest měření, abych dosáhl co nepřesnějšího výsledku. Klasifikace podle tloušťky vrstvy je založena na měření tloušťky vysušeného filmu postupem 5A podle ČSN EN ISO 2808.

Ta stanovuje následující třídy tloušťky vrstvy:

- a) minimální, kde průměrná tloušťka je menší jak 5 μm ,
- b) malá, kde průměrná tloušťka je od 5 μm do 20 μm ,
- c) střední, kde průměrná tloušťka je od 20 μm do 60 μm ,
- d) velká, kde průměrná tloušťka je větší jak 60 μm ,

Jako druhou zkoušku na zkušebních tělesech jsem prováděl:

Změna tvrdosti nátěru podle ČSN 67 3075

Podstata zkoušky spočívá v zjištění, která tužka ze sady tužek odstupňované tvrdosti jako první poruší povrch nátěru. Na jednom referenčním vzorku jsem provedl dvě měření, abych dosáhl co nepřesnějšího výsledku.

Tab. 3 Označení tužek ve zkušební sadě dle ČSN 67 3075

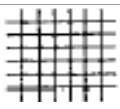
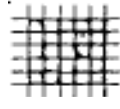


Číslo tužky	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Tvrdost tužky	3B	2B	B	HB	F	H	3H	4H	5H	6H	7H	8H	9H

Jako třetí zkoušku na zkušebních tělesech jsem prováděl:

Změna přilnavosti nátěru mřížkovou metodou podle ČSN EN ISO 2409

Podstata zkoušky spočívá v zjištění přilnavosti nátěrových hmot na zkušební vzorek. U každého referenčního vzorku bylo provedeno šest měření, jak požaduje norma ČSN EN ISO 2409. Tato zkouška je destruktivní a dochází k trvalému poškození jak nátěrové hmoty, tak zkušebního tělesa.

Tab. 4 Tabulka pro vyhodnocení přilnavosti mřížkovou zkouškou (Liptáková, 2001)

Stupeň:	Poškození nátěru:	Popis rozsahu poškození:
0	Žádné	Žádné viditelné poškození řezů, rohy celé bez nejmenšího odloupení nátěru.
1		Drobné poškození rohů řezů nepřesahující 5% z celkové plochy mřížky.
2		Drobné poškození rohů, kde se setkávají křížící se řezy. Poškození v rozmezí 5 až 15% z plochy mřížky.
3		Drobné poškození rohů, kde se setkávají křížící se řezy. Odrhnutí některých neřezaných čtverečků. Poškození je v rozmezí 15 – 35% z plochy mřížky.
4		Výrazné poškození rohů, kde se setkávají křížící se řezy. Výrazné odrhnutí neřezaných čtverečků. Poškození je v rozmezí 35 – 65% z plochy mřížky.
5	Víc než 65%	Odrhnutí při zkoušce je z větší plochy jako v případě stupně 4.

Jako čtvrtou a šestou zkoušku na zkušebních tělesech jsem prováděl:

Měření barevných změn pomocí fotospektrometru

Tato zkouška byla provedena celkem dvakrát. Poprvé, než se zkušební tělesa umístila do komory pro urychlené stárnutí a podruhé, když se z této komory vyndala. Všechna zkušební tělesa se měřila na šesti místech. Tato místa byla označena tak, aby mohlo dojít k jejich opětovnému měření poté, co budou vyndána z komory pro urychlené stárnutí. Pouze referenční vzorky, které nebyly umístěny do komory pro urychlené stárnutí, se měřily jednou. Tato zkouška nám určuje barevnou změnu na nátěrové hmotě. Barevná diference ΔE^* mezi barvou před stárnutím a po stárnutí se stanovuje podle metody CIE 1976 a počítá se podle rovnice:

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

kde L^* je jas, nebo světlost barvy od 0 (černá) do 100 (bílá),

a^* je souřadnice s odstínem mezi červenou (+60) a zelenou (-60),

b^* je souřadnice s odstínem mezi žlutou (+60) a modrou (-60).

Jako pátou zkoušku na zkušebních tělesech jsem prováděl:

Urychlené stárnutí nátěrů na dřevo využívaných v exteriéru podle ČSN EN 927-6:

Princip této zkoušky spočívá v tom, že urychluje stárnutí nátěrů na dřevě s použitím fluorescenčního UV záření a destilované vody. Výsledky z této laboratorní zkoušky ale nemusí úplně korespondovat s výsledky vystavených vzorků ve venkovní expozici, protože pokud je vzorek vystaven ve venkovní expozici, působí na něj další činitelé, jako jsou prach, povětrnostní podmínky a další destruktivní činitelé.

Tab. 5 Cykly využívané při urychleném stárnutí nátěrů pro exteriér dle ČSN EN 927-6

Krok	Funkce	Teplota	Doba trvání	Podmínky
1	Kondenzace	$(45 \pm 3)^{\circ}\text{C}$	24 hodin	
2	Subcyklus kroků 3 a 4		144 hodin pozůstávajících z 48x cyklů 3 a 4 trvajících spolu 3 hodiny	
3	UV	$(60 \pm 3)^{\circ}\text{C}$	2,5 hodiny	Nastavení záření 0,89 W/m ² při vlnové délce 340 nm
4	Postřik		0,5 hodiny	6 l/m -7 l/m UV vypnuto

Hlavní část diplomové práce tvoří výzkum nátěrových hmot na modifikované vzorky dřeva. Jako vzorky dřeva pro modifikaci jsem si vybral následující dřeviny:

- Smrk ztepilý (*Picea abies*),
- Borovice lesní (*Pinus silvestris*),
- Dub letní (*Quercus robur*),
- Buk lesní (*Fagus sylvatica*),
- Lípa malosrdčitá (*Tilia cordata*),
- Olše lepkavá (*Alnus glutinosa*).

Tyto vzorky jsem vybíral s ohledem na možnou využitelnost v praxi. Smrk a borovice jsou dřeviny, které se velice často používají ve stavebním truhlářství. Dub jsem si vybral proto, že obsahuje malé množství titanu a buk proto, že obsahuje nikl a kobalt. Zajímalo mě, jak budou tyto chemické prvky ovlivňovat životnost nátěrových hmot a jejich světelnou

stálost. Lípu a olši jsem zařadil do vzorků z důvodu, že patří do lehkých dřevin (dle objemové hmotnosti) a používají se na řezbařinu.

Tab. 6 Základní vlastnosti dřevin použitých na lab. vzorky (Reimprecht, 2012)

Dřevina	Objemová hmotnost v kg.m ⁻³		Třída trvanlivosti dřeviny při kontaktu se zemí	Poměrová trvanlivost jádrového dřeva (%)	
	ρ_0	ρ_{15}		Ve vlhkém exteriéru	Ve vodě
Smrk ztepilý	430	470	4 (málo trvanlivé)	75	50
Borovice lesní	490	520	3 - 4	85	80
Dub letní	650	690	2 (trvanlivé)	100	100
Buk lesní	680	720	5 (netrvanlivé)	60	70
Lípa malosrdčitá	490	520	5 (netrvanlivé)	75	60
Olše lepkavá	490	523	5 (netrvanlivé)	40	100

Poznámka:

ρ_0 = objemová hmotnost při vlhkosti 0%

ρ_{15} = objemová hmotnost při vlhkosti 15%

Třídy trvanlivosti dřeviny při kontaktu se zemí jsou relativní a slouží pro vzájemné porovnávání mezi jednotlivými druhy dřevin. Poměrová trvanlivost jádrového dřeva je porovnávána vůči dubu, který má největší odolnost.

Jako sedmou zkoušku na zkušebních tělesech jsem prováděl:

Hodnocení degradace nátěrů podle ČSN EN ISO 4628 (Pánek, 2015)

Norma slouží na vyhodnocení degradace nátěrů po testování v exteriéru nebo i interiéru a různými laboratorními zkouškami s využitím komor na urychlené stárnutí. Je složena z více částí. V 1. části se definují v tabulkách základní metody a specifikace hodnocení.

Tab. 7 Klasifikace množství defektů dle ČSN EN ISO 4628

Klasifikace	Množství defektů na zkušebním vzorku
0	Žádné: tj. žádné zjištěné defekty
1	Velmi málo: tj. malý, téměř nevýznamný počet defektů
2	Málo: tj. malý, ale důležitý počet defektů
3	Mírný počet defektů
4	Značný počet defektů
5	Povrch hustě pokrytý defekty

Tab. 8 Klasifikace velikosti defektů dle ČSN EN ISO 4628

Klasifikace	Velikost defektů na zkušebním vzorku
0	Neviditelný bez 10x zvětšení
1	Viditelný pouze při zvětšení desetinásobku
2	Právě viditelný volným okem nebo s korekcí zrakových vad
3	Zřejmě viditelný volným okem nebo s korekcí zrakových vad (do 0,5 mm)
4	0,5 – 5 mm
5	Větší než 5 mm

Tab. 9 Klasifikace změn (např. barevných změn, křídování atd.) dle ČSN EN ISO 4628

Klasifikace	Množství defektů na zkušebním vzorku
0	Beze změn: tj. žádná zřetelná změna
1	Velmi malá: tj. právě rozpoznatelná změna
2	Malá: tj. zřetelně rozpoznatelná změna
3	Mírná: tj. velmi zřetelně rozpoznatelná změna
4	Zřetelná: tj. výrazná změna
5	Velmi zřetelná změna

Výsledkem hodnocení je popis typu defektů (viz další části normy), klasifikace množství defektů a velikosti defektů anebo typ změny a intenzita defektů, případně stručné slovní zdůvodnění (např. umístění defektů).

Puchýřkování ČSN EN ISO 4628-2

Hodnotí se pomocí obrázkových standardů stupněm 1 - 4 dané části normy na základě množství a velikosti defektů tohoto typu.

Praskání ČSN EN ISO 4628 – 4

Hodnotí se pomocí obrázkových standardů v dané části normy (pro praskliny v určitém směru a pro různé směry) přiřazením stupně výskytu defektů 1 - 5. Klasifikace je uvedena v následujících tabulkách.

Tab. 10 Klasifikace množství prasklin dle ČSN EN ISO 4628

Klasifikace	Množství prasklin na zkušebním vzorku
0	Žádné: tj. žádné zjištěné praskliny
1	Velmi málo: tj. malý, téměř nevýznamný počet prasklin
2	Málo: tj. malý, ale důležitý počet prasklin
3	Mírný počet prasklin
4	Značný počet prasklin
5	Povrch hustě pokrytý prasklinami

Tab. 11 Klasifikace velikosti prasklin dle ČSN EN ISO 4628

Klasifikace	Velikost defektů na zkušebním vzorku
0	Neviditelný bez 10x zvětšení
1	Viditelný pouze při zvětšení desetinásobku
2	Právě viditelný volným okem nebo s korekcí zrakových vad
3	Zřejmě viditelný volným okem nebo s korekcí zrakových vad (do 0,5 mm)
4	Dlouhé praskliny, obecně do šířky 1 mm
5	Velmi dlouhé praskliny obecně širší než 1 mm

Hodnocena je také hloubka prasklin:

- a) povrchové praskliny, které neproniknou zcela vrchní vrstvu nátěru (tj. vlasové trhliny),
- b) praskliny, které proniknou vrchní vrstvou nátěru, ale výrazně nezasáhnou do spodních vrstev,
- c) praskliny, které proniknou celým nátěrovým systémem.

Vyhodnocení je možné doplnit slovním popisem (např. Praskliny směřují v jednom směru).

Odlupování ČSN EN ISO 4628 – 5

Slouží pro hodnocení stupně odlupování nátěru od podkladu podle tabulek 25 a 26 a obrázkových standardů, které jsou obsahem této části normy.

Tab. 12 Rozsah odlupování dle ČSN EN ISO 4628

Klasifikace	Plocha vykazující odlupování
0	0 %
1	0,1 %
2	0,3 %
3	1 %
4	3 %
5	15 %

Tab. 13 Velikost ploch vykazujících odlupování – největší rozměr dle ČSN EN ISO 4628

Klasifikace	Plocha vykazující odlupování
0	Neviditelné bez 10 x zvětšení
1	Do 1 mm
2	Do 3 mm
3	Do 10 mm
4	Do 30 mm
5	Větší než 30 mm

4.1 Příprava vzorků dřeva před laboratorními zkouškami

Příprava vzorků dřeva pro účely diplomové práce se skládala z několika částí.

Postup přípravy vzorků:

- výběr vhodných vzorků dřevin,
- opracování vzorků na hrubý rozměr,
- sušení vzorků na požadovanou vlhkost,
- opracování vzorků na přesný rozměr,
- broušení vzorků na požadovanou kvalitu povrchu,
- signování vzorků (značení),
- chemická modifikace vzorků dřeva.

Výběr vhodných vzorků dřevin

Pro účely diplomové práce jsem zvolil tyto vzorky dřevin: smrk ztepilý (*Picea abies*), borovice lesní (*Pinus silvestris*), dub letní (*Quercus robur*), buk lesní (*Fagus sylvatica*), lípa malosrdčitá (*Tilia cordata*), olše lepkavá (*Alnus glutinosa*).

Opracování vzorků na hrubý rozměr

Vzorky jednotlivých druhů dřevin byly nejdříve rozřezány z fošen tloušťky 80 mm, abych získal řezivo, které má radiální směr. Poté bylo řezivo zakráčeno na hrubý rozměr. Jako další operace následovalo úhlové srovnání a šířková egalizace. U všech vzorků bylo počítáno s nadmírou pro sesychání (v podélném směru o 0,6%, v radiálním o 7%, v tangenciálním o 12%).

Sušení vzorků na požadovanou vlhkost

Sušení všech vzorků probíhalo na Střední průmyslové škola stavební v Rybitví. Škola je vybavena komorovou sušárnou. V sušárně byl nastaven měkký sušící režim. Vzorky dřeva byly vysušeny na požadovanou vlhkost 13%. Opakované měření vlhkosti dřeva probíhalo elektrickým vlhkoměrem. Vlhkost jednotlivých vzorků interpolovala mezi 13 – 14% vlhkosti.

Opracování vzorků na přesný rozměr

Následně byly vzorky vysušeny na požadovanou vlhkost a opracovány na přesný rozměr. Přesné rozměry všech vzorků jsou 375 mm x 78 mm x 20 mm (délka x šířka x tloušťka).

Broušení vzorků na požadovanou kvalitu povrchu

Povrch všech vzorků dřevin je zbroušen brusným pásem zrnitosti 150 na egalizační brusce. Vzorky po zbroušení mají přesný rozměr, který je uveden viz výše.

Signování vzorků (značení)

Signování vzorků jsem prováděl strojařskými raznicemi. Vzorky jsou vždy signovány u dolního okraje dřeviny. Vzorky jsou signovány následujícím způsobem:

- Smrk ztepilý (*Picea abies*) byl označen (SM),
- Borovice lesní (*Pinus silvestris*) byla označena (BO),
- Dub letní (*Quercus robur*) byl označen (DB),
- Buk lesní (*Fagus sylvatica*) byl označen (BK),
- Lípa malosrdčitá (*Tilia cordata*) byla označena (LP),
- Olše lepkavá (*Alnus glutinosa*) byla označena (OL).

4.2 Chemická modifikace vzorků dřevin

Na vzorcích dřeva byla provedena chemická modifikace pomocí přípravků:

- Lignofix I-profi,
- Impregnační základ W213.

Lignofix I-profi

Jedná se o moderní koncentrovaný přípravek se dvěma regulátory růstu hmyzu, určený k profesionálnímu ošetření dřeva. Má preventivní účinek proti dřevokaznému hmyzu a dřevokazným houbám. Pro účely mé diplomové práce jsem vybral bezbarvý koncentrát. Vydátnost tohoto koncentrátu je 1 kg na 6 m² nanášené plochy. Bližší informace jsou v přílohách na straně 98. (<http://www.lignofix.cz>, 2016)

Impregnační základ W213

Bezbarvý impregnační prostředek na bázi rostlinných olejů. Chrání dřevo ve venkovním prostředí proti zamodráním a černáním způsobeným houbami i plísněmi. Neobsahuje rozpouštědla. Používá se jako základ pro nátěry vosky, oleji či lazurami ve venkovním prostředí. Vydátnost tohoto impregnačního prostředku je 1 l na 10 m² nanášené plochy. Bližší informace jsou v přílohách na straně 99. (<http://www.pnz.cz>, 2016)

Chemická modifikace byla na každém vzorku provedena přesně dle pokynů výrobce. Mým cílem bylo dosáhnout co nejlepších výsledků při modifikování dané dřeviny. Vzorky byly chemicky modifikovány dvakrát (doporučení výrobce). Časové rozmezí mezi opětovnou modifikací bylo 30 hodin (výrobce doporučuje optimálně 24 hodin) u obou modifikačních přípravků. Teplota místnosti, kde byly vzorky modifikovány, byla + 20 °C (výrobce doporučuje nanášet modifikační přípravek při teplotě + 5 °C až + 25 °C). Výrobce neuvádí relativní vlhkost vzduchu, při které má být modifikační látka nanášena. Já jsem nanášel modifikační přípravky při relativní vlhkosti vzduchu 60%. Přípravek Lignofix I-profi byl nanášen stříkáním (přípravek jsem zakoupil ve spreji). Přípravek Impregnační základ W213 byl nanášen štětcem určeným na lazury (viz fotodokumentace).

4.3 Nanášení nátěrových hmot na modifikované vzorky dřeva

Na modifikované vzorky dřeva jsou použity tyto nátěrové hmoty:

- Vosk na dřevo W (od firmy PNZ),
- Venkovní olej na dřevo (od firmy PNZ).

Vosk na dřevo W

Jedná se o nátěr k ošetření a zušlechtění dřeva ve venkovním i vnitřním prostředí. Vytváří jemný, matný a voskovaný povrch. Je silně vodoodpudivý, prodyšný a paropropustný. Chrání dřevo proti povětrnosti a UV záření. Tento výrobek splňuje nejpřísnější kritéria pro čistotu životního prostředí a je oceněn „Eko – značkou EU“. Vydátnost této nátěrové hmoty je 1 l na 15 m² nanášené plochy. Bližší informace jsou v přílohách na straně 103. (<http://www.pnz.cz>, 2016)

Venkovní olej na dřevo

Jedná se o výrobek na přírodní bázi, který se využívá pro ochranu dřeva v exteriéru. Pevně se usazuje v kapilárách dřeva. Nátěr se zcela vpíjí do povrchu dřeva a netvoří na povrchu souvislý film. Zvyšuje odolnost dřeva proti povětrnostním vlivům, vodě a UV záření. Také zabraňuje vysychání a praskání dřeva. Vydatnost této nátěrové hmoty je 1 l na 20 m² nanášené plochy. Bližší informace jsou v přílohách na straně 101. (<http://www.pnz.cz>, 2016)

Nanášení nátěrových hmot na modifikované dřevo bylo provedeno dle pokynů výrobce. Veškeré vzorky dřeva byly natřeny až po zaschnutí chemické modifikace. Čas, který byl mezi druhou vrstvou chemické modifikace a samotným nátěrem (v první vrstvě), činí rozdíl asi 60 hodin. Druhá vrstva nátěrové hmoty byla nanášena po 48 hodinách (výrobce doporučuje 6 – 12 hodin dle nasákavosti podkladu). Teplota místnosti, kde byly vzorky natírány, byla + 20 °C (výrobce doporučuje nanášet nátěrovou hmotu při teplotě + 5 °C až + 25 °C). Výrobce neuvádí relativní vlhkost vzduchu, při které má být nátěrová hmota nanášena. Já jsem nanášel nátěrové hmoty při relativní vlhkosti vzduchu 60%. Všechny vzorky dřeva byly před samotnými laboratorními zkouškami ponechány 30 dní v místnosti při teplotě + 20 °C a při relativní vlhkosti vzduchu 55%. Vzorky byly umístěny tak, aby na ně nedopadal sluneční svit a zamezilo se jejich kontaktu se slunečním zářením.

4.4 Analýza použitých nátěrových hmot

V této části diplomové práce je uveden přehled jednotlivých nátěrových systémů a dřevin, na které byly aplikovány. Výsledky jsou uspořádány do tabulek tak, aby bylo docíleno přehlednosti. Pro přehlednost jsou zde uvedeny katalogové ceny jednotlivých dodavatelů (ceny jsou uvedeny bez množstevních slev a bez DPH). Dodavatelé byly vybráni v rámci Pardubického kraje takže se ceny pro jednotlivé regiony mohou lišit. V této analýze jsou zhodnocena kritéria, která souvisí nejenom s cenou nátěrových hmot, ale i s vlastnostmi jednotlivých nátěrových hmot a jejich degradací a užitnými hodnotami. Hodnoty pro jednotlivé nátěrové hmoty jsou převzaty z kapitoly 5.1 Výsledky laboratorních zkoušek.

Tab. 14 Pořizovací náklady jednotlivých nátěrových hmot

Druh nátěrové hmoty:	Účel nátěrové hmoty:	Cena NH bez DPH na 1/m ² :	Spotřeba na 1/m ² :
Impregnační základ W ²¹³	Impregnace	75,3 Kč	150 ml
Lignofix I-profi	Impregnace	35,2 Kč	160 ml
Vosk na dřevo W	Finální povrchová úprava	90,8 Kč	166 ml
Venkovní olej	Finální povrchová úprava	117 Kč	166 ml

Poznámka:

Ceny nátěrových hmot jsou uváděny v návaznosti na spotřebu nátěrové hmoty na 1m² plochy. Průměrná spotřeba nátěrové hmoty na 1m² je uvedena při prvním nátěru. Ceny nátěrových barev jsou převzaty z prodejny Dům barev internetový odkaz: <http://www.dumbarev.cz>.

Tab. 15 Užité vlastnosti nátěrových hmot

Vlastnosti NH:	Druh nátěrové hmoty			
	Impreg. základ W ²¹³	Lignofix I-profi	Vosk na dřevo W	Venkovní olej
Pořizovací cena	2	1	4	3
Spotřeba na 1m ²	1	2	3	3
Skladování	1	1	1	1
Manipulace	1	1	1	1
Roztíratelnost	2	1	3	3
Zasychání	2	1	3	4
Tvrдость nátěru	1	1	2	2
Přilnavost nátěru	1	1	1	1
Tloušťka nátěru	2	2	1	2
Stárnutí nátěru	2	2	3	1
Výsledek:	15	13	22	21

Poznámka:

Vlastnosti nátěrových hmot jsou hodnoceny čísly od 1 do 4, přičemž číslo 1 značí nejlepší výsledek a číslo 4 nejhorší výsledek. Jako nejlepší varianta vyšla kombinace impregnace Lignofix I-profi a venkovního oleje.

Závěr ke kapitole

Po zhodnocení jednotlivých nátěrových hmot vyšla jako nejlepší kombinace impregnace Lignofix I-profi a venkovního oleje. A to nejen svou cenou, ale i užitnými vlastnostmi jako jsou spotřeba na 1m², skladování, manipulace, roztíratelnost, zasychání, tvrdost nátěru, přilnavost nátěru, tloušťka nátěru a stárnutí nátěru.

5 Výsledky laboratorních zkoušek

Veškeré testování zkušebních vzorků probíhalo ve výrobní a zkušební laboratoři v Březnici, která spadá pod Výzkumný ústav dřevařský. Výsledky jednotlivých měření jsou prezentovány v tabulkách tak, aby byly co nejvíce přehledné. Označení dřevin v tabulce je následující: smrk ztepilý (*Picea abies*) byl označen (SM), borovice lesní (*Pinus silvestris*) byla označena (BO), dub letní (*Quercus robur*) byl označen (DB), buk lesní (*Fagus sylvatica*) byl označen (BK), lípa malosrdčitá (*Tilia cordata*) byla označena (LP), olše lepkavá (*Alnus glutinosa*) byla označena (OL).

Měření pH jednotlivých modifikací a nátěrových hmot

Tab. 16 Měření pH jednotlivých modifikací a nátěrových hmot

Druh nátěrové hmoty:	Účel nátěrové hmoty:	Naměřená pH hodnota:
Impregnační základ W ²¹³	Impregnace	7
Lignofix I-profi	Impregnace	6
Vosk na dřevo W	Finální povrchová úprava	5
Venkovní olej	Finální povrchová úprava	6

Z tabulky číslo 16 vyplývá, že největší naměřenou hodnotu pH má chemická modifikace Impregnační základ W²¹³ (7) a naopak nejnižší pH hodnotu má finální povrchová úprava vosk na dřevo (5).

Měření vydatnosti chemických modifikací i nátěrových hmot

Tab. 17 Měření vydatnosti chemických modifikací i nátěrových hmot

Druh dřeviny:	Spotřeba nátěrové hmoty v ml/m ²			
	Impreg. základ W ²¹³	Lignofix I-profi	Vosk na dřevo W	Venkovní olej
SM	158	166	68	66
BO	156	164	66	65
DB	128	162	60	58
BK	122	160	58	58
LP	148	168	68	68
OL	146	166	66	64

Nejmenší spotřeba této nátěrové hmoty byla docílena u tvrdých dřevin dubu a buku, a to shodně 58 ml/m². Hodnoty uvedené v tabulce jsou průměr ze dvou aplikací nátěrových systémů na zkušební vzorky. Z tabulky číslo 17 vyplývá, že největší průměrnou spotřebu chemické modifikace má přípravek Lignofix I-profi. U lípy byla spotřeba největší, a to 168 ml/m². Naopak nejnižší spotřebu finální nátěrové hmoty má přípravek venkovní olej.

Zkouška na tloušťku nátěrového filmu metoda 6B dle ČSN EN ISO 2808

Tab. 18 Zkouška na tloušťku nátěrového filmu

Oz. vz.:	Použitá modifikace	Použitá nátěrová hmota:	Prům. hod. tloušťky NH na zkuš. tělesech před zk. ve vetrometru	Prům. hod. tloušťky NH na zkuš. tělesech po zk. ve vetrometru	Rozdíl:
OL	Impregnační základ W213	Vosk na dřevo W	51 μm (3,79)	50,4 μm (2,89)	0,6 μm
OL	Lignofix I-profi	Venkovní olej	13 μm (2,75)	12,8 μm (2,32)	0,2 μm
BO	Impregnační základ W213	Vosk na dřevo W	51,5 μm (2,17)	50,9 μm (3,02)	0,6 μm
BO	Lignofix I-profi	Venkovní olej	12,6 μm (0,98)	12,3 μm (1,12)	0,3 μm
SM	Lignofix I-profi	Venkovní olej	11,5 μm (1,05)	11,2 μm (0,98)	0,3 μm
SM	Impregnační základ W213	Vosk na dřevo W	41,2 μm (3,54)	49,5 μm (3,33)	0,7 μm
DB	Impregnační základ W213	Vosk na dřevo W	72,8 μm (2,78)	72,3 μm (2,82)	0,5 μm
DB	Lignofix I-profi	Venkovní olej	15,3 μm (1,03)	15,1 μm (0,96)	0,2 μm
LP	Impregnační základ W213	Vosk na dřevo W	44,5 μm (3,93)	44 μm (3,73)	0,5 μm
LP	Lignofix I-profi	Venkovní olej	12,2 μm (1,69)	11,9 μm (1,36)	0,3 μm
BK	Impregnační základ W213	Vosk na dřevo W	50,8 μm (2,85)	50,3 μm (2,79)	0,5 μm
BK	Lignofix I-profi	Venkovní olej	15,3 μm (2,33)	15,1 μm (1,78)	0,2 μm

Poznámka: Průměr je z šesti hodnot, údaj v závorce je směrodatná odchylka.

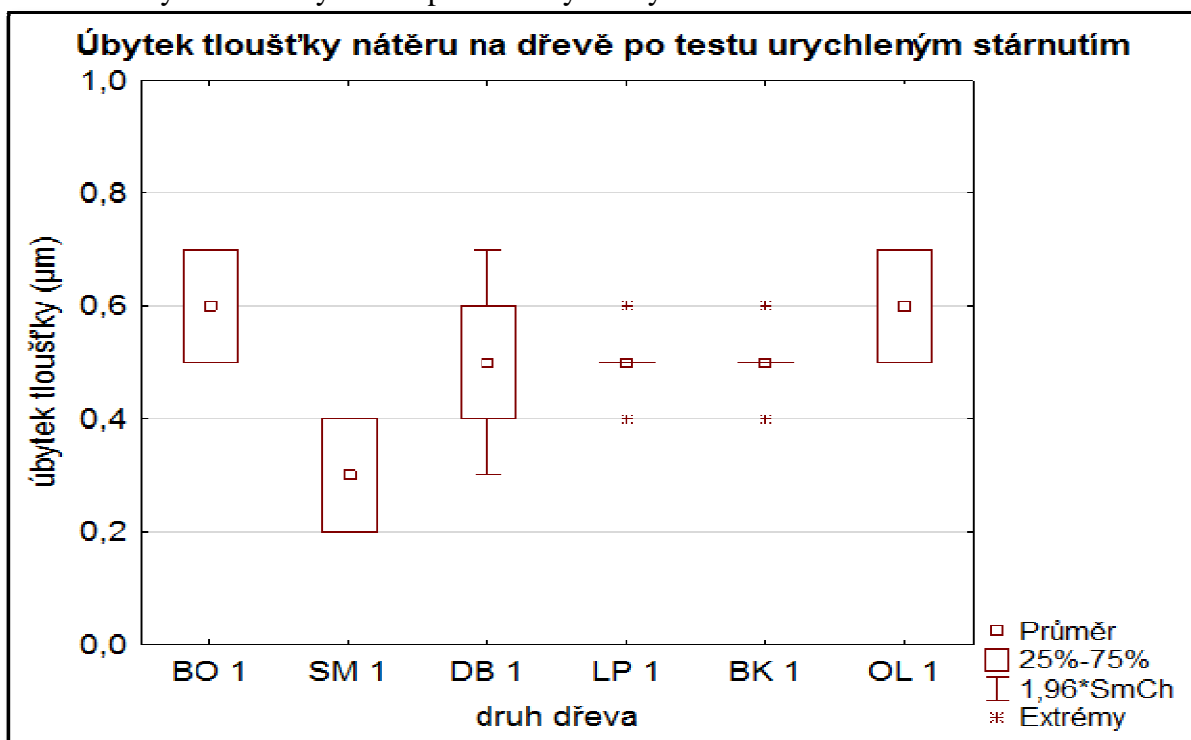
Z tabulky číslo 18 vyplývá, že největší tloušťka nátěrové hmoty byla naměřena u tvrdé dřeviny dubu. Tato hodnota byla před zkouškou ve vetrometru 72,8 μm a po zkoušce ve vetrometru 72,3 μm (což byla opět největší dosažená hodnota na zkušebních tělesech). Nejmenší tloušťka nátěrového filmu byla naměřena u měkké dřeviny smrku. Tato hodnota byla před zkouškou ve vetrometru 11,5 μm a po zkoušce ve vetrometru 11,2 μm (což byla opět nejnižší dosažená hodnota na zkušebních tělesech). Nejmenší rozdíl v úbytku tloušťky nátěrové hmoty po zkoušce ve vetrometru byl naměřen u dřevin buk, dub a olše (tento rozdíl činil 0,2 μm. Této hodnoty bylo docíleno s chemickou modifikací Lignofix I-profi a finální nátěrovou hmotou venkovní olej. Největší rozdíl v tloušťce nátěrové hmoty byl

naměřen u smrku, a to v kombinaci s chemickou modifikací Impregnační základ W213 a finální povrchovou úpravou vosk na dřevo W. Tato hodnota byla 0,7 μm .

Tab. 19 Duncan test úbytek tloušťky nátěru po testu urychleným stárnutím (STATISTIKA)

Druh dřeva:	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
OL 1		1,000000	0,000038	0,105470	0,098055	0,087782
BO 1	1,000000		0,000042	0,098055	0,087782	0,072769
SM 1	0,000038	0,000042		0,000942	0,001190	0,001472
DB 1	0,105470	0,098055	0,000942		1,000000	1,000000
LP 1	0,098055	0,087782	0,001190	1,000000		1,000000
BK 1	0,087782	0,072769	0,001472	1,000000	1,000000	

Graf 1 Úbytek tloušťky nátěru po testu urychleným stárnutím

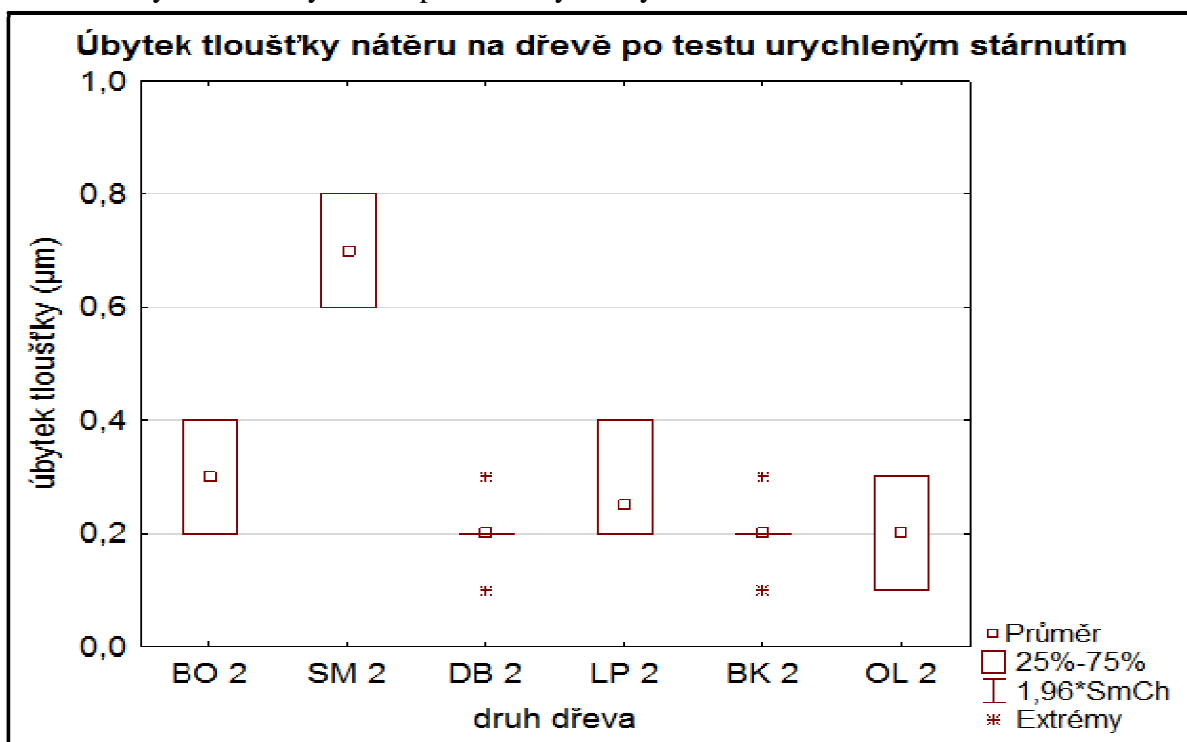


Nejlepších výsledků dosáhla dřevina smrk, která se statisticky lišila od ostatních dřevin. Z tabulky číslo 19 a grafu 1 vyplývá, že průměrných výsledků dosáhly dřeviny dub, lípa a buk, jež byly chemicky modifikovány impregnačním základem W²¹³ a natřeny finální povrchovou úpravou vosk na dřevo W. U olše a borovice byl v průměru naměřen největší úbytek nátěrové hmoty po zkoušce ve vetrometru.

Tab. 20 Duncan test úbytek tloušťky nátěru po testu urychleným stárnutím

Druh dřeva:	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
OL 2		0,000137	0,065284	0,731581	0,057414	0,071135
BO 2	0,000137		0,000034	0,093679	0,000053	0,000027
SM 2	0,065284	0,000034		0,093679	1,000000	1,000000
DB 2	0,731581	0,000061	0,111279		0,093679	0,123024
LP 2	0,057414	0,000053	1,000000	0,093679		1,000000
BK 2	0,071135	0,000027	1,000000	0,123024	1,000000	

Graf 2 Úbytek tloušťky nátěru po testu urychleným stárnutím



Nejlepších výsledků dosáhly dřeviny dub, buk a olše, které se statisticky lišily od borovice. Z tabulky číslo 20 a grafu 2 jedna vyplývá, že průměrných výsledků dosáhla dřevina borovice a lípa, jež byly chemicky modifikována přípravkem Lignofix I-profi a mají finální povrchovou úpravu venkovním olejem. U těchto dřevin se výsledky měření shodovaly. Naopak nejhorších výsledků dosáhla dřevina smrk.

Změna tvrdosti nátěru podle ČSN 67 3075

Tab. 21 Změna tvrdosti nátěru

Oz. vz.:	Použitá modifikace	Použitá nátěrová hmota:	Prům. hod. tvrdosti NH na tělesech před zk. ve veteometru	Prům. hod. tvrdosti NH na tělesech po zk. ve veteometru	Rozdíl:
OL	Impregnační základ W213	Vosk na dřevo W	2 B (0)	2 B (0)	0
OL	Lignofix I-profi	Venkovní olej	2 B (0)	2 B (0)	0
BO	Impregnační základ W213	Vosk na dřevo W	B (0)	B (0)	0
BO	Lignofix I-profi	Venkovní olej	B (0)	B (0)	0
SM	Lignofix I-profi	Venkovní olej	2 B (0)	2 B (0)	0
SM	Impregnační základ W213	Vosk na dřevo W	2 B (0)	2 B (0)	0
DB	Impregnační základ W213	Vosk na dřevo W	B (0)	B (0)	0
DB	Lignofix I-profi	Venkovní olej	B (0)	B (0)	0
LP	Impregnační základ W213	Vosk na dřevo W	2 B (0)	2 B (0)	0
LP	Lignofix I-profi	Venkovní olej	2 B (0)	2 B (0)	0
BK	Impregnační základ W213	Vosk na dřevo W	B (0)	B (0)	0
BK	Lignofix I-profi	Venkovní olej	B (0)	B (0)	0

Poznámka: Průměr je ze dvou hodnot, údaj v závorce je směrodatná odchylka

Z tabulky číslo 21 je zřejmé, že ke změně tvrdosti nátěrových hmot ani chemických modifikací nedošlo. Výsledky jsou shodné jak před zkouškou ve vetrometru tak i po zkoušce ve vetrometru. Tvrdost tužky 2 B odpovídá číslu tužky 2, a tvrdost B odpovídá číslu tužky 3.

Změna přilnavosti nátěru mřížkovou metodou podle ČSN EN ISO 2409

Tab. 22 Změna přilnavosti nátěru mřížkovou metodou

Označení vzorku:	Použitá modifikace:	Použitá nátěrová hmota:	Průměr. stupeň poškození nátěru před zk. ve veteometru	Průměr. stupeň poškození nátěru po zk. ve veteometru	Rozdíl mezi měř.
OL	Impregnační základ W ²¹³	Vosk na dřevo W	0,83 (0,48)	1,5 (0,51)	0,67
OL	Lignofix I-profi	Venkovní olej	0 (0)	0,33 (0,51)	0,33

BO	Impregnační základ W ²¹³	Vosk na dřevo W	0,67 (0,52)	1,16 (0,54)	0,49
BO	Lignofix I-profi	Venkovní olej	0,34 (0,52)	0,67 (0,48)	0,33
SM	Lignofix I-profi	Venkovní olej	0,17 (0,41)	0,5 (0,38)	0,33
SM	Impregnační základ W ²¹³	Vosk na dřevo W	1 (0)	1,5 (0,96)	0,5
DB	Impregnační základ W ²¹³	Vosk na dřevo W	0,67 (0,52)	1,17 (0,28)	0,5
DB	Lignofix I-profi	Venkovní olej	0 (0)	0,33 (0,51)	0,33
LP	Impregnační základ W ²¹³	Vosk na dřevo W	0,83 (0,48)	1,33 (0,51)	0,5
LP	Lignofix I-profi	Venkovní olej	0 (0)	0,33 (0,51)	0,33
BK	Impregnační základ W ²¹³	Vosk na dřevo W	0,17 (0,41)	0,5 (0,38)	0,33
BK	Lignofix I-profi	Venkovní olej	0 (0)	0,33 (0,51)	0,33

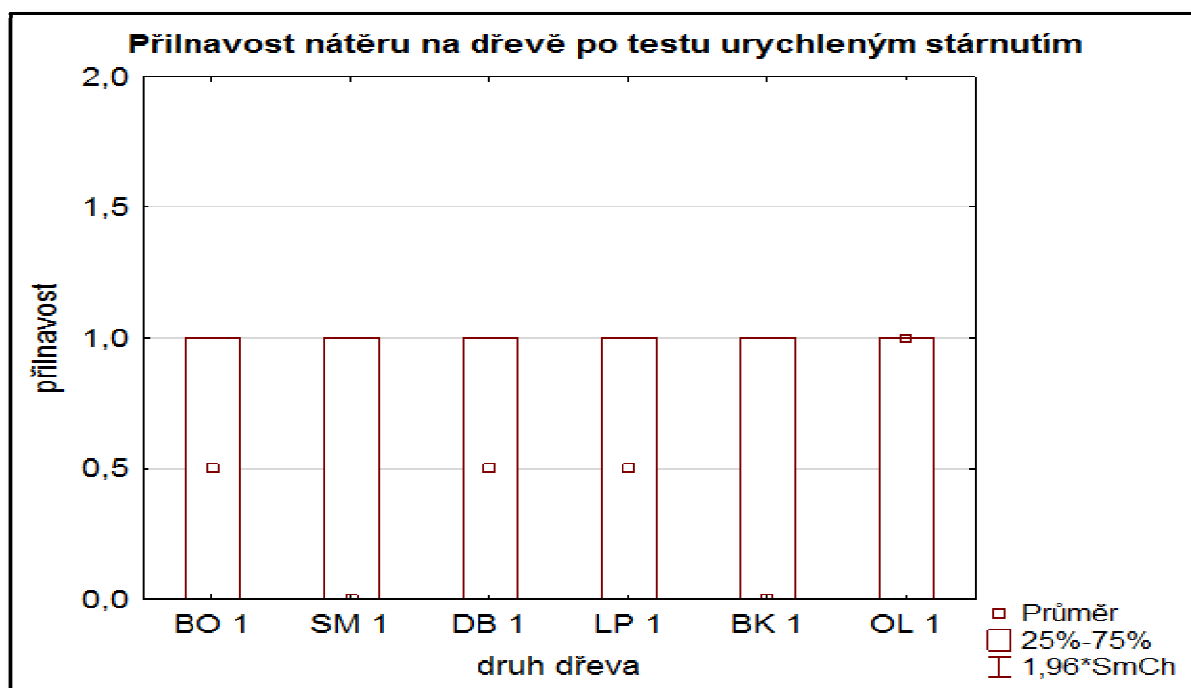
Poznámka: Průměr je ze tří hodnot, údaj v závorce je směrodatná odchylka.

Z tabulky číslo 22 je zřejmé, že nejmenší změna přilnavosti před zkouškou ve vetrometru byla u dřevin olše, dubu, lípy a buku. U těchto dřevin byla provedena chemická modifikace prostředkem Lignofix I-profi a finální povrchová úprava byla provedena venkovním olejem. K největšímu rozdílu naměřených před zkouškou a po zkoušce ve vetrometru došlo u dřeviny olše, kde činil rozdíl 0,67. Tento vzorek byl chemicky modifikován impregnačním základem W²¹³ a finální úpravu měl voskem na dřevo W. Naproti tomu nejmenší rozdíly přilnavosti nátěrové hmoty před zkouškou a po zkoušce ve vetrometru byly shodně naměřeny u dřevin, jež byly chemicky modifikovány přípravkem Lignofix I-profi a finální povrchovou úpravu tvořil venkovní olej. V průměru byla tato hodnota 0,33 po zkoušce ve vetrometru.

Tab. 23 Duncan test přilnavosti nátěru po urychleném stárnutí (STATISTIKA)

Druh dřeva:	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
OL 1		0,591724	0,349673	0,626664	0,614264	0,342387
BO 1	0,591724		0,634359	1,000000	1,000000	0,626664
SM 1	0,349673	0,634359		0,614264	0,626664	1,000000
DB 1	0,626664	1,000000	0,614264		1,000000	0,591724
LP 1	0,614264	1,000000	0,626664	1,000000		0,614264
BK 1	0,342387	0,626664	1,000000	0,591724	0,614264	

Graf 3 Přílnavost nátěru na dřevě po testu urychleným stárnutím

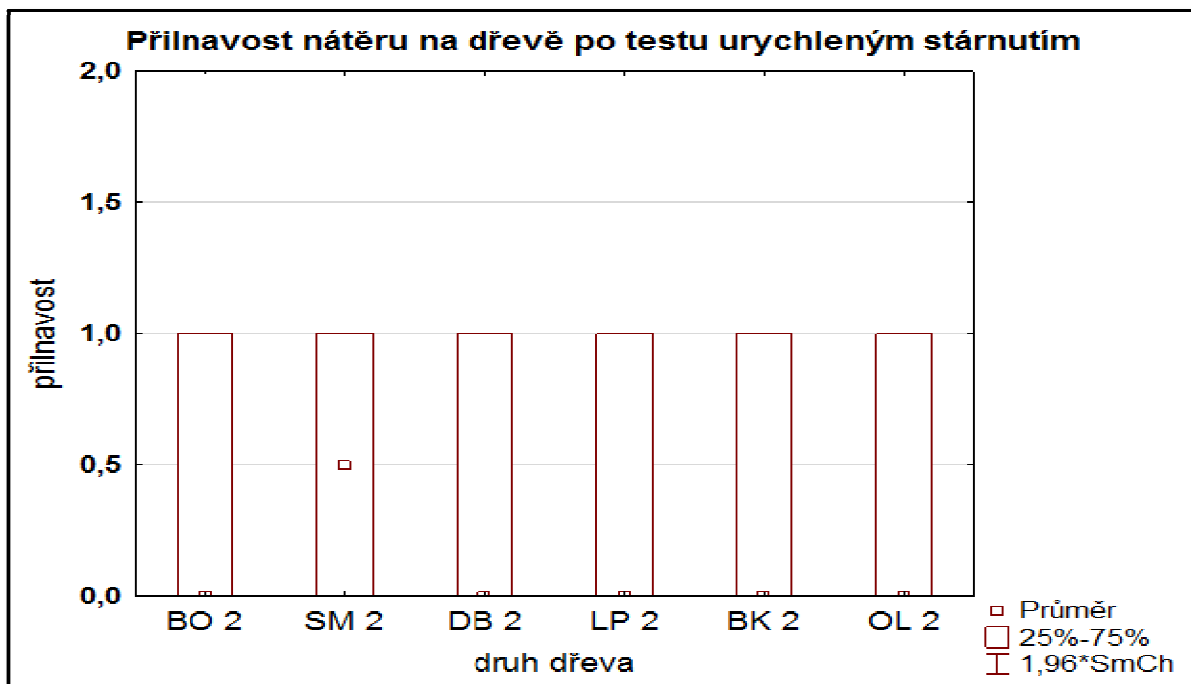


Nejlepších výsledků dosáhly dřeviny smrk a buk. Navzdory tomu se neprokázala jejich statistická významnost. Z tabulky číslo 23 a grafu 3 jedna vyplývá, že průměrných výsledků dosáhly dřeviny borovice, dub a lípa, jež byli chemicky modifikovány impregnačním základem W^{213} a natřeny finální povrchovou úpravou vosk na dřevo W. U olše byla v průměru naměřena nejmenší přílnavost nátěrové hmoty po zkoušce ve vetrometru.

Tab. 24 Duncan test přílnavosti nátěru po urychleném stárnutí (STATISTIKA)

Druh dřeva:	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
OL 2		0,584296	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
BO 2	0,584296			0,619727	0,607144	0,632703
SM 2	1,000000	0,627532	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
DB 2	1,000000	0,619727	1,000000		1,000000	1,000000
LP 2	1,000000	0,607144	1,000000	1,000000		1,000000
BK 2	1,000000	0,632703	1,000000	1,000000	1,000000	

Graf 4 Přílnavost nátěru na dřevě po testu urychleným stárnutím



Nejlepších výsledků dosáhly borovice, dub, lípa a olše. Navzdory tomu se neprokázala jejich statistická významnost. U těchto dřevin se výsledky měření shodovaly. Z tabulky číslo 24 a grafu 4 jedna vyplývá, že průměrných výsledků dosáhla dřevina smrk, jež byla chemicky modifikována přípravkem Lignofix I-profi a má finální povrchovou úpravu venkovním olejem.

Urychlené stárnutí nátěrů na dřevo využívaných v exteriéru podle ČSN EN 927-6:

Tab. 25 Urychlené stárnutí nátěrů na dřevo využívaných v exteriéru

Oz. vz.:	Použitá modifikace:	Použitá NH:	Počáteční hodnoty:			Konečné hodnoty:			Výpočtové hodnoty:			ΔE
			L*(1)	a*(1)	b*(1)	L*(2)	a*(2)	b*(2)	ΔL	Δa	Δb	
OL	Impregnační základ W ²¹³	Vosk na dřevo W	34,6 (2,01)	18,62 (2,00)	21,5 (1,7)	35,65 (1,68)	19,77 (1,96)	22,9 (1,53)	1,05 (0,21)	1,15 (0,71)	1,4 (0,79)	2,09 (0,48)
OL	Lignofix I-profi	Venkovní olej	62,37 (2,45)	15,1 (0,6)	36,1 (2,66)	63,74 (2,21)	15,7 (0,48)	36,36 (2,02)	1,37 (0,98)	0,6 (0,91)	0,26 (0,21)	1,52 (0,38)
BO	Impregnační základ W ²¹³	Vosk na dřevo W	35,5 (2,02)	22,48 (0,32)	23,08 (0,28)	36,35 (1,89)	24,28 (0,81)	26,87 (1,33)	0,85 (0,38)	1,2 (0,71)	1,59 (0,71)	2,16 (0,73)
BO	Lignofix I-profi	Venkovní olej	54,14 (2,31)	11,23 (0,86)	34,01 (0,73)	55,25 (1,63)	12,05 (1,01)	34,96 (0,86)	1,11 (0,48)	0,82 (0,6)	0,95 (0,38)	1,67 (0,73)
SM	Lignofix I-profi	Venkovní olej	81,43 (0,91)	13,66 (0,46)	30,58 (0,38)	82,39 (0,98)	14,42 (0,54)	31,99 (1,02)	0,96 (0,98)	0,76 (0,7)	1,41 (0,6)	1,86 (0,51)
SM	Impregnační základ W ²¹³	Vosk na dřevo W	34,85 (1,7)	21,34 (0,38)	25,35 (0,97)	35,97 (1,92)	22,54 (0,89)	26,54 (0,56)	1,12 (0,29)	1,2 (0,79)	1,19 (0,91)	2,03 (0,54)

DB	Impregnační základ W ²¹³	Vosk na dřevo W	34,27 (0,6)	18,89 (0,99)	29,01 (0,93)	35,61 (0,72)	19,95 (1,09)	29,86 (0,89)	1,34 (1,24)	1,06 (0,33)	0,85 (1,28)	1,91 (0,91)
DB	Lignofix I-profi	Venkovní olej	66,23 (1,14)	13,59 (0,46)	33,59 (2,2)	67,16 (1,07)	14,61 (0,67)	34,26 (1,99)	0,93 (1,21)	1,02 (0,43)	0,67 (0,81)	1,53 (1,01)
LP	Impregnační základ W ²¹³	Vosk na dřevo W	35,21 (0,92)	19,87 (0,47)	23,13 (1,21)	36,44 (1,03)	21,1 (0,79)	23,71 (0,86)	1,23 (0,91)	1,23 (0,41)	0,58 (1,03)	1,83 (0,33)
LP	Lignofix I-profi	Venkovní olej	70,45 (2,05)	11,91 (0,83)	35,13 (1,93)	70,96 (2,31)	13,12 (0,97)	35,88 (1,77)	0,51 (0,53)	1,21 (0,98)	0,75 (0,91)	1,51 (0,33)
BK	Impregnační základ W ²¹³	Vosk na dřevo W	35 (0,33)	21,8 (0,88)	29,3 (2,17)	36,5 (1,01)	22,8 (0,71)	29,62 (1,89)	1,5 (0,89)	1 (0,43)	0,32 (0,53)	1,83 (1,08)
BK	Lignofix I-profi	Venkovní olej	64,55 (1,76)	12,03 (0,51)	33,74 (0,48)	67,63 (1,65)	12,33 (1,43)	33,82 (1,03)	3,08 (0,91)	0,3 (0,44)	0,08 (0,26)	1,78 (0,91)

Poznámka: Průměr je z šesti hodnot, údaj v závorce je směrodatná odchylka.

Z tabulky číslo 25 je patrné, že nejmenší barevná diference před zkouškou a po zkoušce ve vetrometru byla naměřena u lípy. Tato hodnota činí 1,51. Tento zkušební vzorek byl modifikován přípravkem Lignofix I-profi a opatřen finálním nátěrem venkovním olejem. Naopak největší barevná diference byla naměřena u borovice, která byla chemicky modifikována přípravkem impregnační základ W²¹³ a opatřena finální povrchovou úpravou voskem na dřevo W. V průměru menší odchylky barevné diference vykazovala kombinace chemické modifikace a nátěrové hmoty Lignofix I-profi s finálním nátěrem venkovním olejem.

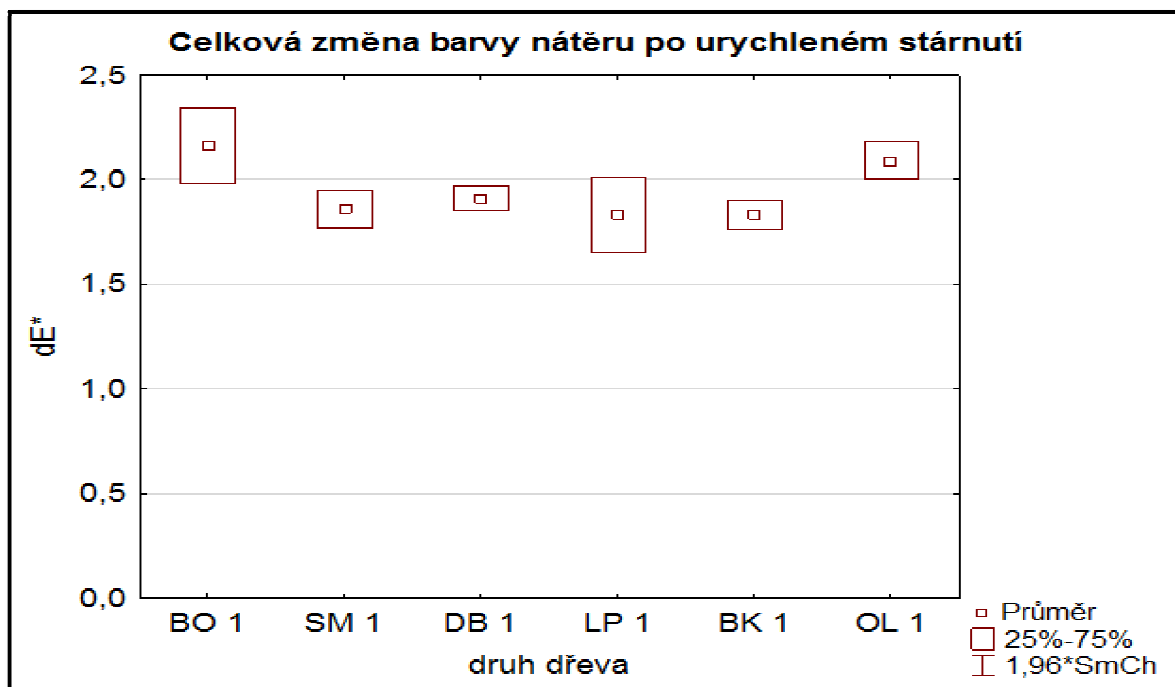
Tab. 26 Rozsah barevné diference ΔE^* (Pánek, 2015)

$0,2 < \Delta E^*$	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
$6 < \Delta E^* < 12$	Vysoké barevné změny
$\Delta E^* > 12$	Odlišná barva

Tab. 27 Duncan test celková změna barvy nátěru po urychleném stárnutí (STATISTIKA)

Druh dřeva:	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
OL 1		0,276004	0,001438	0,007901	0,000529	0,000615
BO 1	0,276004		0,000131	0,000647	0,000060	0,000057
SM 1	0,001438	0,000131		0,434283	0,637887	0,658393
DB 1	0,007901	0,000647	0,434283		0,240832	0,256849
LP 1	0,000529	0,000060	0,637887	0,240832		1,000000
BK 1	0,000615	0,000057	0,658393	0,256849	1,000000	

Graf 5 Celková změna barvy nátěru po urychleném stárnutí

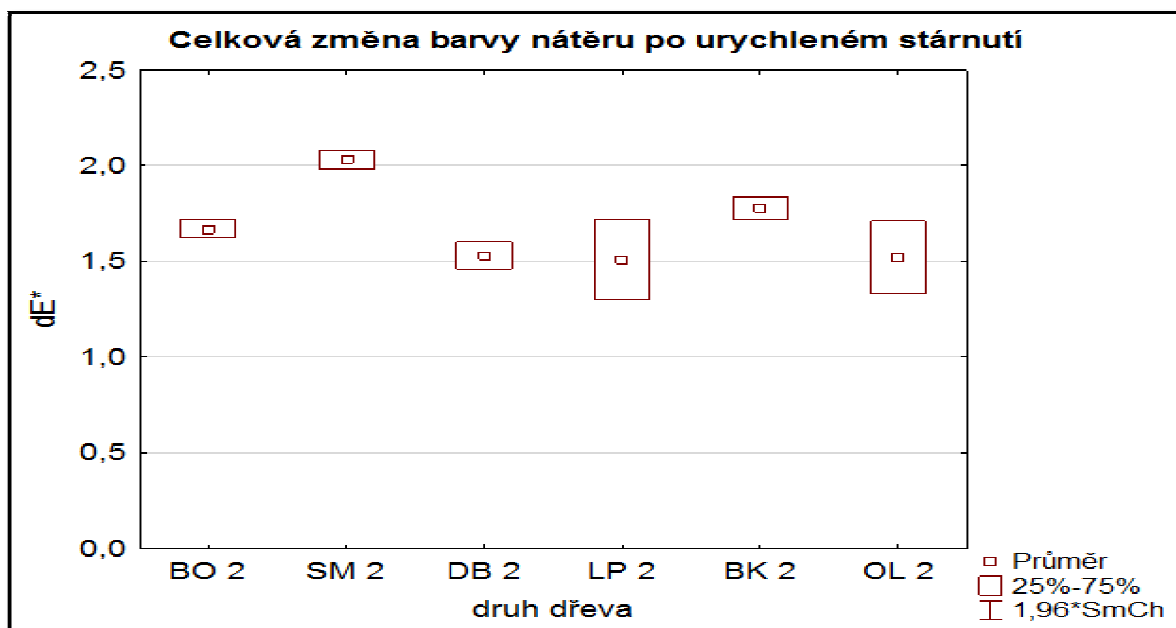


U lípy byl v průměru naměřen nejmenší rozdíl barevné difenciace, která se významně statisticky lišila od borovice a olše. Z tabulky číslo 27 a grafu 5 vyplývá, že optimálních výsledků dosáhly dřeviny smrk, dub a buk, jež byly chemicky modifikovány impregnačním základem W^{213} a natřeny finální povrchovou úpravou vosk na dřevo W. Naopak největší rozdíl barevné diferenciace byl naměřen u borovice.

Tab. 28 Duncan test celková změna barvy nátěru po urychleném stárnutí (STATISTIKA)

Druh dřeva:	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
OL 2		0,000065	0,038216	0,028817	0,098771	0,034470
BO 2	0,000065		0,000053	0,000027	0,000659	0,000034
SM 2	0,038216	0,000053		0,773313	0,000809	0,877993
DB 2	0,028817	0,000027	0,773313		0,000526	0,877993
LP 2	0,098771	0,000659	0,000809	0,000526		0,000669
BK 2	0,034470	0,000034	0,877993	0,877993	0,000669	

Graf 6 Celková změna barvy nátěru po urychleném stárnutí



U lípy byl v průměru naměřen nejmenší rozdíl barevné diference, ale nebyl statisticky významný vůči ostatním dřevinám. Z tabulky číslo 28 a grafu 6 vyplývá, že průměrných výsledků dosáhly dřeviny dub a olše, jež byly chemicky modifikovány impregnačním základem W²¹³ a natřeny finální povrchovou úpravou vosk na dřevo W. Naopak největší rozdíl barevné diference byl naměřen u smrku.

Hodnocení degradace nátěrů podle ČSN EN ISO 4628

Tab. 29 Hodnocení degradace nátěrů podle ČSN EN ISO 4628

Oz. vz.:	Použitá modifikace:	Použitá NH:	Klasifikace množství defektů:	Klasifikace množství prasklin:	Klasifikace množství odlupování:	Viditelné barevné změny:
OL	Impregnační základ W ²¹³	Vosk na dřevo W	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
OL	Lignofix I-profi	Venkovní olej	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
BO	Impregnační základ W ²¹³	Vosk na dřevo W	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
BO	Lignofix I-profi	Venkovní olej	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
SM	Lignofix I-profi	Venkovní olej	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
SM	Impregnační základ W ²¹³	Vosk na dřevo W	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
DB	Impregnační základ W ²¹³	Vosk na dřevo W	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
DB	Lignofix I-profi	Venkovní olej	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)

LP	Impregnační základ W ²¹³	Vosk na dřevo W	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
LP	Lignofix I-profí	Venkovní olej	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
BK	Impregnační základ W ²¹³	Vosk na dřevo W	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
BK	Lignofix I-profí	Venkovní olej	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)

Poznámka: Průměr je ze dvou hodnot, údaj v závorce je směrodatná odchylka.

Hodnocení v této tabulce bylo provedeno před umístěním vzorků do vetrometru a po vyjmutí vzorku z vetrometru. Výsledky se shodují. Hodnocení bylo provedeno pomocí laboratorní lupy s desetinásobným zvětšením.

6. Diskuse k výsledkům laboratorních zkoušek

V této kapitole diplomové práce budou porovnány jednotlivé výsledky laboratorních zkoušek s publikacemi a diplomovými pracemi, které se zabývaly stejnou nebo podobnou problematikou. Dále zde bude uvedeno, zda se výsledky naměřené v laboratorních podmínkách shodují s údaji, jež udávají výrobci chemických modifikací a nátěrových hmot.

Dílní cíle diplomové práce a diskuse k nim:

- měření pH jednotlivých modifikací a nátěrových hmot,
- měření vydatnosti chemických modifikací i nátěrových hmot,
- zkouška na tloušťku nátěrového filmu metoda 6B dle ČSN EN ISO 2808,
- změna tvrdosti nátěru podle ČSN 67 3075,
- změna přilnavosti nátěru mřížkovou metodou podle ČSN EN ISO 2409,
- urychlené stárnutí nátěrů na dřevo využívaných v exteriéru podle ČSN EN 927-6,
- hodnocení degradace nátěrů podle ČSN EN ISO 4628.

Závěr k měření pH jednotlivých modifikací a nátěrových hmot

Označení pH (angl. potential of hydrogen, lat. pondus hydrogenia, tj. „potenciál vodíku“), též vodíkový exponent je číslo, kterým v chemii vyjadřujeme, zda vodný roztok reaguje kyselé či naopak zásaditě (alkalicky). Jedná se o logaritmickou stupnici s rozsahem hodnot od 0 do 14 (pro většinu vodných roztoků, roztoky silných kyselin a zásad či jiné

než vodné roztoky mohou nabývat jiných hodnot); přitom neutrální voda má pH při standardních podmínkách rovno 7. U kyselin je pH menší než sedm – čím menší číslo, tím „silnější“ kyselina; naopak zásady mají $\text{pH} > 7$, čím větší číslo, tím „silnější“ zásada. Za neutrální označujeme pH 7, které má například voda. Hodnotu pH 7 označujeme též jako neutrální osu. Nejmenší pH hodnota byla naměřena u vosku na dřevu W, a to 5 (mírně kyselá), naopak největší hodnota pH byla naměřena u impregnačního základu W²¹³, a to 7 (pH neutrální). Tyto hodnoty nikterak nevybočují od běžně používaných chemických modifikací ani od běžně používaných nátěrových hmot na přírodní bázi. Vzhledem k tomu, že mají téměř optimální pH, za které je u nátěrových hmot považováno rozmezí 5 – 7, se dá říci, že pH jednotlivých nátěrových hmot negativně neovlivňuje vlastnosti jednotlivých dřevin.

Měření vydatnosti chemických modifikací i nátěrových hmot

Nanášení chemických modifikací a nátěrových hmot na zkušební tělesa probíhalo pomocí štětce. Tato technologie nanášení je nejběžnější v malosériové výrobě, a právě proto jsem se rozhodl pro ni. Všeobecně se dá říci, že čím je technologie nanášení nátěrových hmot přesnější, tím klesá množství spotřebované nátěrové hmoty. U nanášení štětcem je spotřeba nátěrové hmoty pravděpodobně největší. Mezi lepší způsoby nanášení nátěrových hmot patří například aplikace nátěrové hmoty stříkáním. Samozřejmě musíme brát v potaz, že velký vliv na spotřebu nátěrové hmoty má geometrie výrobku. Jiná spotřeba nátěrové hmoty bude u velkoformátových výrobků (bude nižší) než u malých výrobků se špatnou geometrií. Velký význam samozřejmě hraje i pórovitost materiálu. Čím je výrobek pórovitější, tím je větší spotřeba nátěrové hmoty. Samozřejmě nesmíme opomenout, že velkou roli ve spotřebě nátěrové hmoty hraje i vlhkost výrobku, protože čím je daný výrobek vlhčí, tím méně je schopen vsáknout nátěrové hmoty. Z tabulky číslo 17 vyplývá, že nejmenší spotřebu nátěrové hmoty mají dřeviny s největší hustotou a nejmenší pórovitostí, jsou to dřeviny dub a buk. Naopak dřeviny s nejmenší hustotou mají a velkou pórovitostí mají větší spotřebu nátěrových hmot, zhruba v rozmezí 9 až 12 %. Přičemž můžeme téměř vyloučit vliv vlhkosti dané dřeviny, protože všechny dřeviny byly uměle vysušeny na vlhkost 13%. Vydatnost nátěrové hmoty pro různé dřeviny jde samozřejmě upravit, a to několika způsoby. První způsob je naředění barvy v poměru přípustném dle specifikace výrobce nátěrových hmot. Další variantou je chemická modifikace dřevin, jež

napustí dřevo ochrannou látkou a jeho povrch tudíž není tolik pórovitý a méně absorbuje finální nátěrovou hmotu. Je to výhodné hlavně z hlediska ekonomického, protože přípravky na chemickou modifikaci zvyšují trvanlivost dřeva a jsou zpravidla o dost levnější než finální nátěrové hmoty. Výsledky naměřené v tabulce číslo 17 se shodují s údaji, jež uvádějí výrobci nátěrových hmot v technických listech.

Zkouška na tloušťku nátěrového filmu metoda 6B dle ČSN EN ISO 2808

Z tabulky číslo 18 vyplývá, že největší tloušťka nátěrové hmoty byla naměřena u tvrdé dřeviny dubu. Tato hodnota byla před zkouškou ve vetrometru 72,8 μm a po zkoušce ve vetrometru 72,3 μm (což byla opět největší dosažená hodnota na zkušebních tělesech). Nejmenší tloušťka nátěrového filmu byla naměřena u měkké dřeviny smrku. Tato hodnota byla před zkouškou ve vetrometru 11,5 μm a po zkoušce ve vetrometru 11,2 μm (což byla opět nejnižší dosažená hodnota na zkušebních tělesech). Nejmenší rozdíl v úbytku tloušťky nátěrové hmoty po zkoušce ve vetrometru byl naměřen u dřevin buk, dub a olše (tento rozdíl činil 0,2 μm). Této hodnoty bylo docíleno s chemickou modifikací Lignofix I-profi a finální nátěrovou hmotou venkovním olejem. Největší rozdíl v tloušťce nátěrové hmoty byl naměřen u smrku, a to v kombinaci s chemickou modifikací Impregnační základ W213 a finální povrchovou úpravou voskem na dřevo W. Tato hodnota byla 0,7 μm . Pro dřeviny, které byly chemicky modifikovány impregnačním základem W²¹³ a natřeny finální povrchovou úpravou vosk na dřevo W, platí následující. Z tabulky číslo 19 a grafu 1 vyplývá, že optimálních výsledků dosáhly dřeviny dub, lípa a buk. U olše a borovice byl v průměru naměřen největší úbytek nátěrové hmoty po zkoušce ve vetrometru. Naopak nejlepších výsledků dosáhla dřevina smrk. Dřeviny, které byly chemicky modifikovány přípravkem Lignofix I-profi a mají finální povrchovou úpravu venkovním olejem, platí následující. Z tabulky číslo 20 a grafu 2 vyplývá, že optimálních výsledků dosáhla dřevina borovice a lípa. Nejlepších výsledků dosáhly dřeviny dub, buk a olše. U těchto dřevin se výsledky měření shodovaly. Naopak nejhorších výsledků dosáhla dřevina smrk. Výsledky z laboratorních zkoušek prokázaly, že dřeviny, které jsou tvrdší, mají schopnost vytvořit větší tloušťku nátěrového filmu a nátěrová hmoty na nich déle vydrží (platí pro porovnávané nátěrové hmoty vosk na dřevo W a venkovní olej). Nejlepších naměřených hodnot bylo dosaženo s dřevinou buk, která měla nejmenší úbytky tloušťky nátěrové hmoty, a to 0,2 μm při kombinaci chemické modifikace Lignofix I-profi a finální povrchové úpravy venkovním olejem. Dřeviny dub a buk vykazovaly i nejmenší úbytky

tloušťky nátěrové hmoty, a to 0,5 μm při kombinaci chemické modifikace Impregnační základ W213 a s finální povrchovou úpravou voskem na dřevo W. Naopak nejhorších výsledků v laboratorních podmínkách bylo docíleno u dřeviny smrku, který vykazoval největší úbytky tloušťky nátěrové hmoty, a to 0,7 μm při kombinaci chemické modifikace Impregnační základ W213 a finální povrchovou úpravou voskem na dřevo W. Druhý nejhorší výsledek vykazovala dřevina olše, a to 0,6 μm při kombinaci chemické modifikace Impregnační základ W213 a s finální povrchovou úpravou voskem na dřevo W.

Změna tvrdosti nátěru podle ČSN 67 3075

Z tabulky číslo 21 je zřejmé, že ke změně tvrdosti nátěrových hmot ani chemických modifikací nedošlo. Výsledky jsou shodné jak před zkouškou ve vetrometru, tak i po zkoušce ve vetrometru. Tyto hodnoty jsou střední pro většinu nátěrových hmot na přírodní bázi, jak dokládá například publikace Nauka o dřevě od Ing. Zdeňky Křupalové. Větší tvrdosti nátěru dosahují zpravidla nátěrové hmoty, které jsou syntetické nebo polosyntetické. Syntetické nebo polosyntetické nátěrové hmoty vykazují většinou po zkoušce ve vetrometru hodnotu „H“ (jež je značena v sadě na testování jako H = tvrdost tužky a číslo tužky 6). Nejlepších hodnot pro chemickou modifikaci Impregnační základ W213 a finální povrchovou úpravu vosk na dřevo W dosáhly dřeviny buk a dub, a to hodnotou „B“ (jež je značena v sadě na testování jako B = tvrdost tužky a číslo tužky 3). Ostatní dřeviny olše, borovice, smrk, lípa vykazovaly hodnoty před zkouškou i po zkoušce ve vetrometru „2B“ (jež je značena v sadě na testování jako 2B = tvrdost tužky a číslo tužky 2). U chemické modifikace přípravkem Lignofix I-profi a finální povrchovou úpravou venkovním olejem vykazovaly všechny dřeviny stejné hodnoty před zkouškou i po zkoušce ve vetrometru „2B“ (jež je značena v sadě na testování jako 2B = tvrdost tužky a číslo tužky 2).

Změna přilnavosti nátěru mřížkovou metodou podle ČSN EN ISO 2409

Z tabulky číslo 22 je zřejmé, že nejmenší změna přilnavosti před zkouškou ve vetrometru byla u dřevin olše, dubu, lípy a buku. U těchto dřevin byla provedena chemická modifikace prostředkem Lignofix I-profi a finální povrchová úprava byla provedena venkovním olejem. K největšímu rozdílu naměřených před zkouškou a po zkoušce ve vetrometru došlo

u dřeviny olše, kde činil rozdíl 0,67. Tento vzorek byl chemicky modifikován impregnačním základem W²¹³ a finální úpravu měl voskem na dřevo W. Naproti tomu nejmenší rozdíly přilnavosti nátěrové hmoty před zkouškou a po zkoušce ve vetrometru byly shodně naměřeny u dřevin, jež byly chemicky modifikovány přípravkem Lignofix I-profi a finální povrchovou úpravu tvořil venkovní olej. V průměru byla tato hodnota 0,33 po zkoušce ve vetrometru. Nejlepších hodnot pro chemickou modifikaci Impregnační základ W213 a finální povrchovou úpravou voskem na dřevo W dosáhla dřevina buk (rozdíl před zkouškou ve vetrometru a po zkoušce činil 0,33). Naproti tomu nejhorších výsledků bylo naměřeno u olše (rozdíl před zkouškou ve vetrometru a po zkoušce činil 0,67). Z tabulky číslo 23 a grafu 3 jedna vyplývá, optimálních výsledků dosáhly dřeviny borovice, dub a lípa. Nejlepších hodnot pro chemickou modifikaci přípravkem Lignofix I-profi a finální povrchovou úpravu tvořil venkovní olej, že optimálních výsledků dosáhla dřevina smrk (viz. tabulka číslo 24 a graf 4). Nejlepších výsledků dosáhly borovice, dub, lípa a olše. U těchto dřevin se výsledky měření shodovaly.

Urychlené stárnutí nátěrů na dřevo využívaných v exteriéru podle ČSN EN 927-6

Z tabulky číslo 25 je patrné, že nejmenší barevná diference před zkouškou a po zkoušce ve vetrometru byla naměřena u lípy. Tato hodnota činí 1,51. Tento zkušební vzorek byl modifikován přípravkem Lignofix I-profi a opatřen finálním nátěrem venkovním olejem. Naopak největší barevná diference byla naměřena u borovice, která byla chemicky modifikována přípravkem impregnační základ W²¹³ a opatřena finální povrchovou úpravou voskem na dřevo W. V průměru menší odchylky barevné diference vykazovala kombinace chemické modifikace a nátěrové hmoty Lignofix I-profi s finálním nátěrem venkovním olejem. Nejlepších hodnot pro chemickou modifikaci Impregnační základ W213 a finální povrchovou úpravou voskem na dřevo W dosáhly dřeviny lípa a buk a to shodně 1,83 (rozdíl barevné diference). Z tabulky číslo 27 a grafu 5 vyplývá, že optimálních výsledků dosáhly dřeviny smrk a dub. U lípy byl v průměru naměřen nejmenší rozdíl barevné diference. Naopak největší rozdíl barevné diference byl naměřen u borovice, a to 2,16 (rozdíl barevné diference). Nejlepších hodnot pro chemickou modifikaci přípravkem Lignofix I-profi a finální povrchovou úpravou tvořil venkovním olejem bylo dosaženo u dřeviny lípy. Z tabulky číslo 28 a grafu 6 vyplývá, že optimálních výsledků dosáhly dřeviny dub a olše, jež byly chemicky modifikovány impregnačním základem

W²¹³ a natřeny finální povrchovou úpravou voskem na dřevo W. U lípy byl v průměru naměřen nejmenší rozdíl barevné diference, a to 1,51. Naopak největší rozdíl barevné diference byl naměřen u smrku, a to 1,86. Výsledky laboratorních zkoušek se shodují se závěry z publikace od *Ozgenç, O, Hiziroglu, S., Yildiz, U. C. (2012): Weathering properties of wood species treated with different coating applications. Bioresources, 7(4), p. 4875–4888.*

Hodnocení degradace nátěrů podle ČSN EN ISO 4628

Dle měření ve Výzkumném a vývojovém ústavu dřevařském u žádné z dřevin nedošlo po zkoušce ve vetrometru k degradaci nátěrové hmoty. Tato zkouška je vizuální a prováděná pomocí laboratorní lupy s desetinásobným zvětšením. Žádný z testovaných zkušebních vzorků nevykazoval praskliny, odlupování nebo barevné změny na nátěrové hmotě nebo dřevní hmotě. Dle mého názoru je to tím, že k účelům diplomové práce bylo použito velice kvalitních nátěrových hmot. Vliv dřeviny pro chemickou modifikaci Impregnačním základ W²¹³ a finální povrchovou úpravou vosk na dřevo W nebo pro chemickou modifikaci přípravkem Lignofix I-profi a finální povrchovou úpravou venkovní olej se ukázal jako nepodstatný (obě testované kombinace chemických modifikací i nátěrových hmot vykazovaly stejné hodnoty). Proto nelze objektivně uvést, zda má dřevina na toto měření vliv či nikoli. Navíc o finálních nátěrových hmot na bázi oleje je málo pravděpodobné, že by k takovým defektům došlo, protože se nátěrová hmota vpíše do dřeva a vytvoří na něm tvrdý nátěrový film. Výsledky práce vědeckými metodami ukázaly, že druh nátěru a délka expozice ovlivňují poškození ošetřeného dřeva v exteriéru. Druh dřeva byl významný, ale méně než nátěrový systém a délka expozice. Výsledky laboratorních zkoušek se shodují se závěry z publikace *Gobakken, L.R., Lebow, P.K. (2010): Modelling mould growth on coated modified and unmodified wood substrates exposed outdoors. Wood Science and Technology, 44 (2), p. 315-333.*

6 Závěr

V této kapitole diplomové práce budou shrnuty jednotlivé výsledky ze zkoušek a laboratorních měření tak, aby si mohl udělat představu jak laik, tak odborná veřejnost. V této kapitole pomínu vstupní cenu suroviny (dřeviny) tak, abych mohl porovnat vliv dřeviny na kvalitu vybraných druhů povrchových úprav pro exteriér. Jako vstupní

informace budou porovnávány vydatnost nátěrové hmoty na dané dřeviny, zkouška na tloušťku nátěrového filmu dle ČSN EN ISO 2808 metoda 6B, změna tvrdosti nátěrového filmu dle ČSN 67 3075, změna přilnavosti nátěru mřížkovou metodou dle ČSN EN ISO 2409, urychlené stárnutí na dřevo využívané v exteriéru dle ČSN EN 927-6 a hodnocení degradace nátěrů podle ČSN EN ISO 4628, a to na jednotlivých dřevinách tak, aby bylo průkazné, která dřevina má nejlepší vlastnosti vůči daným parametrům a bylo možné určit, jak velký vliv má daný druh dřeviny na nátěrové hmoty v exteriéru. Největší spotřeba nátěrové hmoty pro chemickou modifikaci byla naměřena u dřeviny smrk (přípravek Lignofix I-profi 166 ml/m² a Impregnační základ W²¹³ 158 ml/m²), naproti tomu nejmenší spotřeba nátěrové hmoty byla naměřena u buku (přípravek Lignofix I-profi 160 ml/m² a Impregnační základ W²¹³ 122 ml/m²). Pro finální povrchovou úpravu byla naměřena největší spotřeba nátěrové hmoty u dřeviny lípa (vosk na dřevo 68 ml/m² a pro venkovní olej W 68 ml/m²). Naopak nejmenší spotřebu finální nátěrové hmoty měla dřevina buk (vosk na dřevo 58 ml/m² a pro venkovní olej W 58 ml/m²). Z výše uvedeného vyplývá, že dřevina buk měla nejmenší spotřebu nátěrových hmot na 1 m², a to zhruba v řádu 9 -12% oproti měkkým dřevinám jako jsou smrk a lípa. Při zkoušce tloušťky nátěrového filmu dle ČSN EN ISO 2808 metoda 6B byly nejlepší výsledky dosaženy u dřeviny dubu, kde byla naměřena největší tloušťka nátěrového filmu, a to 72,8 μm před zkouškou ve vetrometru a 72,3 μm po zkoušce ve vetrometru s chemickou modifikací Impregnační základ W²¹³ a finální povrchovou úpravou voskem na dřevo W. Avšak nejmenší rozdíl před zkouškou a po zkoušce ve vetrometru byl naměřen u buku a olše, a to shodně 0,2 μm. K výše uvedeným okolnostem se dá říci, že i když byl úbytek tloušťky nátěrového filmu u dubu o něco větší, tak by měla být jeho životnost delší, a to z důvodů, že jako jediná dřevina má oproti buku o 20 μm tlustší nátěrový film. Změna tvrdosti nátěrových hmot se u jednotlivých dřevin nelišila. Urychlená zkouška stárnutí neměla vliv na změnu tvrdosti nátěrových hmot. Proto nelze určit vliv na dané měření. Pouze se lze domnívat, že druh dřeviny v krátkodobém horizontu dvou až čtyř let nemá vliv na tvrdost nátěrového filmu. Pro přesnější určení vlivu dané dřeviny na změnu tvrdosti nátěrového filmu se domnívám, že bychom museli provést testování v extrémnějších podmínkách, ne danou dřevinu testovat ve vetrometru, na dobu delší než čtyři roky. Změna přilnavosti nátěru (testována mřížkovou metodou dle ČSN EN ISO 2808) pro chemickou modifikaci přípravkem Lignofix I-profi a finální povrchovou úpravu venkovním olejem dopadla

nejlépe u dřevin olše, dubu, lípy a buku. V průměru byla tato hodnota 0,33 po zkoušce ve vetrometru. K největšímu rozdílu naměřených před zkouškou a po zkoušce ve vetrometru došlo u dřeviny olše, kde činil rozdíl 0,67. Tento vzorek byl chemicky modifikován impregnačním základem W²¹³ a finální úpravu měl voskem na dřevo W. Z výše uvedeného tedy vyplývá, že dřevina má velký vliv na přilnavost nátěrové hmoty. Přilnavost nátěrové hmoty u dané dřeviny ovlivňuje několik zásadních faktorů, a to jsou geometrie tělesa, vlhkost tělesa, vlhkostní vodivost, pórovitost tělesa, obsah tříslovin dané dřeviny, obsah vyzrálého dřeva a vady dřeva. Tyto uvedené faktory se samozřejmě u každé dřeviny velice liší, a proto se dá s jistotou říci, že druh dřeviny zásadně ovlivňuje přilnavost nátěrové hmoty. U dřevin tvrdých a středně tvrdých je zpravidla dosahováno lepší přilnavosti nátěrových hmot. Vliv dřevin na urychlené stárnutí nátěrových hmot (hodnoceno dle ČSN EN 927-6) není příliš velký, protože testované dřeviny s danými chemickými modifikacemi vykazovaly rozmezí barevné diference v rozmezí od 1,51 (lípa) až po 2,16 (borovice). V průměru menší odchylky barevné diference vykazovala kombinace chemické modifikace a nátěrové hmoty Lignofix I-profi s finálním nátěrem venkovním olejem. Nejlepších hodnot pro chemickou modifikaci Impregnační základ W213 a finální povrchovou úpravou voskem na dřevo W dosáhly dřeviny lípa a buk, a to shodně 1,83 (rozdíl barevné diference). Nejlepších hodnot pro chemickou modifikaci přípravkem Lignofix I-profi a finální povrchovou úpravou venkovním olejem bylo dosaženo u dřeviny lípy a to 1,51. Dle mého názoru záleží spíše na kvalitě chemické modifikace a finální povrchové úpravě než na druhu testované dřeviny. Při testování pomocí fotospektrometru před zkouškou a po zkoušce ve vetrometru dřevin smrk, olše, lípa, borovice, dub, buk nedošlo k zásadním změnám barevné diference, které by prokázaly zásadní vliv dřevin na barevnou změnu nátěrové hmoty. Vliv dřevin na degradaci nátěrů (dle ČSN EN ISO 4628) nelze prokázat pomocí mnou naměřených hodnot, protože žádný z testovaných zkušebních vzorků nevykazoval praskliny, odlupování nebo barevné změny na nátěrové hmotě nebo dřevní hmotě. Dle mého názoru je to tím, že k účelům diplomové práce bylo použito velice kvalitních nátěrových hmot. Vliv dřeviny pro chemickou modifikaci Impregnačním základ W²¹³ a finální povrchovou úpravou vosk na dřevo W nebo pro chemickou modifikaci přípravkem Lignofix I-profi a finální povrchovou úpravou venkovní olej se ukázal jako nepodstatný (obě testované kombinace chemických modifikací i nátěrových hmot vykazovaly stejné hodnoty). Proto nelze objektivně uvést, zda má dřevina

na toto měření vliv či nikoli. Navíc u finálních nátěrových hmot na bázi oleje je málo pravděpodobné, že by k takovým defektům došlo, protože se nátěrová hmota vpíše do dřeva a vytvoří na něm tvrdý nátěrový film. Souhrnem se dá říci, že dřeviny, které byly vybrány pro laboratorní zkoušky a chemicky modifikovány (přípravky Lignofix I-profi a Impregnačním základem W²¹³) s danou povrchovou úpravou (vosk na dřevo W a venkovním olejem), měly velký vliv na měření vydatnosti nátěrových hmot (nejlepších výsledků bylo dosaženo u dřeviny buk), na tloušťku nátěrového filmu (nejlepších výsledků bylo dosaženo u dřeviny dub s Impregnačním základem W²¹³ a voskem na dřevo W), na změnu přilnavosti nátěru (nejlepších výsledků bylo dosaženo u dřevin buk, dub, borovice a olše s chemickou modifikací Lignofix I-profi a povrchovou úpravou venkovní olej). Oproti tomu se dá říci, že druh dřeviny (platí pouze pro testované zkušební vzorky uvedené v diplomové práci) má zanedbatelný vliv na rozdíl barevné diference před zkouškou a po zkoušce ve vetrometru. Dále se jako zanedbatelný ukázal vliv dřeviny při vizuální kontrole po zkoušce ve vetrometru, kde se daná měření shodovala bez ohledu na druh dřeviny nebo její následné povrchové úpravy. Ve všeobecné rovině lze uvést, že je potřeba vybírat dřeviny přirozeně odolné, zpravidla tvrdé dřeviny a dřeviny s vysokým obsahem tříslovin (jak uvádí Willeintner H. 1984: *Laboratory test on natural durability of timber – methods and problems*. Document IRG/WP/84-2217, 10 - 28 s.) s ohledem na jejich budoucí využití, které pozitivně ovlivní celkovou trvanlivost výrobků na bázi dřeva vystaveného exteriérovým podmínkám a zajistí kvalitní základ pro modifikaci dřevin a následnou aplikaci finální povrchové úpravy. S ohledem na výsledky laboratorních zkoušek bych potencionálním investorům doporučil dřevinu dub, který je velice odolný vůči vlhku v exteriéru a ve vodě a při kontaktu se zemí (jak uvádí Prof. Ing. Ladislav Reinprecht, CSc. 2012. *Ochrana dřeva*, Technická univerzita vo Zvolene. ISBN 978-80-228-2351-7, 14 – 15 s.) s chemickou modifikací Lignofix I-profi a finální povrchovou úpravou venkovní olej. Tato kombinace vykazovala v laboratorních podmínkách velice dobré vlastnosti. Naproti tomu nejméně vhodná kombinace při laboratorních podmínkách vznikla u dřeviny olše s chemickou modifikací Impregnačním základem W²¹³ a voskem na dřevo W.

7 Seznam použitých zdrojů

Seznam knižních zdrojů:

Ing. Miloš Pánek, Ph.D. 2015. *Nátěry na dřevo a jejich testování*, 1.vydání. Vydavatelství: Česká zemědělská univerzita v Praze. OSBN 978-80-213-2548-7.

Prof. Ing. Ladislav Reinprecht, CSc. 2012. *Ochrana dřeva*, 2.vydání. Vydavatelství: Technická univerzita vo Zvolene. ISBN 978-80-228-2351-7.

Doc. Ing. Juraj Dudas, PhD. a Ing. Stanislav Jochim, PhD. 2008. *Konštrukčné drevné materiály*, 1.vydání. Vydavatelství: Technická univerzita vo Zvolene. ISBN 978-80-228-1938-1.

Willeintner H. 1984: *Laboratory test on natural durability of timber – methods and problems*. Document IRG/WP/84-2217

Doc. Ing. Ivan Klement, CSc. a Doc. Ing. Juraj Detvaj, CSc. 2007. *Technológia prvostupňového spracovania dřeva*, Vydavatelství: Technická univerzita vo Zvolene. ISBN 978-80-228-1811-7.

Ing. Zdeňka Křupalová. 2004. *Nauka o materiálech*, 2.vydání. Vydalo: nakladatelství Sobotáles. ISBN 80-86817-02-04.

Doc. Ing. Štefan Barcík, CSc. 2009. *Technika pre výrobu nábytku*, 1.vydání. Vydavatelství: Technická univerzita vo Zvolene. ISBN978-80-228-2055-4.

Ing. František Janíček. 2000. *Stroje a zařízení pro zpracování dřeva*, 2.vydání. Vydalo: nakladatelství Sobotáles. ISBN 80-85920-69-7.

Josef Kolb. 2008. *Dřevostavby*, 1.vydání. Vydala Grada Publishing, a.s ISBN 98-80-247-2275-7

Gobakken, L.R., Lebow, P.K. (2010): Modelling mould growth on coated modified and unmodified wood substrates exposed outdoors. *Wood Science and Technology*, 44 (2), p. 315-333

Ozgenç, O, Hiziroglu, S., Yildiz, U. C. (2012): Weathering properties of wood species treated with different coating applications. *Bioresources*, 7(4), p. 4875–4888

Seznam použitých norem:

ČSN EN 927-1 - Nátěrové hmoty - Nátěrové hmoty a nátěrové systémy pro dřevo ve vnějším prostředí - Část 1: Klasifikace a volba

ČSN EN 927-2 - Nátěrové hmoty - Nátěrové hmoty a nátěrové systémy pro dřevo ve vnějším prostředí - Část 2: Specifikace funkčních vlastností

ČSN EN 927-3 - Nátěrové hmoty - Povlakové materiály a povlakové systémy pro dřevo ve vnějším prostředí - Část 3: Zkouška přirozeným stárnutím

ČSN EN 927-4 - Nátěrové hmoty - Povlakové materiály a povlakové systémy vnější na dřevo - Část 4: Hodnocení propustnosti pro vodní páru

ČSN EN 927-5 - Nátěrové hmoty - Povlakové materiály a povlakové systémy pro dřevo ve vnějším prostředí - Část 5: Hodnocení propustnosti vůči vodě

ČSN EN 927-6 - Nátěrové hmoty - Povlakové materiály a povlakové systémy pro dřevo ve vnějším prostředí - Část 6: Expozice povlaků dřeva umělému stárnutí s použitím fluorescenčních UV lamp a vody

ČSN EN 351-1 - Trvanlivost dřeva a materiálů na bázi dřeva - Rostlé dřevo ošetřené ochrannými prostředky - Část 1: Klasifikace průniku a příjmu ochranného prostředku

ČSN EN 351-2 - Trvanlivost dřeva a materiálů na bázi dřeva - Rostlé dřevo ošetřené ochrannými prostředky - Část 2: Návod na odběr vzorků pro analýzu dřeva ošetřeného ochrannými prostředky

ČSN EN 460 - Trvanlivost dřeva a materiálů na jeho bázi. Přirozená trvanlivost rostlého dřeva. Požadavky na trvanlivost dřeva pro jeho použití v třídách ohrožení

ISO 7724/1:1985 Paints and varnishes. Colorimetry. Part 1: Principles (Nátěrové hmoty. Kolorimetrie. Část 1: Základní pravidla)

ISO 7724/2:1985 Paints and varnishes. Colorimetry. Part 2: Colour measurement (Nátěrové hmoty. Kolorimetrie. Část 2: Měření barvy)

ISO 7724/3:1985 Paints and varnishes. Colorimetry Part 3: Calculation colour differences (Nátěrové hmoty. Kolorimetrie. Část 3: Výpočet změn barevného odstínu)

DIN 5033:1970 Farbmessung. Begriffe und Farbtechnik (Měření barvy. Základní požadavky)

NF X 08-001:1973 Couleurs. Notions de base (Barevné odstíny. Základní pojmy)

NF X 08-062:1971 Collection réduite de couleurs Identification. Catalogue. Etalons secondaires (Redukovaná vzorkovnice barevných odstínů. Sekundární etalony)

Seznam internetových zdrojů:

- <http://www.pnz.cz/>
- <http://www.lignofix.cz/>
- <http://www.technickenormy.cz/>
- <http://www.unmz.cz/>
- <http://www.n-i-s.cz/>
- <http://www.vseumel.cz/>

Přílohy

Technický list Lignofix I-profi	98
Technický list PNZ Impregnační základ W.....	99
Technický list PNZ Venkovní olej na dřevo	101
Technický list PNZ Vosk na dřevo	103
Obr. 1 Nátěrové hmoty včetně modifikací použitých na zkušební tělesa	104
Obr. 2 Signování vzorků dřeva Dub letní (<i>Quercus robur</i>)	104
Obr. 3 Příprava zkušebních těles na zkoušku tloušťky nátěrového filmu	106
Obr. 4 Tloušťkoměr určený pro měření hloubky klínového řezu	106
Obr. 5 Sada pro testování přilnavosti nátěrové hmoty	107
Obr. 6 Řezný nůž a detail testovaného zkušebního vzorku	107
Obr. 7 Laboratorní lupa s desetinásobným zvětšením	108
Obr. 8 Komora pro urychlené stárnutí nátěrových hmot	108
Obr. 9 Komora pro urychlené stárnutí nátěrových hmot	109
Obr. 10 Sada tužek pro testování tvrdosti nátěrových hmot	109

Technický list Lignofix I-profi

Technický list

LIGNOFIX I-PROFI Likvidace dřevokazného hmyzu



LIGNOFIX I-PROFI je kapalný přípravek k ošetření dřeva napadeného dřevokazným hmyzem (červotoč, tesařík apod.) a k preventivnímu ošetření dřeva proti dřevokaznému hmyzu v interiérech (střešní konstrukce, obložení, schody, podlahy atd.) a v exteriérech bez přímého a trvalého kontaktu se zemí (střešní podbití, dřevěné stavby, ploty, krovy atd.). Nesmí být použit na dřevo přicházející do přímého kontaktu s potravinami, nápoji a krmivými ani k ošetření dřeva na výrobu dětského nábytku a hraček. Obsahuje regulátory růstu hmyzu, které spolehlivě likvidují všechna jeho vývojová stádia a dlouhodobě chrání ošetřené dřevo před dalším napadením (testace na dřevokazný hmyz dle EN 46 prokázala 100% účinek).

Návod k použití: Aplikujte nátěrem, postřikem, poléváním nebo ponořováním na dokonale očištěné dřevo.

Doporučený počet ošetření: 1-2x dle povrchu dřeva (hrubě opracované 1x, hladce 2x). Ochrana dřeva v exteriéru musí být překryta vhodným nátěrem zabraňujícím tvorbě trhlin. Před aplikací dalších nátěrů (laky, lazury) je doporučena doba zasychání 3 dny.

Vydatnost: 1 kg na 6 m².

Doba ochrany: v interiéru až po dobu životnosti stavby, v exteriéru doporučena kontrola po 10 letech.

Skladování: V originálních dokonale uzavřených obalech při teplotě 5 °C až 25 °C, odděleně od potravin, nápojů a krmiv.

Záruční doba: 24 měsíců od data výroby (viz číslo šarže) při dodržení skladovacích podmínek.

Upozornění: Výrobce neodpovídá za škody způsobené nesprávným použitím výrobku.

Používejte tento přípravek bezpečně. Před použitím si vždy pozorně přečtěte údaje na obalu a připojené informace o přípravku.

Obsahuje: 0,25 g/kg flufenoxuron, 0,06 g/kg fenoxycarb, 0,5 g/kg cypermethrin.

R-věty: Dráždí oči. Vysoce toxický pro vodní organismy, může vyvolat dlouhodobé nepříznivé účinky ve vodním prostředí.

S-věty, první pomoc: Uchovávejte mimo dosah dětí. Nevdechujte aerosoly. Zamezte styku s kůží a očima. Nevylévejte do kanalizace. Při zasažení očí okamžitě důkladně vypláchněte vodou a vyhledejte lékařskou pomoc. V případě nedostatečného větrání používejte vhodné vybavení pro ochranu dýchacích orgánů. Při požití vypláchnout ústa vodou, vypít asi 0,5 l vody, nevyvolávat zvracení. Při požití okamžitě vyhledejte lékařskou pomoc a ukažte tento obal nebo označení. Zabraňte uvolnění do životního prostředí. Viz speciální pokyny nebo bezpečnostní listy. Při nadýchání odvést postiženého na čerstvý vzduch. Při zasažení kůže omýt vodou.

Likvidace: Prázdný obal i obal se zbytky přípravku předejte na místo určené obcí k odstraňování nebezpečných odpadů.

Datum revize: 12.11.2013

Stránka 1 z 1

chemie pro život

STACHEMA CZ s.r.o.
Divize Chemické přípravky
Sokolská 1041, 276 01 Mělník
tel.: +420 315 630 241
melnik@stachema.cz
www.stachema.cz

Technický list PNZ Impregnační základ W



Informace o produktu



PNZ – IMPRÄGNIERGRUND W

PNZ Impregnační základ W

- Bez obsahu rozpouštědel
- Bezbarvý odstín

Charakteristika: PNZ Impregnační základ W je bezbarvý prostředek vhodný na veškeré dřevěné konstrukce z jehličnatých dřevin, které nejsou v kontaktu se zemí. Nátěr působí do hloubky, zajišťuje prevenci proti modráni a černání dřeva. Chrání před napadením houbami a plísněmi. Vyrovnává savost podkladu a zlepšuje přídržnost následných nátěrových vrstev. Prostředek je zcela bez zápachu, rychle zasychá, způsobuje pouze malé narovnání vláken dřeva, zaplňuje póry a snadno se brousí.

Použití: Veškeré dřevěné konstrukce, obložení, okna, parapety, zahradní domky, pergoly, skleníky, nářadí, zahradní nábytek, dveře, balkóny atd., vhodné i do vlhkých a mokřích prostor koupelen, saun. Prostředek není odolný proti UV záření a používá se jako základ pro PNZ vosky, oleje či lazury, případně pod ostatní běžné lazurovací nebo krycí nátěry. V obytných prostorech nepoužívat velkoplošně. Zabránit styku s potravinami, nápoji a krmivem. Zkoušeno podle DIN - EN 152 modráni, DIN - EN 113 houby.

Zpracování:

- Dřevo by mělo být neošetřené, zbavené prachu a suché.
- Staré nátěry, tvořící souvislý film, je třeba beze zbytku odstranit.
- Teplota při práci i schnutí by měla být v rozmezí + 5°C až 30°C.
- Vlhkost dřeva nesmí být vyšší než 15%.
- Na různých plochách přípravek účinkuje odlišně, proto je vždy doporučeno provést zkoušku.
- Použití produktu musí být provedeno vždy v kombinaci s následným vrchním nátěrem

Přípravek se nanáší štětcem, stříkáním, nebo máčením jedenkrát ze všech stran.

Doba schnutí: Podle savosti dřeva, teploty a vlhkosti vzduchu až 1 den. Zасhlý proti prachu za 2 hodiny, na omak za 3-4 hodiny. Přetíratelný za cca. 6 hodin. U dřevin bohatých na obsažené látky, stejně tak při vysoké vzdušné vlhkosti se doba schnutí prodlužuje

Spotřeba: cca 120 - 140 ml/m².

Čištění: Nářadí čistit vodou a mýdlem okamžitě po použití, popřípadě PNZ speciálním ředidlem nebo syntetickým ředidlem.

Skladování: V suchu a chladu, chránit před mrazem. Neotevřené plechovky mají skladovatelnost dva roky. Otevřenou nátěrovou hmotu je třeba přelit do menší nádoby, dobře uzavřít a brzy spotřebovat.

Naše technické poradenství slovem i písmem vychází z dlouholetých zkušeností, trvalých ověřovacích zkoušek a nejnovějšího stavu poznatků, přesto je lze považovat pouze za nezávazná doporučení. Veškeré přípravné práce a následné nátěrové vrstvy musí být upraveny a navrženy po důkladném posouzení objektu a musí odpovídat stavu a požadavkům objektu, na kterém má být nátěr použit. Technologie úpravy a ošetření dřevěných povrchů vychází z obecně uznávaných zákonitostí funkce „dřevo + nátěrová hmota“. Vhodnost nátěrového systému, zpracování a nanášení námi dodávaných produktů leží mimo naše kontrolní možnosti a jsou tedy plně v kompetenci spotřebitele. Ručíme samozřejmě za neměnnou kvalitu našich produktů. Vystavením nového Technického listu se ruší platnost všech předchozích. Datum vydání: březen 2014



FRIT s.r.o.
460 06 Liberec 7, dr. M. Horákové 591/69
Telefon 482 736 650 · Tel/fax 482 736 642
E-Mail: frit@pnz.cz · Internet: www.pnz.cz

Na dřevo to nejlepší





Informace o produktu



PNZ – IMPRÄGNIERGRUND W

PNZ Impregnační základ W

- Bez obsahu rozpouštědel
- Bezbarvý odstín

Charakteristika: PNZ Impregnační základ W je bezbarvý prostředek vhodný na veškeré dřevěné konstrukce z jehličnatých dřevin, které nejsou v kontaktu se zemí. Nátěr působí do hloubky, zajišťuje prevenci proti modrání a černání dřeva. Chrání před napadením houbami a plísněmi. Vyrovnává savost podkladu a zlepšuje přídržnost následných nátěrových vrstev. Prostředek je zcela bez zápachu, rychle zasychá, způsobuje pouze malé narovnání vláken dřeva, zaplňuje póry a snadno se brousí.

Použití: Veškeré dřevěné konstrukce, obložení, okna, parapety, zahradní domky, pergoly, skleníky, nářadí, zahradní nábytek, dveře, balkóny atd., vhodné i do vlhkých a mokřích prostor koupelen, saun. Prostředek není odolný proti UV záření a používá se jako základ pro PNZ vosky, oleje či lazury, případně pod ostatní běžné lazurovací nebo krycí nátěry. V obytných prostorech nepoužívat velkoplošně. Zabránit styku s potravinami, nápoji a krmivem. Zkoušeno podle DIN - EN 152 modrání, DIN - EN 113 houby.

Zpracování:

- Dřevo by mělo být neošetřené, zbavené prachu a suché.
- Staré nátěry, tvořící souvislý film, je třeba beze zbytku odstranit.
- Teplota při práci i schnutí by měla být v rozmezí + 5°C až 30°C.
- Vlhkost dřeva nesmí být vyšší než 15%.
- Na různých plochách přípravek účinkuje odlišně, proto je vždy doporučeno provést zkoušku.
- Použití produktu musí být provedeno vždy v kombinaci s následným vrchním nátěrem

Přípravek se nanáší štětcem, stříkáním, nebo máčením jedenkrát ze všech stran.

Doba schnutí: Podle savosti dřeva, teploty a vlhkosti vzduchu až 1 den. Zaschlý proti prachu za 2 hodiny, na omak za 3-4 hodiny. Přetíratelný za cca. 6 hodin. U dřevin bohatých na obsažené látky, stejně tak při vysoké vzdušné vlhkosti se doba schnutí prodlužuje

Spotřeba: cca 120 - 140 ml/m².

Čištění: Nářadí čistit vodou a mýdlem okamžitě po použití, popřípadě PNZ speciálním ředidlem nebo syntetickým ředidlem.

Skladování: V suchu a chladu, chránit před mrazem. Neotevřené plechovky mají skladovatelnost dva roky. Otevřenou nátěrovou hmotu je třeba přelit do menší nádoby, dobře uzavřít a brzy spotřebovat.

Naše technické poradenství slovem i písmem vychází z dlouholetých zkušeností, trvalých ověřovacích zkoušek a nejnovějšího stavu poznatků, přesto je lze považovat pouze za nezávazná doporučení. Veškeré přípravné práce a následné nátěrové vrstvy musí být upraveny a navrženy po důkladném posouzení objektu a musí odpovídat stavu a požadavkům objektu, na kterém má být nátěr použit. Technologie úpravy a ošetření dřevěných povrchů vychází z obecně uznávaných zákonitostí funkce „dřevo + nátěrová hmota“. Vhodnost nátěrového systému, zpracování a nanášení námi dodávaných produktů leží mimo naše kontrolní možnosti a jsou tedy plně v kompetenci spotřebitele. Ručíme samozřejmě za neměnnou kvalitu našich produktů. Vystavením nového Technického listu se ruší platnost všech předchozích. Datum vydání: březen 2014



FRIT s.r.o.
460 06 Liberec 7, dr. M. Horákové 591/69
Telefon 482 736 650 · Tel/fax 482 736 642
E-Mail: frit@pnz.cz · Internet: www.pnz.cz

Na dřevo to nejlepší



Technický list PNZ Venkovní olej na dřevo



Informace o produktu



PNZ - AUSSENÖL

PNZ Venkovní olej

- Na všechny druhy dřevin
- Pro venkovní i vnitřní použití

Charakteristika: PNZ Venkovní olej je vodoodpudivý, vlhkostně regulující ošetřující nátěr vhodný pro všechny tuzemské i exotické dřeviny. Má velké penetrační schopnosti, usazuje se pevně v kapilárách dřeva, přičemž nevytváří souvislý film. Tím poskytuje dřevu přírodní ochranu před povětrnostními vlivy, odolnou proti UV záření a vodě. Zabraňuje bobtnání, vysychání a praskání dřeva. Odpovídá normám DIN 53160 (Odolnost proti tekutinám, slinám a potu) a EN 71 oddíl 3 (O bezpečnosti dětských hraček).

Použití: Ochrana a zušlechťení domácích i exotických dřevin ve vnitřním i venkovním prostředí. Na nově neošetřené dřevo nebo renovační nátěry obkladů, oken, výloh, dveří, zahradních staveb, garážových vrat, zahradního nábytku, balkonů, plotů, nábytku, hračky apod. Jehličnaté dřeviny je třeba nejprve ošetřit proti modráni, dřevním plísním a škůdcům přípravkem PNZ Imprägniergrund W (PNZ Impregnační základ W).

Zpracování:

- Přípravek se nanáší na suchý, čistý, odmaštěný případně impregnovaný podklad štětcem, stříkáním, padem nebo houbou v tenké vrstvě ze všech stran. Po 12 hodinách se stejným způsobem provede druhý, případně třetí nátěr.
- Teplota při práci i schnutí min. 8°C. Vlhkost dřeva nesmí být vyšší než 18%.
- Na různých plochách přípravek účinkuje odlišně, proto je vždy doporučeno provést zkoušku.
- Předchozí ošetření přípravkem PNZ Imprägniergrund W chrání jehličnaté dřevo proti zamodráni, dřevním plísním.
- PNZ Venkovní olej ve variantě natur je bezbarvý a není v exteriéru samostatně dostatečnou ochranou proti UV záření. Používá se pouze v interiéru nebo jako dodatečný nátěr chránící předchozí vrstvy a prodlužuje tak životnost nátěrů.

Při renovačních pracích je třeba staré silnovrstvé, souvislé neprodyšné nátěry či olejové barvy odstranit obroušením, opálením nebo louhováním. Prodyšné podklady je nutno očistit, případně jemným obroušením „otevřít“. Dále se postupuje, jak je uvedeno výše.

Doba schnutí: 12- 24 hodin, při vlhkém chladném počasí se doba schnutí prodlužuje.

Spotřeba: cca 50-70 ml/m², to znamená, že 1 litr vystačí na cca 20 m² v závislosti na druhu dřeva a hrubosti jeho povrchu (řezivo nebo hoblované dřevo).

Čištění: Znečištěné pomůcky lze omýt horkou mýdlovou vodou, syntetickým ředidlem nebo PNZ Speciálním ředidlem.

Naše technické poradenství slovem i písmem vychází z dlouholetých zkušeností, trvalých ověřovacích zkoušek a nejnovějšího stavu poznatků, přesto je lze považovat pouze za nezávazná doporučení. Veškeré přípravné práce a následné nátěrové vrstvy musí být upraveny a navrženy po důkladném posouzení objektu a musí odpovídat stavu a požadavkům objektu, na kterém má být nátěr použit. Technologie úpravy a ošetření dřevěných povrchů vychází z obecně uznávaných zákonitostí funkce „dřevo + nátěrová hmota“. Vhodnost nátěrového systému, zpracování a nanášení námi dodávaných produktů leží mimo naše kontrolní možnosti a jsou tedy plně v kompetenci spotřebitele. Ručíme samozřejmě za neměnnou kvalitu našich produktů. Vystavením nového Technického listu se ruší platnost všech předchozích. Datum vydání: únor 2014



FRIT s.r.o.
460 06 Liberec 7, dr.M.Horákové 591/69
Telefon 482 736 650 · Tel/fax 482 736 642
E-Mail: frit@pnz.cz · Internet: www.pnz.cz

Na dřevo to nejlepší

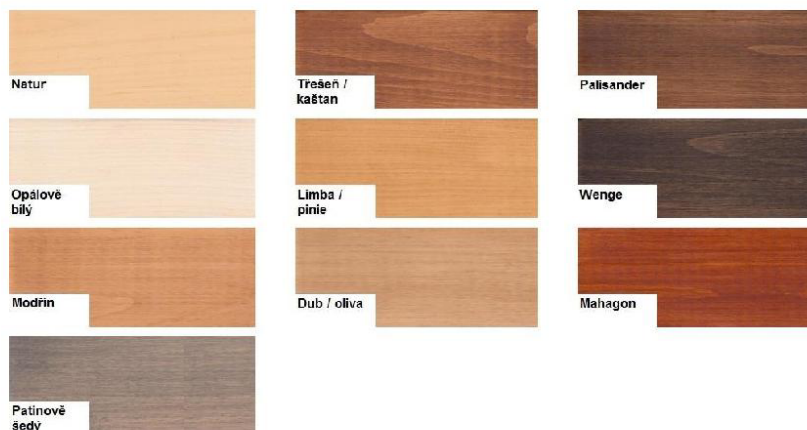
Přírodní ochrana a ošetření
www.pnz.cz



Informace o produktu



- Skladování:** V suchu a chladu, chránit před mrazem. Neotevřené plechovky mají skladovatelnost pět let. Otevřenou nátěrovou hmotu je třeba přelit do menší nádoby, dobře uzavřít a brzy spotřebovat.
- Složení:** Zušlechtěné přírodní oleje jako sojový, lněný, slunečnicový a řepkový, stromová pryskyřice, limbový olej, isoalifáty, draselné a kobaltové mýdlo, pigmenty kovových oxidů, titanová běloba. Po zaschnutí je zcela bez zápachu. Neobsahuje zdraví škodlivé látky.
- Upozornění:** P 101 Vyskytne-li se nutnost vyhledat lékařskou radu, předložte obal nebo etiketu s označením přípravku. P102 Uchovávejte mimo dosah dětí. P103 Před použitím čtěte informace a označení na etiketě. EUH208 Obsahuje 2-Butanonoxim; Cobaltbis(2-ethylhexanoat). Limitní hodnoty VOC EU-(A/f): 700 g/l (2010). Obsahuje maximálně 600 g/l VOC. I tento přírodní produkt může způsobovat alergické reakce. EUH210 Bezpečnostní listy jsou k dispozici a na dotaz budou předloženy. Při práci zajistěte důkladné odvětrání. Vyprázdňené nádoby odevzdejte k recyklaci. Zaschlé zbytky materiálu odevzdejte spolu s domácím odpadem, případně může být zlikvidován jako stavební suť. Tekuté zbytky odevzdejte na sběrná místa starých nátěrů. ASN-Nr: 120112 VbF AIII.
- Balení:** 0,75 Litrů, 2,5 Litru, 10 Litrů
- Odstíny:** Všechny barvy jsou vzájemně mísitelné. Při použití více balení s různými šaržemi je vhodné náplně smíchat ve větší nádobě a promíchat. V případě požadavku je možné objednat odstíny dle vzorníku RAL.



Naše technické poradenství slovem i písmen vychází z dlouholetých zkušeností, trvalých ověřovacích zkoušek a nejnovějšího stavu poznatků, přesto je lze považovat pouze za nezávazná doporučení. Veškeré přípravné práce a následné nátěrové vrstvy musí být upraveny a navrženy po důkladném posouzení objektu a musí odpovídat stavu a požadavkům objektu, na kterém má být nátěr použit. Technologie úpravy a ošetření dřevěných povrchů vychází z obecně uznávaných zákonitostí funkce „dřevo + nátěrová hmota“. Vhodnost nátěrového systému, zpracování a nanášení námi dodávaných produktů leží mimo naše kontrolní možnosti a jsou tedy plně v kompetenci spotřebitele. Ručíme samozřejmě za neměnnou kvalitu našich produktů. Vystavením nového Technického listu se ruší platnost všech předchozích. Datum vydání: únor 2014



FRIT s.r.o.
460 06 Liberec 7, dr.M.Horákové 591/69
Telefon 482 736 650 · Tel/fax 482 736 642
E-Mail: frit@pnz.cz · Internet: www.pnz.cz

Na dřevo to nejlepší

Přirozená ochrana a ošetření
www.pnz.cz

Technický list PNZ Vosk na dřevo



Informace o produktu



PNZ – HOLZ-WACHS W

PNZ Vosk na dřevo W

- Bez obsahu rozpouštědel
- Lazura pro kvalitnější život a bydlení

Charakteristika: PNZ Vosk na dřevo W je silně vodoodpudivý, prodyšný a paropropustný prostředek vhodný pro venkovní i vnitřní nátěr dřeva. Použitím kvalitních pigmentů a vybraných ušlechtilých surovin chrání PNZ Vosk na dřevo W proti povětrnostním podmínkám, UV záření a vodě. Vytváří matný, vodoodpudivý nátěr, neškodí životnímu prostředí a vyniká velkou životností. PNZ Vosk na dřevo W je vhodný k ošetření nových, ale i silně zvětralých dřevěných ploch, případně i k nátěrům tlakově impregnovaného dřeva (zahradní nábytek, hračky).

Použití: K ochraně a zušlechtnění domácích i exotických dřevin, ve vnitřním i venkovním prostředí. Obklady, okna, parapety, pergoly, zahradní domky a nábytek, garážová vrata, dílny, balkóny, ploty apod. PNZ Vosk na dřevo W je vhodný i pro vlhké prostředí jako jsou koupelny, kuchyně a rovněž pro silně namáhané plochy jako dveře či nábytek.

Zpracování:

- Povrch musí být čistý, suchý a zbavený prachu.
- U dřevin, kde může docházet k barevnému „prorážení“ látek obsažených ve dřevě a způsobovat barevné změny (např. u dubu, modřínu, cedru, teaku, OSB desek apod.) je vhodné použít přípravky PNZ Isoliergrund (PNZ Izolační základ). Platí také pro tlakově impregnované dřevo.
- Jehličnaté dřevo náchylné k zamodření a napadení dřevními plísněmi je vhodné před samotným nátěrem ošetřit přípravkem PNZ Imprägniergrund W.
- Teplota při práci i schnutí min. 8°C. Vlhkost dřeva nesmí být vyšší než 18%.
- Na různých plochách přípravek účinkuje odlišně, proto je vždy doporučeno provést zkoušku.
- Před započtím i během práce je nutné přípravek důkladně promíchat.

PNZ Vosk na dřevo W se nanáší štětcem, stříkáním nebo máčením ze všech stran. Po cca 5 -10 minutách se nátěr důkladně rozetře téměř suchým štětcem. Druhý nátěr se provádí stejným způsobem nejdříve po 4 hodinovém schnutí. Ve vlhkém prostředí je doporučeno provést nátěr ze všech stran. U renovačních prací je třeba staré prodyšné nátěry vyčistit, případně jemně obrousit. Všechny ostatní staré nátěry, uzavírající póry je nutno dokonale odstranit.

Doba schnutí: 4 - 24 hodin, při vlhkém chladném počasí se doba schnutí prodlužuje. Zaschlé proti prachu cca. za 1 hodinu. Přetíratelné za 2 - 6 hodin.

Naše technické poradenství slovem i písmem vychází z dlouholetých zkušeností, trvalých ověřovacích zkoušek a nejnovějšího stavu poznatků, přesto je lze považovat pouze za nezávazná doporučení. Veškeré přípravné práce a následné nátěrové vrstvy musí být upraveny a navrženy po důkladném posouzení objektu a musí odpovídat stavu a požadavkům objektu, na kterém má být nátěr použit. Technologie úpravy a ošetření dřevěných povrchů vychází z obecně uznávaných zákonitostí funkce „dřevo + nátěrová hmota“. Vhodnost nátěrového systému, zpracování a nanášení námi dodávaných produktů leží mimo naše kontrolní možnosti a jsou tedy plně v kompetenci spotřebitele. Ručíme samozřejmě za neměnnou kvalitu našich produktů. Vystavením nového Technického listu se ruší platnost všech předchozích. Datum vydání: březen 2014



FRIT s.r.o.
460 06 Liberec 7, dr. M. Horákové 591/69
Telefon 482 736 650 · Tel/fax 482 736 642
E-Mail: frit@pnz.cz · Internet: www.pnz.cz

Na dřevo to nejlepší





Informace o produktu



- Spotřeba:** cca 60-70 ml/m², to znamená, že 1 litr vystačí na cca 15 m² v závislosti na druhu dřeva a hrubosti jeho povrchu (řezivo nebo hoblované dřevo).
- Čištění:** Náradí čistit vodou a mýdlem okamžitě po použití, popřípadě PNZ Speciálním ředidlem
- Skladování:** V suchu a chladu, chránit před mrazem. Neotevřené plechovky mají skladovatelnost tři roky. Otevřenou nátěrovou hmotu je třeba přelit do menší nádoby, dobře uzavřít a brzy spotřebovat.
- Složení:** vosková disperze, zušlechtěné přírodní oleje, bezolovnatá sušidla. Po zaschnutí je bez zápachu, neobsahuje zdraví škodlivé látky.
- Upozornění:** Při použití více balení různých šarží je třeba obsah smíchat ve větší nádobě.
P101 Vyskytne-li se nutnost vyhledat lékařskou radu, předložte obal nebo etiketu s označením přípravku.
P102 Uchovávejte mimo dosah dětí.
P103 Před upotřebením čtěte informace a označení na etiketě.
EUH208 Obsahuje 1,2 Benzisothiazol-3(2H)-on. I tento přírodní produkt může způsobovat alergické reakce.
EUH210 Bezpečnostní listy jsou k dispozici a na dotaz budou předloženy.
Limitní hodnoty VOC EU pro tento výrobek (A/e) je: 130 g/l (2010). Produkt obsahuje maximálně 5 g/l VOC. Při práci zajistěte důkladné odvětrání. Vyprázdňené nádoby odevzdejte k recyklaci. Zaschlé zbytky materiálu odevzdejte spolu s domácím odpadem, případně může být zlikvidován jako stavební suť. Tekuté zbytky odevzdejte na sběrná místa starých nátěrů. ASN-Nr: 120112.
- Balení:** 0,25 l, 0,75 l, 2,5 l, 10 l
- Odstíny:** bezbarvý, antický bílý, cedr, dub střední/hemlok, ořech, rustikál, dub světlý.



Naše technické poradenství slovem i písmem vychází z dlouholetých zkušeností, trvalých ověřovacích zkoušek a nejnovějšího stavu poznatků, přesto je lze považovat pouze za nezávazná doporučení. Veškeré přípravné práce a následné nátěrové vrstvy musí být upraveny a navrženy po důkladném posouzení objektu a musí odpovídat stavu a požadavkům objektu, na kterém má být nátěr použit. Technologie úpravy a ošetření dřevěných povrchů vychází z obecně uznávaných zákonitostí funkce „dřevo + nátěrová hmota“. Vhodnost nátěrového systému, zpracování a nanášení námi dodávaných produktů leží mimo naše kontrolní možnosti a jsou tedy plně v kompetenci spotřebitele. Ručíme samozřejmě za neměnnou kvalitu našich produktů. Vystavením nového Technického listu se ruší platnost všech předchozích. Datum vydání: březen 2014



FRIT s.r.o.
460 06 Liberec 7, dr. M. Horákové 591/69
Telefon 482 736 650 · Tel/fax 482 736 642
E-Mail: frit@pnz.cz · Internet: www.pnz.cz

Na dřevo to nejlepší

Přírodně ohraněná a ošetřená
www.pnz.cz

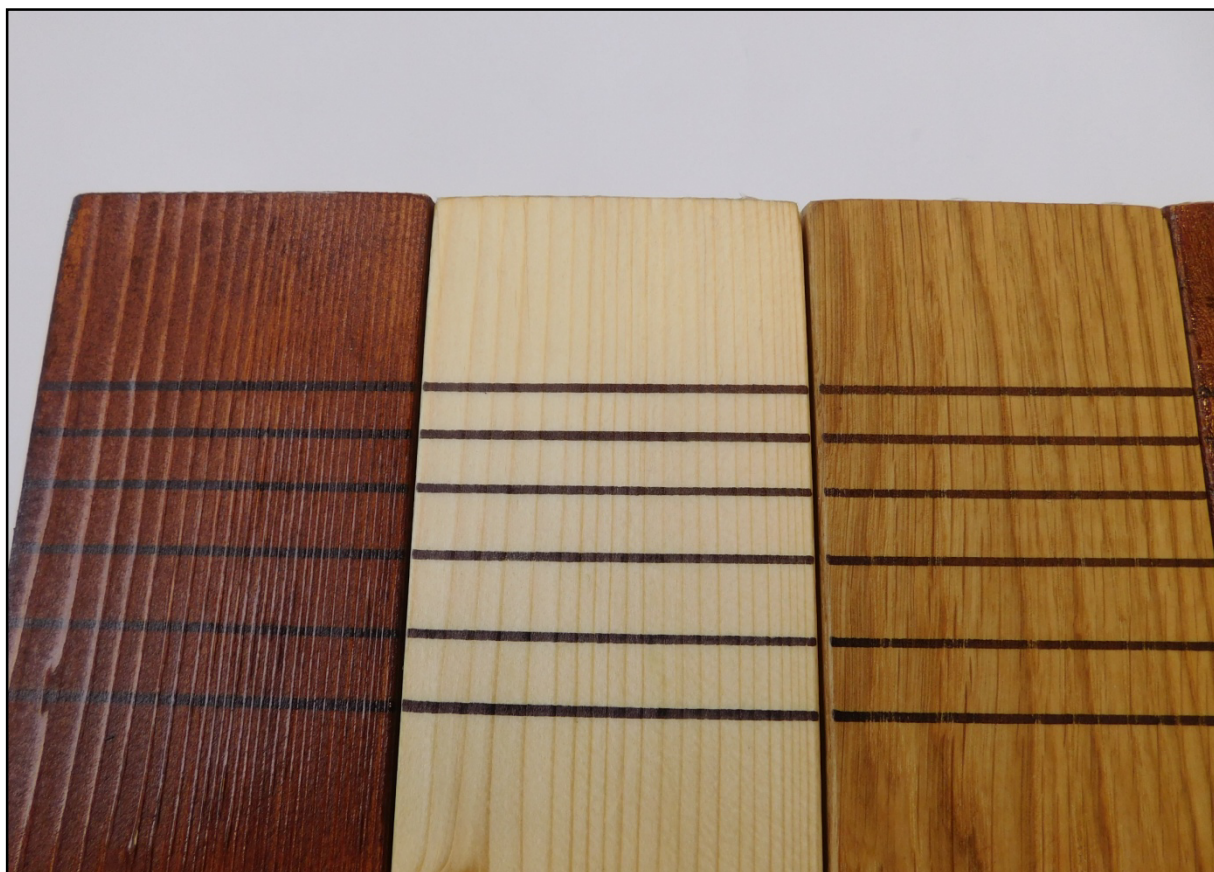
Obr. 1 Nátěrové hmoty včetně modifikací použitých na zkušební tělesa



Obr. 2 Signování vzorků dřeva Dub letní (*Quercus robur*)



Obr. 3 Příprava zkušebních těles na zkoušku tloušťky nátěrového filmu



Obr. 4 Tloušťkoměr určený pro měření hloubky klínového řezu



Obr. 7 Laboratorní lupa s desetinásobným zvětšením



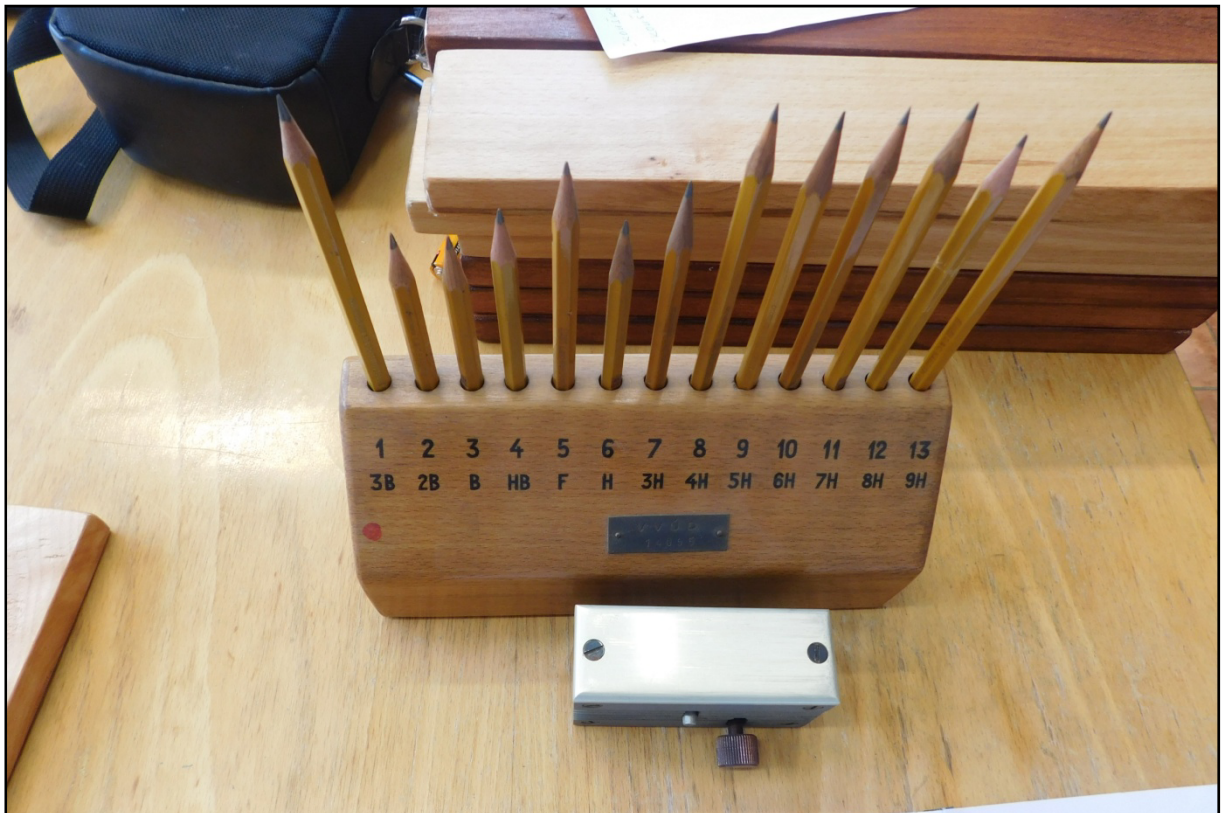
Obr. 8 Komora pro urychlené stárnutí nátěrových hmot



Obr. 9 Komora pro urychlené stárnutí nátěrových hmot



Obr. 10 Sada tužek pro testování tvrdosti nátěrové hmoty



Seznam zdrojů

Zdroje obrázků:

Obr. 1 Vliv nárůstu hmotnosti na snížení rozměrových změn

Zdroj: (online), (2015-10-11) Dostupné z www.

<http://www.n-i-s.cz/cz/modifikovane-drevo/page/217/>

Obr. 2 Změna modulu pevnosti a pružnosti v čase při působení vysoké teploty

Zdroj: (online), (2015-10-11) Dostupné z www.

<http://www.n-i-s.cz/cz/modifikovane-drevo/page/217/>

Obr. 3 Sorpční a desorpční vlastnosti nemodifikovaného (vlevo) a dřeva modifikovaného (vpravo) v atmosféře dusíku při 250 °C po dobu dvou hodin

Zdroj: (online), (2015-10-11) Dostupné z www.

<http://www.n-i-s.cz/cz/modifikovane-drevo/page/217/>

Obr. 4 Schéma jednohlavé licí nanášečky

Zdroj: Ing. František Janíček. 2000. *Stroje a zařízení pro zpracování dřeva*, 2.vydání.

Vydalo: nakladatelství Sobotáles. ISBN 80-85920-69-7. Strana 138.

Obr. 5 Dvouhlavá licí nanášečka

Zdroj: Ing. František Janíček. 2000. *Stroje a zařízení pro zpracování dřeva*, 2.vydání.

Vydalo: nakladatelství Sobotáles. ISBN 80-85920-69-7. Strana 139.

Obr. 6 Šikmé máčení

Zdroj: Ing. František Janíček. 2000. *Stroje a zařízení pro zpracování dřeva*, 2.vydání.

Vydalo: nakladatelství Sobotáles. ISBN 80-85920-69-7. Strana 142.

Obr. 7 Svislé máčení

Zdroj: Ing. František Janíček. 2000. *Stroje a zařízení pro zpracování dřeva*, 2.vydání.

Vydalo: nakladatelství Sobotáles. ISBN 80-85920-69-7. Strana 145.

Obr. 8 Schéma válcové nanášečky

Zdroj: Ing. František Janíček. 2000. *Stroje a zařízení pro zpracování dřeva*, 2.vydání.

Zdroje obrázků v přílohách:

Obr. 1 Nátěrové hmoty včetně modifikací použitých na zkušební tělesa

Zdroj: Vlastní fotodokumentace.

Obr. 2 Signování vzorků dřeva Dub letní (*Quercus robur*)

Zdroj: Vlastní fotodokumentace.

Obr. 3 Příprava zkušebních těles na zkoušku tloušťky nátěrového filmu

Zdroj: Vlastní fotodokumentace.

Obr. 4 Tloušťkoměr určený pro měření hloubky klínového řezu

Zdroj: Vlastní fotodokumentace pořízená ve Výzkumném a vývojovém ústavu dřevařském. Fotodokumentace slouží pouze pro účely mé diplomové práce, nikoliv ke komerčnímu zpracování.

Obr. 5 Sada pro testování přilnavosti nátěrové hmoty

Zdroj: Vlastní fotodokumentace pořízená ve Výzkumném a vývojovém ústavu dřevařském. Fotodokumentace slouží pouze pro účely mé diplomové práce, nikoliv ke komerčnímu zpracování.

Obr. 6 Řezný nůž a detail testovaného zkušebního vzorku

Zdroj: Vlastní fotodokumentace pořízená ve Výzkumném a vývojovém ústavu dřevařském. Fotodokumentace slouží pouze pro účely mé diplomové práce, nikoliv ke komerčnímu zpracování.

Obr. 7 Laboratorní lupa s desetinásobným zvětšením

Zdroj: Vlastní fotodokumentace pořízená ve Výzkumném a vývojovém ústavu dřevařském. Fotodokumentace slouží pouze pro účely mé diplomové práce, nikoliv ke komerčnímu zpracování.

Obr. 8 Komora pro urychlené stárnutí nátěrových hmot

Zdroj: Vlastní fotodokumentace pořízená ve Výzkumném a vývojovém ústavu dřevařském. Fotodokumentace slouží pouze pro účely mé diplomové práce, nikoliv ke komerčnímu zpracování.

Obr. 9 Komora pro urychlené stárnutí nátěrových hmot

Zdroj: Vlastní fotodokumentace pořízená ve Výzkumném a vývojovém ústavu dřevařském. Fotodokumentace slouží pouze pro účely mé diplomové práce, nikoliv ke komerčnímu zpracování.

Obr. 10 Sada tužek pro testování tvrdosti nátěrových hmot

Zdroj: Vlastní fotodokumentace pořízená ve Výzkumném a vývojovém ústavu dřevařském. Fotodokumentace slouží pouze pro účely mé diplomové práce, nikoliv ke komerčnímu zpracování.

Zdroje grafů:

Graf 1 Úbytek tloušťky nátěru po testu urychleným stárnutím

Zdroj: Program STATISTIKA

Graf 2 Úbytek tloušťky nátěru po testu urychleným stárnutím

Zdroj: Program STATISTIKA

Graf 3 Přílnavost nátěru na dřevě po testu urychleným stárnutím

Zdroj: Program STATISTIKA

Graf 4 Přílnavost nátěru na dřevě po testu urychleným stárnutím

Zdroj: Program STATISTIKA

Graf 5 Celková změna barvy nátěru po urychleném stárnutí

Zdroj: Program STATISTIKA

Graf 6 Celková změna barvy nátěru po urychleném stárnutí

Zdroj: Program STATISTIKA