

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

**Odolnost povrchové úpravy vůči oděru v závislosti na  
klimatických podmínkách**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**2015/2016**

**Martin Kupský**

## **Čestné prohlášení**

*Prohlašuji, že jsem práci: **Odolnost povrchové úpravy vůči oděru v závislosti na klimatických podmínkách** zpracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b Zákona c. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.*

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

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

*V Brně, dne: .....*

*Podpis studenta: .....*

### **Poděkování**

Tímto si dovoluji poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce panu Ing. Petru Čechovi, Ph.D. za ochotu, pomoc a odborné vedení při zpracovávání mé bakalářské práce, dále za trpělivost a náklonost, které se mnou měl při konzultacích.

## **ABSTRAKT**

KUPSKÝ, Martin. Odolnost povrchové úpravy vůči oděru v závislosti na klimatických podmínkách

Tato bakalářská práce je orientována na problematiku kvality povrchové úpravy. Hlavním cílem práce je stanovení odolnosti povrchové úpravy nábytkových dílců vůči oděru. Za podkladový materiál pro přípravu zkušebních vzorků byla zvolena smrková spárovka. Uvedené zkušební vzorky byly po naformátování a provedené přípravě povrchu dokončeny vodou ředitelným nátěrovým systémem a následně vystaveny pěti různým klimatickým režimům. U každého zkušebního vzorku bylo před a po expozici klimatickým podmínkám provedeno stanovení stupně lesku povrchu a změna barevnosti dokončeného vzorku. Po uplynutí doby klimatizace, byla na zkušebních vzorcích ověřována odolnost povrchové úpravy vůči oděru a odolnost povrchové úpravy vůči vrypu.

**Klíčová slova:** povrchová úprava, klimatické podmínky, nábytkový dílec, odolnost vůči oděru

## **ABSTRACT**

KUPSKÝ, Martin. Abrasion resistance of surface treatment depending on climatic conditions

This bachelor thesis is focused on issues of finishes quality. The main objective is to determine the abrasion resistance of finishes of furniture components. For base material for the preparation of test samples were chosen spruce boards. The testing samples were, after formatting and preparing the surface, finished with water-based coating system and exposed to five different climatic conditions. Gloss and change of colour were measured for each test sample before and after exposure to climatic conditions. After exposure to climatic conditions, the surface treatment of the test samples was tested to abrasion resistance and to scratch resistance.

**Keywords:** surface treatment, climatic conditions, furniture component, abrasion resistance

# OBSAH

ÚVOD .....	1
CÍL PRÁCE .....	2
1. LITERÁRNÍ ČÁST .....	3
1.1 Dřevo jako materiál .....	3
1.2. Jehličnaté dřevo .....	3
1.3 Charakteristika vybraných jehličnatých dřevin - smrk .....	5
2. Materiály na bázi dřeva používané pro výrobu nábytkových dílců .....	6
2.1 Překližované materiály .....	6
2.1.1 Spárovky .....	6
2.1.2 Překližky .....	7
2.1.3 Laťovky .....	8
2.1.4 BIO desky .....	9
2.2 Aglomerované materiály .....	9
2.2.1 Desky s orientovanými třískami (OSB) .....	9
2.2.2 Dřevotřískové desky (DTD) .....	10
2.2.3 Dřevovláknité desky (DVD) .....	11
Tvrdé dřevovláknité desky .....	12
Polotvrdé dřevovláknité desky (MDF) .....	12
2.3 Lehčené materiály .....	13
2.3.1 Voštinové desky .....	13
3. Povrchová úprava .....	14
3.1 Kvalita povrchové úpravy .....	14
3.2 Faktory ovlivňující kvalitu povrchové úpravy .....	15
3.2.1 Druh materiálu – podkladový materiál .....	15
3.2.2 Hladkost povrchu .....	15
3.2.3 Vlhkost materiálu .....	16
3.2.4 Druh materiálu – nátěrová hmota – obsah sušiny, konzistence .....	16
3.2.5 Velikost nánosu .....	16
3.3 Nátěrové hmoty .....	16
3.3.1 Požadavky na nátěrové hmoty .....	17
3.3.2 Rozdělení nátěrových hmot podle způsobu vytvrzení .....	17
3.1.1.1 Nátěrové hmoty vytvrzující chemickou reakcí .....	18

3.1.1.2	Nátěrové hmoty vytvrzující fyzikálním způsobem.....	19
3.3.3	Způsoby nanášení nátěrových hmot .....	22
3.1.1.1	Nanášení nátěrových hmot ručně .....	22
3.1.1.2	Nanášení nátěrových hmot strojně .....	25
4.	Použité materiály, metodiky a zařízení.....	29
4.1	Použitý materiál .....	29
4.1.1	Podkladový materiál .....	29
4.1.2	Nátěrové hmoty - vodou ředitelná nátěrová hmota .....	31
4.2	Použité přístroje a zařízení.....	31
4.3	Použité metodiky .....	34
4.3.1	Stanovení barevných změn povrchu dle ČSN 673067 .....	34
4.3.2	Stanovení stupně lesku povrchu dle EN 13 722 .....	35
4.3.3	Zkouška odolnosti vůči oděru dle ČSN 91 0276.....	36
4.3.4	Zkouška odolnosti vůči vrypu BS 3962, část 6 .....	37
5.	Výsledky měření .....	39
5.1	Stanovení odolnosti vůči oděru.....	39
5.2	Stanovení odolnosti vůči vrypu .....	40
5.2.1	Výsledné hodnoty odolnosti vůči vrypu ve směru vláken.....	40
5.2.2	Výsledné hodnoty odolnosti vůči vrypu kolmo na směr vláken.....	40
5.3	Stanovení stupně lesku.....	41
5.3.1	Výsledné hodnoty stanovení stupně lesku ve směru vláken.....	41
5.3.2	Výsledné hodnoty stanovení stupně lesku kolmo na směr vláken.....	41
5.4	Výsledné hodnoty barevnosti.....	43
6.	Diskuze a vyhodnocení výsledků .....	45
6.1	Hodnocení odolnosti vůči oděru ČSN 91 0276 – tab.12, Obr. 14 .....	45
6.2	Hodnocení odolnosti vůči vrypu BS3962, č. 6 – tab. 14-16.....	45
6.3	Stanovení stupně lesku povrchu ČSN EN 13 722 – tab. 17-20, obr. 15.....	46
6.4	Stanovení barevnosti spektrofotometrem – tab. 21-22, obr. 16.....	46
7.	Závěr .....	47
8.	SUMMARY .....	48
9.	Použitá literatura .....	49
10.	Seznam tabulek .....	51
11.	Seznam obrázků.....	52

# ÚVOD

Dřevo patří k nejstarším a nejoblíbenějším přírodním materiálům s nejvšestrannějším využitím. Postupné prohlubování poznatků o struktuře dřeva, chemickém složení, fyzikálních a mechanických vlastnostech vyvolává intenzivní rozvoj techniky a technologie jeho zpracování a mnohostrannosti jeho využívání. Dřevo pro svůj přírodní charakter, přirozenou kresbu, příznivé fyzikální vlastnosti, estetický vzhled, je žádaným prvkem životního prostředí člověka. Dřevo představuje přírodní materiál rostlinného původu, který při odborném hospodaření v lesích může být neustále obnovován, a to v předpokládaném množství a přibližně předpokládané kvalitě. (Horáček 2009)

Dřevo sloužilo člověku od těch dob, co se na Zemi objevil, napomohlo k jeho přežití a rozvoji civilizace. Ve staré řečtině a hebrejštině je slovo materiál (*hyle*) použito také pro dřevo. Dokonce i v současnosti dřevo slouží jako surovina pro řadu výrobků a úspěšně soutěží s řadou dalších materiálů (kovy, beton, plasty). Hodnota dřeva je zachována v mnoha tradičních užitích a stále roste s použitím v nových výrobcích. Za dobu používání dřeva k nejrůznějším účelům došlo ke změně nahlížení na jeho upotřebení, což se odráží v řadě výrobků a technologických postupů. Přírodní rostlé dřevo je často dezintegrováno, lepeno, vařeno a chemicky modifikováno. Dnešní zpracování dřeva tak mění jeho povahu a původní charakter a takto zpracované dřevo často není k poznání (materiály na bázi dřeva). Přesto si tyto materiály zachovávají většinu výhod i nevýhod, které dřevo jako surovina a materiál vykazuje. (Horáček 2009)

## CÍL PRÁCE

Předkládaná bakalářská práce se zabývá problematikou kvality povrchové nábytkových dílců. Hlavním cílem této práce je stanovení odolnosti povrchové úpravy vůči oděru v závislosti na klimatických podmínkách.

Teoretická část práce je orientována na současný trend v dokončování nábytkových dílců, přičemž zde budou analyzovány faktory, které mohou ovlivňovat kvalitu povrchové úpravy.

Experimentální část práce je orientována na ověření odolnosti povrchové úpravy nábytkových dílců vůči oděru. Zkušební vzorky nábytkových dílců budou dokončeny vodou ředitelným nátěrovým systémem a následně budou vystaveny pěti různými klimatickým podmínkám. Po uplynutí doby klimatizace se na zkušebních vzorcích provede stanovení fyzikálně-mechanických vlastností dokončených povrchů (především odolnost vůči oděru, odolnost vůči vrypu). Pro doplňující ověření kvality testovaných materiálů, bude na zkušebních vzorcích provedeno stanovení stupně lesku povrchu a změna barevnosti (před a po expozici zkušebních vzorků ve zvolených klimatických podmínkách).



# 1. LITERÁRNÍ ČÁST

## 1.1 Dřevo jako materiál

Dřevo představuje pružný, pevný a přitom lehký materiál, který má dobré tepelně-izolační vlastnosti, lehce se opracovává, je pevné a tlumí vibrace, je odolné proti chemikáliím, relativně dobře spojitelné a lehce manipulovatelné. Tyto přirozené vlastnosti dřeva umožňují jeho využití v rozmanitých průmyslových odvětvích (při výrobě stavebních konstrukcí, nábytku, hudebních nástrojů, sportovních potřeb a hraček, v chemickém a celulózo-papírenském průmyslu atd.). Výrobky získané ze dřeva mohou mít i rozmanité nedostatky, jako je velká variabilita vlastností v důsledku měnících se podmínek při jeho tvorbě, lehká zápalnost a hořlavost, značná navlhavost a nasáklivost, důsledkem čehož dochází ke změně jeho rozměrů, tvaru a vlastností, relativně nízká odolnost vůči působení dřevokazných hub a hmyzu. (Horáček, 2009).

I přes řadu svých nedostatků je dřevo oblíbeným materiálem s širokým rozsahem využití, neboť jednotlivé nedostatky lze vhodným způsobem omezit nebo vyloučit. Nedostatky dřeva se do značné míry odstraňují také cestou chemicko-mechanického a chemického zpracování dřeva na listové a deskové materiály. Úprava dřeva antiseptiky, pryskyřicemi, jako i jeho lisování a plastifikace umožňují modifikovat vlastnosti přírodního dřeva a získat materiály odolné proti ohni a biologickým škůdcům (houbám, hmyzu), které mají vyšší pevnost, nižší nasáklivost a mnohé další cenné technologické a průmyslově využitelné vlastnosti. (Horáček, 2009)

## 1.2. Jehličnaté dřevo

Dřevo se získává z jehličnatých stromů a vyznačuje se zpravidla nízkou hustotou. Jehličnaté stromy náležejí do třídy nahosemenných rostlin, které produkují semena, jež nejsou ukrytá v semeníku. Ne všechny stromy této skupiny se ale podobají jednomu jedinému univerzálnímu vzoru. Většinou se jedná o vysoké, štíhlé a zašpičatělé stromy. Jehličnaté dřevo je obvykle světlé barvy ve škále sahající od žluté po hnědě rezavou. Vyznačuje se zřetelnou texturou, která je výsledkem vysokého kontrastu mezi jarním a letním dřevem. S jehličnatým dřevem se většinou setkáme v oblastech s chladnějším či proměnlivým klimatem, v arktickém i subarktickém pásmu

a v mírnějších oblastech severní Evropy a Severní Ameriky, kde jeho výskyt sahá až do jihovýchodních částí USA. Jehličnaté stromy rostou rychle, mají vysoké rovné kmeny, díky nimž se výtečně hodí pro výsadbu lesů. Vzhledem k rychlejšímu růstu je pěstování jehličnatých stromů zpravidla méně nákladné nežli v případě listnatých stromů. Jejich dřevo je oblíbenou surovinou ve stavebnictví, při výrobě nábytku, stejně jako pro produkci celulózy, používané papírenským průmyslem. (Práce se dřevem, 2005)

K výhodám dřeva ve srovnání s konkurenčními materiály patří:

- Dřevo je obnovitelným zdrojem, který roste téměř všude, a je na rozdíl od ostatních materiálů nevyčerpatelný (více jak 50 % světové produkce je ovšem použito jako palivo).
- Je vysoce estetickým materiálem s velkou přirozenou texturou a variabilitou barev. Dřevo působí příjemně jak na dotek, tak i na pohled, čehož nejsou schopny konkurenční materiály.
- Ve srovnání se svojí hmotností (hustotou) vykazuje vysokou pevnost a pružnost.
- Má dobré tepelně-izolační a elektroizolační vlastnosti a malou teplotní roztažnost.
- Má výborné akustické vlastnosti používané při výrobě hudebních nástrojů.
- Z chemického hlediska nekoroduje a je odolné proti středně koncentrovaným kyselinám.
- Je snadno opracovatelné s nízkou energetickou náročností.
- Má schopnost držet spojovací prostředky a může být snadno lepeno.
- Je hlavním zdrojem celulózy, která je základem řady dalších výrobků, a ligninu, který zatím neumíme výrazněji zužítkovat.
- Je ekologicky odbouratelné a recyklovatelné, je zdrojem energie při přímém spalování nebo při výrobě hořlavých plynů.

Za největší nevýhody dřeva jsou považovány následující skutečnosti:

- Dřevo je navlhavým materiálem, který má schopnost měnit svoji vlhkost podle vlhkosti okolního prostředí.
- Nepříjemným důsledkem změny obsahu vody (kapalin) ve dřevě jsou rozměrové změny (sesychání a bobtnání) a také změny pevnosti a pružnosti při mechanickém namáhání.

- Dřevo má anizotropní charakter, tj. stavba a jeho vlastnosti závisejí na směrech pozorování. Nejvíce se anizotropní charakter dřeva projevuje při rozměrových změnách spojených s příjmem a výdejem vody, pohybech vlhkostních a tepelných polí ve dřevě, a zejména při mechanickém namáhání.
- Dřevo je hořlavým materiálem a podléhá degradaci vlivem působení abiotických a biotických činitelů. (Horáček, 2009)

### **1.3 Charakteristika vybraných jehličnatých dřevin - smrk**

Smrkové dřevo je měkké, hedvábně lesklé a krásně vonící pryskyřicí. Je poměrně lehké a i přes svou měkkost je houževnaté, pevné a pružné. Dobře snáší teplo i zimu. V suché místnosti nábytek ze smrkového dřeva vydrží plnohodnotně sloužit dlouhá léta. Barva smrku je nažloutle bílá až načervenalé bílá. Dřevo má málo dekorativní texturu a je vhodné pro jakoukoli barevnou variantu (moření, voskování přírodními vosky, lakování atd.).

## 2. MATERIÁLY NA BÁZI DŘEVA POUŽÍVANÉ PRO VÝROBU NÁBYTKOVÝCH DÍLCŮ

Rozdělení základních materiálů:

- překližované materiály
  - spárovky
  - BIO desky
  - překližky
  - laťovky
- aglomerované materiály
  - desky s orientovanými třískami
  - dřevotřískové desky
  - dřevovláknité desky
- lehčené materiály
  - voštinové desky

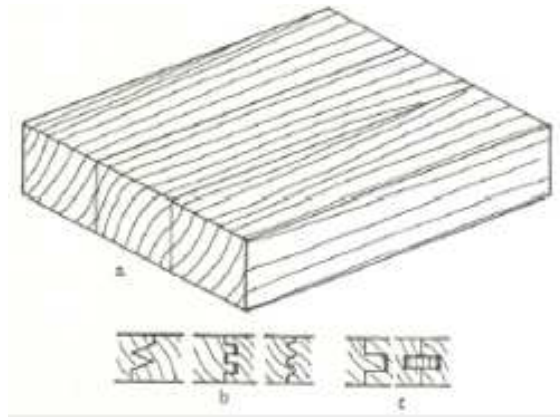
### 2.1 Překližované materiály

#### 2.1.1 Spárovky

Jedná se o konstrukční desky nebo polotovary, které jsou vyráběny lepením úzkých přířezů listnatého nebo jehličnatého dřeva po jejich šířce. Díky tomuto mají spárovky veškeré kladné vlastnosti dřeva a to především pružnost a pevnost, ale také nežádoucí vlastnosti, které vyplývají z anizotropie dřeva.

Spárovka by měla být vyrobena ze středového dřeva z důvodu většího sesychání v tangencialním směru, které má řezivo z boční části kmene. Dále by toto řezivo nemělo obsahovat suky, trhiny, vlákna by měla být rovná a jeho vlhkost 7-9 %.

Pro zajištění co možná nejlepší tvarové stability jsou důležitá zásada, aby k sobě přiléhali stejné plochy, tzn. běl k běli, jádro k jádru a v ploše se střídá levá a pravá strana. (aspara.cz, 2004)



Obr. 1 Spojení spárovky (aspara.cz)

### 2.1.2 Překližky

Překližky jsou desky, které se skládají z několika vrstev krájené nebo loupané dýhy. Jednotlivé vrstvy jsou na sebe uloženy tak, aby jejich směr vláken byl vzájemně kolmý. Jedná se o symetrické desky.

- Vrstvy, z kterých jsou překližky složeny:
  - **střed** – střední dýha, vrstva kterou prochází osa podle které jsou překližky symetrické
  - **vložky** – vnitřní dýhy vícevrstevných překližek, nacházejí se mezi středem a vrchní dýhou
  - **překližovačka** – vrchní dýha překližek

Nejčastěji využívanými dýhami pro výrobu překližek jsou bukové, březové, topolové a borovicové dýhy. Střed je obvykle vyroben z jehličnatého dřeva, a to především ze smrku a borovice, nebo z měkkého listnatého dřeva jako je topol nebo osika. (aspara.cz, 2004)

Tvarově se překližky dělí na:

- ploché – rovné
- tvarové



Obr. 2 Překližka (welde.cz)

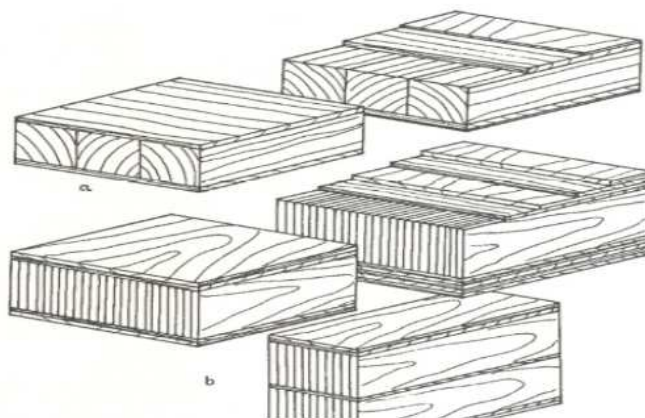
### 2.1.3 Lat'ovky

Jedná se o překližovaný materiál, který je velmi podobný překližce, avšak s rozdílem, že jeho středovou vrstvu tvoří slepené latě, nebo dýhy ,obvykle ze smrkového nebo jedlového dřeva. Vrchní část je obvykle tvořena bukovou, smrkovou, topolovou nebo březovou dýhou.

Tento druh materiálu se v nábytkářství používá především pro výrobu dveří, polic, bočnic postelí a stolových desek. (aspara.cz, 2004)

Lat'ovky lze podle konstrukce jejich středu rozdělit na:

- a. lat'ovky s nelepeným středem – střed je spojen:
  - o motouzem
  - o tavným vláknem
  
- b. lat'ovky s lepeným středem – střed je slepen:
  - o do bloku
  - o ze slepených latěk
  - o ze středového řeziva
  - o z dýh



Obr. 3 Lat'kový a dýhový střed (aspara.cz)

### 2.1.4 BIO desky

Tento překližovaný materiál se vyrábí překlížením tří spárovek. Díky tomuto si je schopen udržovat svoje kladné vlastnosti, především tvarovou stálost. Také se při výrobě používá méně lepidla oproti překližkám a laťovkám. (Forest products laboratory, 2010)



Obr. 4 BIO desky (kaplanpraha.cz)

## 2.2 Aglomerované materiály

### 2.2.1 Desky s orientovanými třískami (OSB)

Jedná se o dřevotřískové desky, které se svými vlastnostmi podobají překližkám. Vyrábí se z dlouhých třísek, které se v jednotlivých vrstvách mechanicky nebo elektrostaticky orientují do jednoho směru. Díky tomuto získávají OSB desky vysokou pevnost, která se blíží spodní hranici pevnosti dřeva. Desky se skládají ze tří vrstev, z nichž střední vrstva, která tvoří polovinu tloušťky desky, je složena z nejmeních třísek orientovaných příčně. Zbývající dvě vrstvy (každá tvoří 1/4 tloušťky desky) jsou tvořeny z větších třísek, které jsou orientovány podélně. Navzájem kolmý směr třísek zaručuje podobné vlastnosti jako překližky, ovšem OSB desky nejsou tak náročné na suroviny, neboť se na jejich výrobu většinou používá dřevařský odpad nebo zbytkové dříví o vlhkostech kolem 45 %. Jsou určeny pro použití v interiéru a lepí se močovinformaldehydovými lepidly s přidáním parafínu z důvodu zvýšení odolnosti proti vlhku. (Forest products laboratory, 2010)



Obr. 5 Třísky OSB desky (lamimorava.cz)

### 2.2.2 Dřevotřískové desky (DTD)

Dřevotřískové desky jsou nejvíce využívaným materiálem pro výrobu nábytku. To především kvůli jejich levné výrobě, lepší ceně než masivní dřevo a také kvůli tomu, že s použitím různých povrchových úprav mohou dosáhnou podobného vzhledu jako dřevo.

Vyrábí se z dřevěných třísek, které jsou k sobě spojeny lepidly, nejčastěji fenolformaldehydovými, močovinformaldehydovými, nebo melaminformaldehydovými lepidly. Třísky mají různé velikosti a jsou uloženy ve vrstvách, přičemž největší třísky se nachází ve středu desky, ty menší v krajních vrstvách. (Woodworkbasics.com, 2010)

Mezi nejběžněji používané dřevotřískové desky patří:

- **třívrstvé dřevotřískové desky s jemným povrchem**

Jejich hustota je  $700\text{kg/m}^3$  a na povrchu jsou mikrotřísky, proto mají tyto desky hladký a uzavřený povrch. Pro jejich výrobu se využívají močovinformaldehydová lepidla a díky hladkému povrchu nevyžadují použití poddýžky při úpravě jejich povrchu dýhami. Využívají se především pro výrobu nábytku.

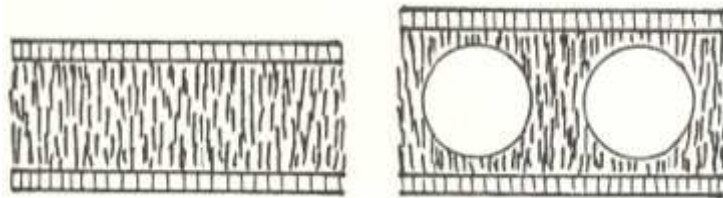


- **pětivrstvé dřevotřískové desky s vláknitým povrchem**

Vyrábějí se v dva druhy: o hustotě 650 a 710 kg/m<sup>3</sup>. Třísky jsou lepeny močovinformaldehydovými pryskyřicemi a vrstvy desky mají plynulý přechod, přičemž vrchní vrstvy jsou tvořeny dřevovláknitými částicemi. Využívají se především k výrobě nábytku a jiných truhlářských výrobků. Jejich hladký povrch umožňuje dokončení tenkými dýhami a fóliemi bez nutnosti poddýchování, nebo se mohou přímo upravit nátěrovými hmotami.

- **pěchované dřevotřískové desky**

Třísky jsou orientovány kolmo k ploše desky, což zapříčiňuje jejich malo odolnost v ohybu, proto musejí být tyto desky oplášťovány tvrdými dřevovláknitými deskami. V nábytkářství se využívají omezeně, hlavní uplatnění nacházejí v truhlářství při výrobě dveří.



Obr. 6 Pěchované dřevotřískové desky

- **Povrchově upravené dřevotřískové desky - laminované**

Nacházejí využití především na nábytkové dílce, u kterých jsou větší nároky na opotřebení (nábytek do veřejného interiéru, kuchyňský nábytek). Povrch desky je upraven melaminovou nebo jinou fólií a díky tomu dochází ke zjednodušení výrobního procesu. (aspara.cz, 2004)

### 2.2.3 Dřevovláknité desky (DVD)

Jedná se o plošné materiály, které jsou vyráběny lisováním rozmělněných dřevních vláken do desek. Podle způsobu výroby se dělí na desky vyrobené:

- **mokrý způsob výroby** – rozmočená zplstnatělá dřevní vlákna se aktivací pojivých složek obsažených v dřevní hmotě (lignin) za vysoké teploty a tlaku spojí
- **suchý způsob výroby** – spojení vláken se dosáhne působením fenolformaldehydových nebo močovinformaldehydových pryskyřic

Podle tvrdosti se dělí na:

- polotvrdé – hustota 480 – 850 kg/m<sup>3</sup>
- tvrdé – hustota 850 – 1100 kg/m<sup>3</sup>
- extra tvrdé (dodatečně tvrzené za vysokých teplot) 1100 – 1300 kg/m<sup>3</sup>

Ve výrobě nábytku se uplatňují hlavně tvrdé a polotvrdé DVD.

### **Tvrdé dřevovláknité desky**

Jedná se o tenké tvrdé dřevovláknité desky, které jsou známé svým původním označením „sololit“. Mohou být také povrchově upravené (lakované). Tyto desky jsou často označovány dřívějším názvem „sololak“. Kvůli jejich stavbě (nejsou samonosné) je nelze samostatně využít, proto se využívají jako záda u skříní, posuvné dveře skříní, dna zásuvek, nebo k oplášt'ování rámu. (aspara.cz, 2004)

### **Polotvrdé dřevovláknité desky (MDF)**

Jsou to středně slisované dřevovláknité desky o hustotě 480 - 850 kg/m<sup>3</sup>, které byly vyvinuty za cílem získat homogenní materiál, který by byl schopen nahradit dřevo a zároveň dosahoval větších rozměrů, měl dobrou opracovatelnost, pevnost a minimální objemové změny způsobené vlhkostí. Díky jejich homogenní struktuře dosahují výborné kvality povrchu, dají se přímo upravovat natěrovými hmotami a nemusí se poddýchávat.

Obrábějí se lépe než dřevotřískové desky, dají se profilovat tvarovým frézováním, přičemž tolik neotupují obráběcí nástroje. Na obou stranách jsou hladké. Nacházejí uplatnění místo dřevotřískových desek zejména tam kde je potřeba vytvořit hrany a profilované plochy, jako dveře skříněk, přední části zásuvek lakované krycím lakem nebo upravené fóliemi, bez použití nákližků. (Forest products laboratory, 2010)

polotvrdé dřevovláknité desky se dělí na:

- neupravené
- zadýchované
- upravené fólií (z jedné nebo obou stran)



Obr. 7 Aplikace středně polotvrde dřevovláknité desky (aspara.cz)

## 2.3 Lehčené materiály

### 2.3.1 Voštinové desky

Voštinová deska se obvykle skládá z rámu, který je vyroben z jehličnatého dřeva a je opláštěvaný dřevotřískovou nebo dřevovláknitou deskou. Prostor v rámu je vyplněn papírovou výplní - forma včelí voštiny. V současnosti se vyrábí voštinové desky bez rámu a po jejich naformátování se požadovaná pevnost dílce dosahuje vtlačáním polyuretanových lepidel do vyfrézované drážky. (aspara.cz, 2004)



Obr. 8 Voštinová deska (mendelu.cz)

### **3. POVRCHOVÁ ÚPRAVA**

Hlavní funkcí povrchové úpravy je zvýšit užitnou hodnotu dokončovaného předmětu, estetické a ekologické vlastnosti dokončovaných povrchů materiálů na bázi dřeva, potlačit barevné rozdíly dřevěných podkladů a zajistit svým zábranným efektem zdravotní nezávadnost výrobků.

Architekt i budoucí uživatelé by měli při volbě a pořízení nábytku zvažovat nejen materiál, z kterého je nábytek vyroben, ale i budoucí předpokládané užití výrobku a specifika předpokládaného uživatele. Každý kus nábytku umístěný do veřejného interiéru i do bytu nebo domu by měl být opatřen povrchovou úpravou a současně povrchová úprava by měla splňovat požadavky na vzhledové a fyzikálně-mechanické vlastnosti povrchových úprav i na odolnosti vůči působení studených kapalin a různých chemikálií na povrch dřevěného nábytku.

Na jednotlivé plochy nábytku jsou kladeny různé požadavky v závislosti na jejich viditelnosti, používání nebo namáhání a jsou uvedeny v normách ČSN 910272 a ČSN 910102. Požadavky na odolnost nábytku se liší u nábytku bytového, kancelářského, školního, restauračního a hotelového, dílenského či zahradního.

#### **3.1 Kvalita povrchové úpravy**

Kvalitu konečné povrchové úpravy charakterizují vzhled, fyzikálně-mechanické vlastnosti a odolnosti vůči působení studených kapalin. U dokončovaných výrobků určených pro expozici v exteriéru se sleduje odolnost vůči klimatickým změnám, povětrnostním vlivům a slunečnímu záření. (Trávník, 2005)

Kvalitu dokončování povrchové úpravy ovlivňují následující faktory:

- vhodně zvolený nátěrový systém
- druh dokončovaného podkladu
- budoucí použití hotového výrobku

Výběr povrchové úpravy omezují tyto faktory:

- tvar, velikost a požadavky na kvalitu povrchové úpravy dokončovaného výrobku
- dostupné nanášecí přístroje a strojní zařízení

- typ nátěrové hmoty, zejména její aplikační vlastnosti, životnost natužené směsinátěrové hmoty, rozliv, slévatelnost nátěrové hmoty, složení směsi rozpouštědel
- kvalita dokončovaného povrchu
- ekologická omezení při nanášení nátěrových hmot v domácnostech nebo prostorech bez ventilace nebo řízené výměny vzduchu.

## **3.2 Faktory ovlivňující kvalitu povrchové úpravy**

Kvalitu nátěrového filmu zásadně ovlivňují:

- druh podkladového materiálu a jeho příprava, jeho fyzikální a chemické vlastnosti a jeho hladkost, která ovlivňuje spotřebu nátěrové hmoty
- vlhkost podkladového materiálu
- obsah sušiny nátěrové hmoty, která ovlivňuje tloušťku nánosu
- teplota

### **3.2.1 Druh materiálu – podkladový materiál**

V technologii povrchových úprav se v plném rozsahu uplatňují morfologické, chemické a fyzikální vlastnosti dřeva.

Důležitou vlastností dřeva je jeho pórovitost. Velmi pórovité dřeviny jsou náchylné na vytváření trhlinek, které následně mohou poškodit lakový film. (Trávník, 2005)

### **3.2.2 Hladkost povrchu**

Hladkost povrchu upravovaného materiálu má vztah ke spotřebě nátěrových hmot, produktivitě v povrchové úpravě a na kvalitě filmu. Čím je povrch dokončovaných dílců hladší, tím je i spotřeba nátěrových hmot menší s dopadem na menší pracnost při následných operacích. (Trávník, 2005)

### **3.2.3 Vlhkost materiálu**

Film nátěrové hmoty nezabezpečuje plnou ochranu dřeva proti pronikání vlhkosti z vnějšího prostředí do dřeva a naopak. Dřevo má snahu vyrovnat svou vlhkost s vlhkostí okolí, která na něj působí. To má za následek změnu objemu, v důsledku čehož se v něm tvoří trhliny a klesá jeho soudržnost, při extrémním klesání nebo zvyšování vlhkosti. (Trávník, 2005)

### **3.2.4 Druh materiálu – nátěrová hmota – obsah sušiny, konzistence**

Konzistence použité nátěrové hmoty je důležitá z hlediska rozlévatelnosti a stékavosti, jsou to důležité vlastnosti pro jejich nanášení. Jestliže se nátěrová hmota na upravované ploše dobře nerozleje, snižuje se kvalita filmu. (Trávník, 2005)

### **3.2.5 Velikost nánosu**

Nanesená tloušťka nátěrové hmoty musí mít dostatečnou tloušťku, aby po jejím obroušení zůstala dostatečná síla filmu schopna plnit svou funkci. Při silnějších nánosech vznikají problémy se zatékáním a s dosažením rovnosti povrchu. Při vytvrzování se dále prodlužuje doba vytvrzování, doba úniku rozpouštědel, v důsledku čehož vznikají různé povrchové defekty. (Trávník, 2005)

## **3.3 Nátěrové hmoty**

Nátěrové hmoty používané v nábytkářském průmyslu lze třídit podle různých hledisek. Za základní považujeme dělení na nátěrové hmoty nepigmentované, jejichž použití převládá, a pigmentované.

Nepigmentované nátěrové hmoty jsou většinou různě upravené rostlinné oleje, roztoky olejů a pryskyřic v organických rozpouštědlech, roztoky nitrocelulosity apod.

Pigmentované nátěrové hmoty se skládají z mnoha komponentů. Mají zpravidla tyto složky:

- pigmenty
- plniva
- filmotvorné látky – pojiva

- rozpouštědla
- aditiva

### 3.3.1 Požadavky na nátěrové hmoty

Dobrá životnost povrchových úprav významně prodlužuje trvanlivost dokončovaného dřeva. Dřevo vystavené působení kyslíku, tepla, emisí a vody ve všech skupenstvích, ale i světelného záření postupně degraduje a posléze, když povrchová úprava přestává plnit svoje ochranné funkce, dřevo destruuje. (Trávník, 2005)

Hlavní funkce povrchové úpravy představující zajištění interakce mezi podkladem a ovzduším musí:

- splňovat požadavky na fyzikálně-mechanické vlastnosti povrchu – tvrdost, odolnost vůči vrypu, vůči úderu a vůči oděru
- splňovat požadavky na skluznost povrchových úprav
- splňovat požadavky na chemickou odolnost povrchu vůči působení chemikálií a studeným kapalinám
- zvýšit estetickou hodnotu dokončovaných povrchů na bázi dřeva
- potlačit barevné rozdíly dřevěných podkladů
- splňovat ekologické požadavky na snížení až minimalizování emisí VOC emitovaných dřevěnými stupnicemi schodišť v interiéru
- splňovat požadavky na dlouhodobé udržení užitných hodnot dokončovaných ploch

### 3.3.2 Rozdělení nátěrových hmot podle způsobu vytvrzení

**Vytvrzující chemickou reakcí** – skupina zahrnuje nátěrové hmoty, jejichž nátěrový film vzniká chemickou reakcí dvou nebo více složek. Po přidání tvrdidla do nátěrové hmoty je zahájen chemický proces, probíhající různou rychlostí. Nátěrové směsi těchto dokončujících materiálů mají různě dlouhou, vždy však časově omezenou dobu zpracovatelnosti.

**Fyzikálně zasychající** – nátěrový film se vytváří odpařováním ředidla z nátěrové hmoty

**Vytvrzované UV zářením** – vytvrzují jím speciální typy polyesterových nátěrových hmot s obsahem senzibilátorů, které umožňují polymeraci při ozáření. (Nutsch, 1999)

### **3.3.3.1 Nátěrové hmoty vytvrzující chemickou reakcí**

- kyselinotvrditelné nátěrové hmoty
- polyuretanové nátěrové hmoty

#### **Kyselinotvrditelné nátěrové hmoty**

Hlavní součástí těchto lesklých a matných nátěrových hmot je močovinoformaldehydová, melaminformaldehydová pryskyřice, většinou se jedná o močovinovou nebo melaminových pryskyřici. Kyselino-tvrditelné nátěrové hmoty se vytvrzují jak při normální dílenské teplotě, tak i při zahřátí polykondenzací.

K dvousložkovým kyselinou tvrdnoucím nátěrovým hmotám se jako 2. složka přidává kyseliny jako tvrdidla. Při přidání příliš malého množství tvrdidla nezasychá a dolepuje a žloutne. Nátěrová hmota je po vmíchání tvrdidla připravený k použití. Jeho doba zpracovatelnosti pak činí až tři dny. U jednosložkových nátěrových hmot vytvrzovaných kyselinami je tvrdidlo již přidáno.

Nátěrová hmota proniká hluboko do pórů a pevněse zde zachycuje. Nanášené množství by nemělo překročit 240 g/m<sup>2</sup> nátěrové hmoty, protože jinak by mohl lakový film praskat. Při zpracování a vytvrzování kyselinou tvrdnoucích nátěrových hmot se vedle vody uvolňuje ve velmi malém množství zdraví škodlivý formaldehyd.

V současné době se již tato kyselinou tvrditelná nátěrová hmota nepoužívá. (Nutsch, 1999)

#### **Polyuretanové nátěrové hmoty**

Ve směsi polyuretanové nátěrové hmoty dochází k chemické reakci mezi pojivem s polyolovou skupinou a tužidlem s izokyanátovou pryskyřicí za vzniku zesíťovaného nátěrového filmu při normální teplotě.

Při nanášení polyuretanových nátěrových hmot musí být podklad suchý, čistý a bez prachu. K základním nátěrům se často používá silněředěný polyuretanová nebo nitrocelulósová nátěrová hmota. Polyuretanový nátěrový film při teplotě 20°C zaschne



natolik, že je odolný proti prachu po 1 – 6 hodinách, zhruba po 2 hodinách jej lze brousit, po 6 – 24 hodinách je úplně vytvrzený a po 2 – 3 dnech jej lze zatížit. Odolnost vrstvy vůči chemikáliím se docílí až po vytvrzení, které trvá do plné odolnosti 28 dní. Z celkového pohledu jsou dlouhé doby vytvrzování při zpracování nevýhodou.

Použitím polyuretanových nátěrových hmot při dokončování výrobků ze dřeva dosahujeme velmi kvalitních povrchů s vynikajícími odolnostmi a dobrými hygienickými vlastnostmi. Lze konstatovat, že při dokončování výrobků ze dřeva jsou v současné době nenahraditelné u povrchu vyžadujících vysokou odolnost a při dokončování exotických dřevin.

Nátěrová hmota se nanáší podle potřebné tloušťky vrstvy v množství mezi 80 g/m<sup>2</sup> – 250 g/m<sup>2</sup>. Při nanášení jedné vrstvy nátěrové hmoty by se nemělo pokud možno nanášet více než 120 g/m<sup>2</sup> najednou, aby se nátěrová hmota bez bublin dobře rozlila a neztékala z dílců.

Netěkavý podíl se pohybuje mezi 30 % a 80 %, u základního nátěru je nízký, u mezivrstev nebo krycích vrstev vysoký. Předpokladem dokonalého vytvrzení vrstvy nátěru je dodržení zvláštních podmínek zpracování: teplota okolního prostředí by neměla být nižší než 20°C, je třeba dodržet výrobcem uvedené relativní vlhkosti vzduchu a dřeva. (Nutsch 1999)

### **3.3.3.2 Nátěrové hmoty vytvrzující fyzikálním způsobem**

- nitrocelulóзовé nátěrové hmoty
- vodou ředitelné nátěrové hmoty
- olejové nátěrové hmoty

#### **Nitrocelulóзовé nátěrové hmoty**

Hlavním pojivem neboli filmotvornou složkou rozpuštěnou v organických rozpouštědlech je nitrát celulózy. Nátěrové hmoty obsahují ještě syntetické pryskyřice a přídavky zvláčňovadel a dalších aditiv.

Nitrocelulóзовé nátěrové hmoty se vyznačují rychlým zasycháním. Po nanesení nátěrové hmoty dochází k rychlému odpaření hlavního podílu rozpouštědel. Zaschlé

nátěrové filmy jsou reverzibilní, jejich vlastnosti ohraničuje termoplastický charakter základní filmotvorné složky.

Při nanášení je však vždy nutno dodržovat minimální teplotu nátěrové hmoty i prostředí 15 – 18 °C a nenanášet nátěrovou hmotu na vlhký podklad. Nízká teplota a vysoká vlhkost způsobují bělení nátěru. Při rychlém odpaření lehce těkavých rozpouštědel dojde k ochlazení nátěrového filmu pod rosný bod, což má za následek zmatování filmu.

Obsah pevných částic u bezbarvých NC-nátěrových hmot je mezi 20 % - 50 %, nanesené množství mezi 50 – 500 g/m<sup>2</sup>. Malý obsah pevných částic vede ke značnému zatížení pracovníků životního prostředí rozpouštědly a ředidly.

Základové nátěry lze již po 20 – 30 minutách obrousit. Při druhém nebo dalším nanesením nátěrové hmoty se doba schnutí pohybuje okolo 30 – 45 minut. Čím menší je nanesené množství a čím vyšší teplota, tím kratší je doba schnutí. Doby schnutí jsou obecně krátké. Teploty schnutí nesmějí u většiny NC-nátěrových hmot překročit 45°C, protože NC-nátěrové hmoty jsou snadno zápalné.

Velkou nevýhodou nitrocelulóзовých nátěrových hmot je malá odolnost jejich nátěrového filmu vůči působení vlhkého a suchého tepla i proti působení některých studených kapalin.

Časem se u jejich povrchových úprav projevuje propadání nátěrového filmu. K velkým nevýhodám patří také velký obsah rozpouštědel a ředidel ve směsi nátěrové hmoty při nanášení. Rozpouštědla a ředidla se během zasychání uvolňují do ovzduší a zatěžují životní prostředí svými emisemi.

Suchý NC-film není zcela stálý na světle a je jen málo odolný vůči chemikáliím, vodě a teplu. NC-laky se vzhledem k jejich dobré možnosti dodatečných oprav používají především uvnitř budov a pro málo namáhaný nábytek. (Holan, 2006)

### **Vodouředitelné nátěrové hmoty**

Vodou ředitelné nátěrové hmoty na bázi akrylátových disperzí patří do skupiny nátěrových hmot fyzikálně zasychajících. Podíl organických rozpouštědel a ředidel je mezi 5 % - 20 %. Pojivo těchto nátěrových hmot je ze syntetických pryskyřic, jejichž molekuly obsahují hydrofilní molekulové skupiny.

Lakové filmy lze silněmechanicky a chemicky zatěžovat. Jsou zpravidla stálobarevné na světle a odolné proti rozpouštědlům. Přílnavost, elasticita a tvrdost je dobrá až velmi dobrá. Skvrny a šedé závoje se mohou projevit zejména tehdy, není-li nátěr sladěn s podkladem transparentním filmem nebo předchozí úpravou.

Vedle disperzních nátěrových hmot se při dokončování výrobků z dřeva používají také vodou ředitelné nátěrové hmoty na bázi polymerů, což jsou nepravé roztoky rozpuštěných polymerů ve vodě. Mezi hlavní představitele patří vodou ředitelné polyuretanové nátěrové hmoty, používané při dokončování exponovaných ploch a podlah.

Vodou ředitelné nátěrové hmoty více nabobtnávají dřevní vlákna, proto je vhodné nanést základní nános menší hmotnosti na  $m^2$ , doporučuje se  $60 - 80 \text{ g/m}^2$ . Při nanášení vodou ředitelných nátěrových hmot je třeba zajistit minimální teplotu prostředí  $20^\circ\text{C}$ , intenzivní výměnu vzduchu, a tím odvedení vody z nátěrového systému a podkladu. Při jejich nanášení by se mělo používat nanášecí zařízení vyrobené z nerezové oceli nebo plastů pryže. (Holan, 2006)

### **Olejové nátěrové hmoty**

Tyto oleje se po nanesení slučují se vzdušným kyslíkem a vytvrzují nejdříve za několik dní.

Oleje se vtírají studené nebo zahřáté lněným nebo trikotovým hadrem do namořeného nebo surového suchého dřeva. Vrstva nátěrové hmoty schne směrem zvenčí dovnitř. Olej se proto smí nanášet pouze v tenkých vrstvách a předcházející vrstva musí být vždy před dalším nanášením vytvrzená. Vytvrzení lze urychlit pomocí světla a tepla, chladem a vlhkostí zpomalit.

Přirozený barevný odstín dřeva při nánosu trochu ztmavne. Olejový film je pevný a elastický, lze jej přelakovat šelakovým lakem, ale je jej možno jen málo zatěžovat a kromětoho je citlivý na prach. Působením vody olejový film bobtná, při nedostatku světla žloutne. Alkálie, jako např. roztok čpavku a hydroxid sodný, jej zmýdelňují. Olejový nátěr se tedy hodí pouze pro málo namáhané plochy, které jsou zpravidla z masivního dřeva, ve vnitřním prostoru. Naolejování se musí čas od času obnovit. (Holan, 2006)

### 3.3.3 Způsoby nanášení nátěrových hmot

Většina v současnosti vyráběných nátěrových hmot může být nanášena různými způsoby:

#### a) ruční

- štětcem ( nejstarší technika a stále nejrozšířenější)
- navalovacím válečkem
- stříkání
  - nízkotlaké stříkání
  - vysokotlaké stříkání
  - airmix
  - elektrostatické stříkání

#### b) strojní

- Máčení
- Polévání
- Bubnové nanášení
- Navalování
- Stříkání

#### 3.3.3.1 Nanášení nátěrových hmot ručně

##### Nanášení štětcem

Štětec byl původně chomáč zvířecích chlupů spojených svázáním nebo slepením voskem či pryskyřicí. Později se tento chomáč přilepoval k dřevěnému držadlu. V současné době je na trhu téměř nepřeberné množství nejrůznějších štětců, díky čemuž mají řemeslníci značný výběr.

Štětce určené k natírání se převážně vyrábějí z prasečích štětín, nejčastěji z hřbetní části kůže. Vepřové štětiny bývají ve většině případů kombinovány se syntetickými vlákny.

K nanášení NH používáme štětce:

- Pěstní
- Ploché
- zároháky

Nanášení nátěrových hmot štětcem je vhodné

- u členitých nebo zabudovaných konstrukcí ve stavebnictví
- pro nátěry nábytku
- při obnovování nátěru
- při základování – NH se dobře vetře do podkladu, čímž se zvýší přilnavost k podkladu

Tab. 1 Výhody a nevýhody nanášení štětcem

Výhody použití štětců:	Nevýhody použití štětců:
<ul style="list-style-type: none"><li>– minimální ztráty NH</li><li>– malá spotřeba ředidel</li><li>– nízké pořizovací náklady</li><li>– větší přilnavost k podkladu</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>– malá výkonnost</li><li>– vyšší nároky na zručnost pracovníka</li></ul>

(Pavlík, 2009)

### Nanášení válečkem

Váleček využíváme při nanášení nátěrových hmot na velké, hladké plochy např. při natírání plochých střech, stěn, omítek, vrat, ale i pletiva hustých mříží.

Technika spočívá v navalování NH na plochu pod malým tlakem. Navalovací válečky bývají součástí tzv. válečkovacích souprav, jejichž obsah tvoří samotný váleček s vidlicí a odkapávací mřížka.

Tab. 2 Výhody a nevýhody nanášení válečkem

Výhody:	Nevýhody nanášení válečkem:
<ul style="list-style-type: none"><li>– vysoká produktivita práce</li><li>– úspora NH</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>– nelze natírat profilované podklady</li><li>– problematické čištění a ošetřování válečku</li></ul>

(Pavlík, 2009)

### Nanášení stříkáním

Konveční, vzduchové neboli pneumatické nanášení stříkáním spočívá v použití stlačeného vzduchu na rozdělení nátěrové hmoty do drobných kapek a unášení rozprášených malých částic nátěrové hmoty z trysky stříkací pistole na dokončovanou plochu stříkaného předmětu. Kapičky se po dopadu na plochu slévají a vytváří souvislou vrstvu. Tento způsob nanášení je vhodný pro dokončování výrobků ze dřeva,

ale vyžaduje zdroj stlačeného vzduchu (tlakové zásobníky).Možno nanášet většinu typu NH kromě těch s obsahem olova, chromu nebo jiných toxických látek. Nanáší se NH jednosložkové i dvousložkové – u dvousložkových je nutné dbát na plynulé dávkování obou složek smíchaných před nebo během stříkání.

- HVPL modifikované pneumatické stříkání s nízkým tlakem, ale velkým objemem protékaného vzduchu, který se používá na rozprášení nátěrové hmoty. (HVLPL HighVolumeLowPress, čili v překladu velké objem nízký tlak). Výhodou je malá ztráta nátěrové hmoty, a tím i rozpouštědla při nanášení. Mezi nevýhody lze zařadit rychlé zasychání nátěrové hmoty již během nanášení, což se projeví neklidným a neslitým povrchem.
- Vysokotlaké (airless) stříkání používá vzduch pouze k pohonu čerpadla, s jehož pomocí se zvyšuje tlak v pístovém čerpadle, podle podmínek až na 200 barů na nátěrovou hmotu tak, aby se pomocí tryskové soustavy rozprášila v ústí nanášecí postole. Při vysokotlaké stříkání se nanášení nátěrová hmota o vyšší hustotě s čímž souvisí snížení ztrát nátěrové hmoty prostříkem a menší spotřeba vzduchu. Stříkání airless se vyznačuje také ostrým ohraničením tvaru paprsku i nedostatečnou jemností rozprášení. Tento způsob není vhodný pro kutily, amatéry a neprofesionály, protože stříkání klade vysoké nároky na zručnost stříkače. Zařízení pro vysokotlaké stříkání patří mezi finančně náročné zařízení, které vyžaduje velké množství nátěrové hmoty potřebné pro naplnění zásobní nádoby a současně neumožňuje dokončování malých tvarově složitých výrobků. Vhodné pro velké plochy nebo plochy s méně členitým povrchem.
- Airmix (AIR-PLUS, AIRASSIST) kombinuje vzduchové stříkání se stříkáním vysokotlakým. Nátěrová hmota se rozprašuje vysokým tlakem, avšak okraje stříkacího paprsku jsou následně rozrušeny přídavným vzduchem, přiváděným do trysky stříkací pistole na vzduchový rozprach unášené nátěrové hmoty. Tento způsob stříkání je vhodný i pro dokončování tvarově složitých výrobků, ale ostatní nevýhody způsobu nanášení airless zůstávají
- Stříkání v elektrostatickém poli – rozprášené částice NH se nabíjí prostorovým nábojem iontů v blízkosti korónové elektrody. Elektrostatické pole mezi korónovou a sbíhací elektrodou působí elektrickými silami na elektricky nabitě části NH ve směru siločar elektrického pole. Tím je jejich pohyb usměrněn na sbíhající elektrodu, kde siločáry končí a kterou představuje dokončovaný předmět. Elektrické náboje, které jsou nosiči NH se při dokončování usazují na předmětu. Podstatou je

tedy nabíjení disperzních částic NH a jejich usměrňování na výrobek s opačným nábojem. Je založeno na vzájemném přitahování nesouhlasných elektrických nábojů.

Tab. 3 Výhody a nevýhody nanášení stříkáním

Výhody nanášení stříkáním:	Nevýhody nanášení stříkáním:
<ul style="list-style-type: none"> <li>– je dosahováno nátěru stejnoměrné tloušťky</li> <li>– rychlejší práce, větší výkon, menší fyzická námaha</li> <li>– úspora místa a času potřebného ke schnutí výrobků</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– vysoké ztráty nátěrových hmot u pneumatického stříkání na výrobky složitých tvarů a malých rozměrů — postřík činí 25 až 80 %.</li> <li>– vyšší spotřeba ředidel k úpravě nátěrových hmot</li> <li>– velké finanční náklady na zařízení stříkáren</li> </ul>

(Pavlík, 2009)

### 3.3.3.2 Nanášení nátěrových hmot strojně

Hlavním cílem strojního nanášení je odstranění nedostatků, které vznikají používáním ručního nanášení, a také k zajištění plynulosti výroby. Jde především o zefektivnění výroby a dosažení co možná největší účinnosti.

#### Automatické stříkání

Automatické stříkání – na průběžných strojích s pevnými stříkacími pistolemi. Zařízení se seřizuje do nejvhodnější polohy. Výrobky unášeny válečky nebo pásem dopravníků a činnost pistolí je řízení fotobuňkou a probíhá automaticky. Automatické stříkání – automaty s horizontálním pohybem stříkacích pistolí – pistole nainstalované nad dopravníkem, počet stříkacích jednotek je dán od šířky dopravníku, jeho rychlost a možnost aplikace je závislá od druhu NH. Tato technologie může nahradit clonové nanášení. Automaty jsou vybaveny optickými senzory, které odečtou tvar a umístění předmětu a pistole stříkají pouze tak, aby se minimalizovaly přestřiky. Automatické stříkání – automaty s vertikálním pohybem stříkacích jednotek – pracuje na principu jako horizontální automaty, využívá se jich při elektrostatickém nanášení.

Rozdělení viz. nanášení stříkáním.

Tab. 4 Výhody a nevýhody nanášení stříkáním

Výhody nanášení stříkáním:	Nevýhody nanášení stříkáním:
<ul style="list-style-type: none"> <li>– je dosahováno nátěru stejnoměrné tloušťky</li> <li>– rychlejší práce, větší výkon, menší fyzická námaha</li> <li>– úspora místa a času potřebného ke schnutí výrobků</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– vysoké ztráty nátěrových hmot u pneumatického stříkání na výrobky složitých tvarů a malých rozměrů — postřik činí 25 až 80 %.</li> <li>– vyšší spotřeba ředidel k úpravě nátěrových hmot</li> <li>– velké finanční náklady na zařízení stříkáren</li> </ul>

(Pavlík, 2009)

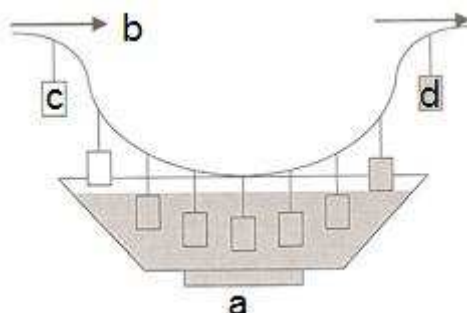
### Máčení

Technika máčením se používá pro základní nebo podkladové nátěry radiátorů, zárubní, mříží, okenních křidel, rámu ...

Máčecí vany jsou osazeny čerpadly, která zajišťují promíchávání lázně a zabraňují tak sedimentaci nátěrové hmoty. Vany je možné doplnit odkapávacími zónami, vytěkáckými tunely, suškami a dopravními systémy.

V procesu máčení je možné nastavit automatický cyklus míchání a individuálně stanovit dobu technologické prodlevy a dobu míchání.

Předmět určený k nátěru se ponoří do NH, po vytažení se nechá přebytečná barva okapat, nátěr se nechá uschnout, případně se vypálí.



Obr. 9 schéma nanášení máčením

- a. zásobník NH
- b. dopravní zařízení
- c. předmět bez nanesené nátěrové hmoty
- d. předmět s nanesenou nátěrovou hmotou



Tab. 5 Výhody a nevýhody nanášení máčením

Výhody nanášení NH máčením:	Nevýhody nanášení NH máčením:
<ul style="list-style-type: none"> <li>– jednoduchý princip</li> <li>– velká produktivita práce</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– máčené předměty musí být absolutně čisté</li> <li>– usazování pigmentů</li> </ul>

(Pavlík, 2009)

### Polévání

Polévání je průmyslová technika, vhodná na nanášení NH. na rovné předměty. Principem je vytvoření souvislé clony nátěrové hmoty, kterou prochází upravovaný dílec.

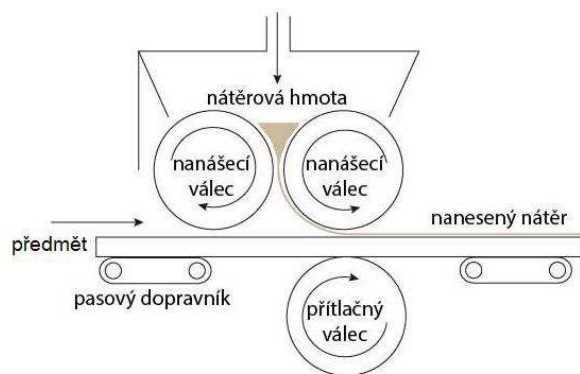
Tab. 6 Výhody a nevýhody nanášení poléváním

Výhody nanášení NH clonováním:	Nevýhody nanášení NH clonováním:
<ul style="list-style-type: none"> <li>– nízké ztráty NH</li> <li>– stejnoměrný nános NH</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– omezené tvary předmětů</li> <li>– velké nároky na kvalitu a čistotu NH</li> </ul>

(Pavlík, 2009)

### Navalování

Podstatou navalování je naválení nátěrové hmoty soustavou tří a více válců na předmět, který je přinášen a odsouván transportním zařízením. Navalování se používá při povrchové úpravě plošných výrobků jako jsou například dřevo, dřevovláknité a dřevotřískové desky, linolea apod.



Obr. 10 Schéma navalovacího stroje

Tab. 7 Výhody a nevýhody nanášení navalováním

Výhody navalování NH:	Nevýhody navalování NH:
<ul style="list-style-type: none"> <li>– vysoká produktivity práce</li> <li>– malé ztráty NH</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– nákladné zařízení</li> <li>– nutno použít speciální NH</li> </ul>

(Pavlík, 2009)

## **4. POUŽITÉ MATERIÁLY, METODIKY A ZAŘÍZENÍ**

### **4.1 Použitý materiál**

Smrková spárovka – rozměr 120 x 20 cm

#### **4.1.1 Podkladový materiál**

Pro experimentální část práce byly použity zkušební vzorky smrkového dřeva o rozměrech 300 x 200 mm. Takto předpřipravené vzorky se dále přebrousily, očistily a pomocí posuvného měřidla se na 4 místech měřila jejich tloušťka, z které se následně vypočítala průměrná tloušťka vzorku, která je potřebná k nastavení navalovacího stroje. Dále se vzorky seřadily dle naměřené tloušťky, zvažily a dokončovaly se vodou ředitelnou nátěrovou hmotou BECKER ACROMA-EM 1157-0025 v navalovacím stroji.

Označily se plochy vzorku A-lepší strana, B-horší strana. Na stranu A se třikrát navalila nátěrová hmota, nechala se zaschnout, vzorek se zvažil a to stejné se provedlo i u strany B. Vzorky se přebrousily, zvažily a provedly se ještě dva návaly nátěrové hmoty a vážení. Nánosy jsou uvedeny v tabulce. Zatřely se hrany a nátěrová hmota se nechala vytvrdit.

Tab. 8 Nános nátěrové hmoty

číslo vzorku	Prům. tloušťka	1. nános [g/m <sup>2</sup> ]		2. nános [g/m <sup>2</sup> ]		nános celkem [g/m <sup>2</sup> ]	
		A	B	A	B	A	B
9	17,47	41,7	40,0	11,7	16,7	53,3	56,7
6	17,55	40,0	38,3	11,7	21,7	51,7	60,0
7	17,66	38,3	35,0	13,3	18,3	51,7	53,3
8	17,67	36,7	33,3	16,7	21,7	53,3	55,0
14	17,7	28,3	41,7	23,3	8,3	51,7	50,0
16	17,73	28,3	35,0	23,3	18,3	51,7	53,3
3	17,74	53,3	30,0	20,0	20,0	73,3	50,0
4	17,75	20,0	50,0	20,0	20,0	40,0	70,0
11	17,75	58,3	26,7	23,3	21,7	81,7	48,3
20	17,75	43,3	33,3	21,7	28,3	65,0	61,7
10	17,75	46,7	30,0	26,7	25,0	73,3	55,0
1	17,76	6,7	60,0	23,3	26,7	30,0	86,7
12	17,79	41,7	35,0	23,3	16,7	65,0	51,7
15	17,79	45,0	33,3	23,3	21,7	68,3	55,0
17	17,8	48,3	31,7	18,3	20,0	66,7	51,7
2	17,83	48,3	36,7	18,3	25,0	66,7	61,7
13	17,84	45,0	41,7	21,7	20,0	66,7	61,7
5	17,85	48,3	35,0	18,3	25,0	66,7	60,0
19	17,85	46,7	35,0	16,7	23,3	63,3	58,3
18	17,85	46,7	33,3	20,0	18,3	66,7	51,7

Dále se vzorky 28 dní klimatizovaly ve stanovených podmínkách:

Tab. 9 Klimatické podmínky

	teplota [°C]	vlhkost [%]
podmínky 1	35	40
podmínky 2	50	90
podmínky 3	23	50
podmínky 4	-30	0
podmínky 5	7	40

Podmínky 3 jsou považovány za podmínky standardní.

Každý vzorek (20cm x 30cm) byl rozřezán na 6 menších vzorků o rozměrech 10cm x 10cm, z nichž do 3 byl vyvrtán otvor o průměru 6mm, kvůli upnutí do stroje pro zkoušku oděru. Zbylé 3 vzorky byly určeny pro zkoušku odolnosti vůči vrypu.

#### 4.1.2 Nátěrové hmoty - vodou ředitelná nátěrová hmota

Použitá nátěrová hmota: BECKER ACROMA-EM 1157-0025

Tab. 10 Technický list

údaje o výrobku	
Lesk	22-27 G60°
obsah sušiny	33%
Hustota	1,03 g/ml
Viskozita	60-70 sec. Při 23°C
Pojiva	akrylátová disperze
ředidlo	voda
Třída hořlavosti	nehořlavý
citlivost na mráz	ano
Skladování	6 měsíců. Neskladovat při teplotě pod +5°C. Před použitím promíchat

#### 4.2 Použité přístroje a zařízení

**ERICHSEN Model 239** Přístroj k nanášení vrypů dle Clemena EN ISO, ISO Nanášení vryp zajišťuje pohyb vzorku pod zkušebním rydlem (ostrý nebo kulový hrot ze slinutého karbidu) s předem nastavenou zátěží (0 – 20 N). Odolnost proti vrypu je úměrná síle potřebné k proříznutí celé vrstvy nátěru. Elektrický pohon s konstantní rychlostí pohybu.



Obr. 11 ERICHSEN model 239

**ABRASER 503** Přístroj k vytváření oděru dle normy ČSN 91 0276. Oděr zajišťují 2 válce se smirkovým papírem které jsou pomocí přítlačné hlavy položeny na vzorek. Přístroj je také vybaven počítadlem cyklů otáčení.



Obr. 12 Abraser 503 (Kupský 2016, vlastní foto)

**Leskoměr Micro-TRI-Gloss** Kombinuje měřící geometrii 20°, 60° a 85° do jednoho přístroje. Díky tomuto přístroji lze měřit lesk podle nejpřísnějších mezinárodních norem. Všechny zvolené úhly měří stejné místo a výsledky měření jsou okamžitě zobrazeny – včetně statistiky, rozdílu nebo funkce vyhovuje/nevyhovuje.



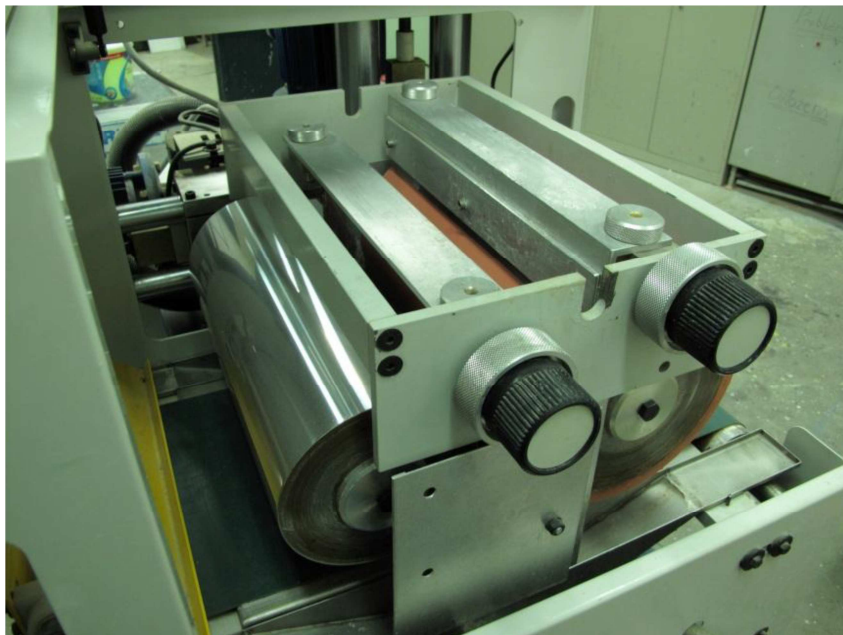
Obr. 13 Leskoměr Micro-TRI-Gloss (Kupský 2016, vlastní foto)

**Spektrofotometer Spectro-guide 45/0 gloss BYK Gardner** Na všeobecné vlastnosti vzhledu povrchu resp. povrchových úprav mají především vliv dva faktory a to: barevný odstín a lesk povrchu. Vzorek stejné barvy ale s vyšším leskem je vizuálně tmavší a sytější než ten s leskem nižším. Proto je třeba oba atributy pravidelně kontrolovat. Spectro-guide umožňuje kontrolu obou parametrů jediným přístrojem. Takže pro případ neshod jsou výsledky jasně definované v každé situaci.



Obr. 14 Spektrofotometr Spectro-guide 45/0 gloss BYK (Kupský 2016, vlastní foto)

### **Navalovačka Sorbini**



Obr. 15 Navalovačka Sorbini

**Posuvné měřidlo**

**Laboratorní váhy**

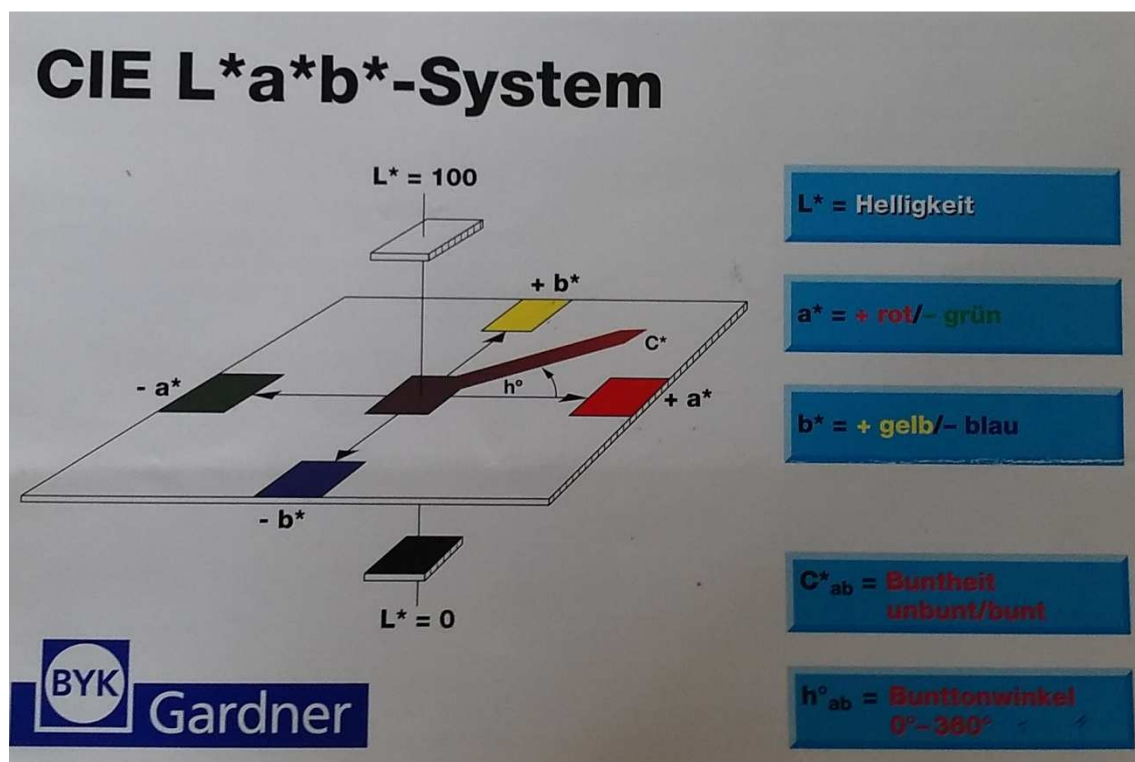
**Klimatizační komora**

**Mrazák**

## 4.3 Použité metodiky

### 4.3.1 Stanovení barevných změn povrchu dle ČSN 673067

Na začátku měření je potřeba stanovit si počet měření na jednom vzorku a místa, na kterých se bude měřit, aby se měření provádělo přibližně na stejných místech. Barevnost je vyjádřena jednak jako celková změna  $dE^*$ , ale i změna barvy v jednotlivých osách  $dL^*$ ,  $da^*$  a  $db^*$ .  $dE^*$  je míra rozdílu barevných vlastností nátěrů. Stanovení této hodnoty se provádí pomocí kalorimetrie, což je způsob měření v systému XYZ CIE LaB. K tomu je potřeba přístroj Spectro-guide 45/0 gloss BYK. Měření se provádí za účelem vyhodnocení barevné změny povrchu. Měření se provádělo vždy na všech vzorcích.



Obr. 16 CIE L\*a\*b\* systém (Kupský 2016, vlastní foto)



## Stupeňstálosti /Popis dE

1. Barevný odstín téměřbeze změny. Barevné vlastnosti se nemění během zkoušky. Stálost je výborná 0,5
2. Vzorek vykazuje postřehnutelnou změnu barevného odstínu 3
3. Vzorek není barevněstálý 8
4. Vzorek má velmi špatnou barevnou stálost 30
5. Vzorek je barevněnaprosto nestálý 60



Obr.17 Spektrofotometr Spectro-guide 45/0 gloss BYK (Kupský 2016, vlastní foto)

### 4.3.2 Stanovení stupně lesku povrchu dle EN 13 722

Lesk je stanoven pomocí tzv. reflektometrické metody, která hodnotí veličinu neboli stupeň lesku je číslo, které je relativní a je vyjádřeno jako ukazatel odrazu měřené plochy vzhledem k referenčnímu vzorku a má přiřazenou hodnotu 100, která je vyjádřena v procentech. Hodnoty jsem zjišťoval při úhlu 60° pomocí přístroje zvaného leskoměr - ErichsenPicogloss 503, přesnost 0,01. Lesk povrchu posuzujeme podle reflektometrické metody. Posupujeme tak, že si stanovíme body a můžeme měřit jak ve směru vláken, tak i kolmo na ně. Jednotka vyjadřující stupeň lesku je GU.



Obr. 18 Leskoměr Micro-TRI-Gloss (Kupský 2016, vlastní foto)

### 4.3.3 Zkouška odolnosti vůči oděru dle ČSN 91 0276

#### *Podstata metody*

Metoda spočívá v broušení plochy povrchu dvěma válečky, na kterých je nalepen brusný papír a ve stanovení koeficientu odolnosti proti oděru.

#### *Postup metody*

Před zkouškou se zatíží otočné páky přístroje pomocí závaží o hmotnosti 500g. Na třecí válečky se nalepí nový brusný papír, který se předběžně brousí na kalibrační desce při 300 otáčkách. Vzorky se zvaží, upnou na talíř přístroje, brousí se třecími válečky při 100 otáčkách a po odstranění brusného prachu se zvaží.

#### *Zpracování výsledků*

Součinitel odolnosti proti oděru ( $K_T$ ) v gramech na 100 otáček se vypočítá podle vztahu:

$$K_T = \frac{m_1 - m_2}{f}$$

kde:  $m_1$  je hmotnost vzorku před zkouškou  
 $m_2$  je hmotnost vzorku po zkoušce  
 $f$  je opravný součinitel brusného papíru



Obr. 19 a 20 Vzorek a vzorek umístěný v přístroji (Kupský 2016, vlastní foto)

#### 4.3.4 Zkouška odolnosti vůči vryp BS 3962, část 6

##### *Podstata metody*

Metoda spočívá v posouvání zatížené rycí hlavy po vzorku a vizuálním stanovení stupně odolnosti povrchu vůči oděru.

##### *Postup metody*

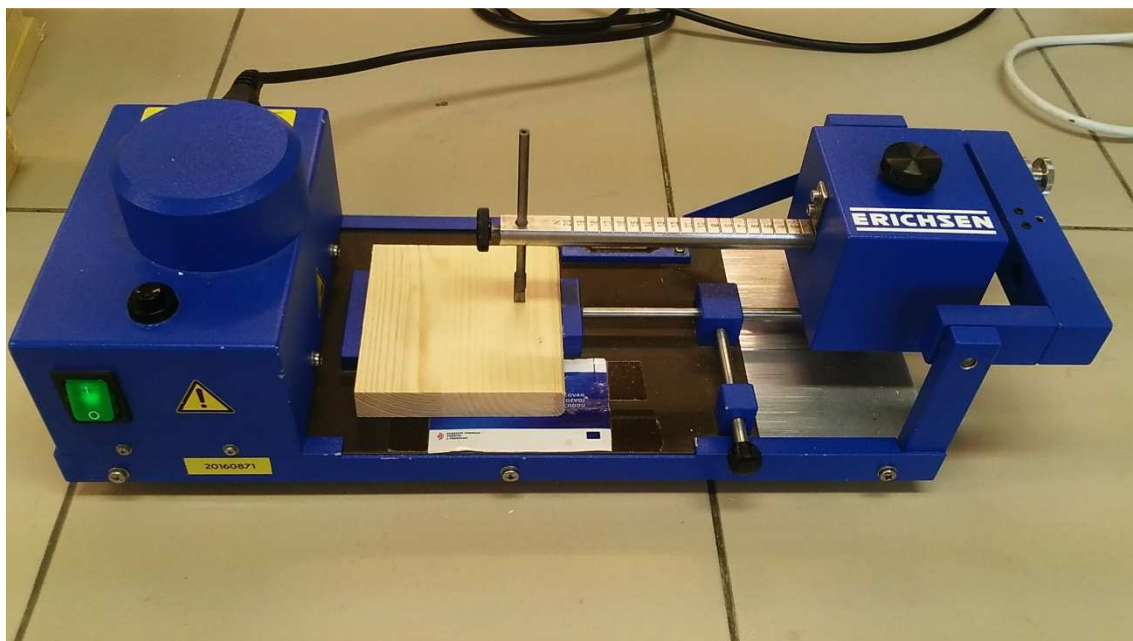
Dílec se umísí na stůl přístroje a zajistí se proti možnému pohybu. Nastaví se výška rycí hlavy tak, aby se nezatížená dotýkala povrchu vzorku. Hlava se zatíží a provede se posuv hlavy po vzorku.

##### *Vyhodnocení výsledků*

Vizuálně se vyhodnotí kdy rycí hlava penetrovala povrchovou úpravu.

Tab. 11 Stupně odolnosti vůči vrypu

Zatížení při testování velikosti působící síly, při které došlo k penetraci povrchové úpravy	označení stupňů hodnocení
Více než 6 N působící síla	5
Méně než 6 N, ale rovna nebo větší než 4,5 N	4
Méně než 4,5 N, ale rovna nebo větší než 3 N	3
Méně než 3 N, ale rovna nebo větší než 1,5 N	2
méně než 1,5 N	1



Obr. 21 Vzorek umístěný v rycím přístroji (Kupský 2016, vlastní foto)

## 5. VÝSLEDKY MĚŘENÍ

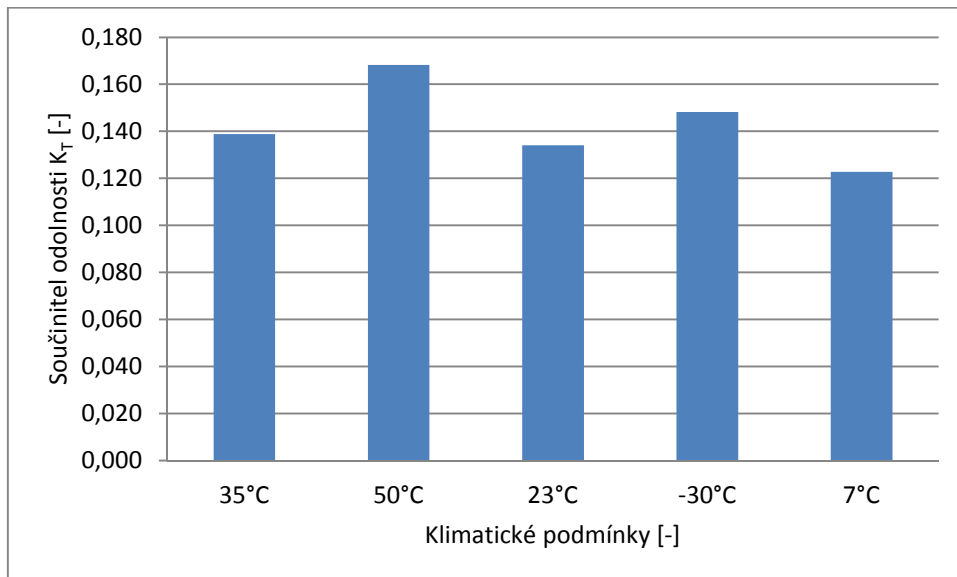
### 5.1 Stanovení odolnosti vůči oděru

Tab. 12 Naměřené hodnoty odolnosti vůči oděru

č.vzorku	35°C	50°C	23°C	-30°C	7°C
	$K_T$ [-]	$K_T$ [-]	$K_T$ [-]	$K_T$ [-]	$K_T$ [-]
1	0,156	0,182	0,145	0,151	0,118
2	0,138	0,167	0,118	0,152	0,131
3	0,127	0,168	0,119	0,142	0,122
4	0,133	0,172	0,138	0,154	0,123
5	0,140	0,152	0,150	0,142	0,120
průměr	0,139	0,168	0,134	0,148	0,123

Tab. 13 Statistické zhodnocení naměřených dat odolnosti vůči oděru

klim. Pomínky	průměr	medián	min	max	směr. odchylka
35°C	0,139	0,138	0,127	0,156	0,011
50°C	0,168	0,168	0,152	0,182	0,011
23°C	0,134	0,138	0,118	0,150	0,015
-30°C	0,148	0,151	0,142	0,154	0,006
7°C	0,123	0,122	0,118	0,131	0,005



Obr. 22 Grafické znázornění součinitele odolnosti vůči oděru

## 5.2 Stanovení odolnosti vůči vrypu

### 5.2.1 Výsledné hodnoty odolnosti vůči vrypu ve směru vláken

Tab. 14 Naměřené hodnoty stupně vrypu ve směru vláken

č. Vzorku	35°C	50°C	23°C	-30°C	7°C
1	3	2	3	3	3
2	2	1	2	1	2
3	2	3	2	2	3
4	3	1	2	2	3
5	2	2	2	2	3
6	2	2	3	2	2
7	2	3	3	2	2
<b>výsledný stupeň</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>3</b>

### 5.2.2 Výsledné hodnoty odolnosti vůči vrypu kolmo na směr vláken

Tab. 15 Naměřené hodnoty stupně vrypu kolmo na směr vláken

č. Vzorku	35°C	50°C	23°C	-30°C	7°C
1	2	1	2	1	2
2	1	2	1	2	2
3	2	1	2	2	2
4	2	1	1	2	2
5	2	1	2	2	2
6	2	1	2	2	2
7	2	2	2	2	2
<b>výsledný stupeň</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>

Tab. 16 Hodnocení stupně odolnosti vůči vrypu

Zatížení při testování velikosti působící síly, při které došlo k penetraci povrchové úpravy	označení stupňů hodnocení
Více než 6 N působící síla	5
Méně než 6 N, ale rovna nebo větší než 4,5 N	4
Méně než 4,5 N, ale rovna nebo větší než 3 N	3
Méně než 3 N, ale rovna nebo větší než 1,5 N	2
méně než 1,5 N	1

## 5.3 Stanovení stupně lesku

### 5.3.1 Výsledné hodnoty stanovení stupně lesku ve směru vláken

Tab. 17 Naměřené hodnoty stanovení stupně lesku ve směru vláken

č. vzorku	35°C	50°C	23°C	-30°C	7°C
	[GU]	[GU]	[GU]	[GU]	[GU]
1	8,9	10,7	12,4	16	11,55
2	9,3	11,05	13,3	11,8	10,1
3	7,6	10,85	13,65	16,65	13,1
4	10,7	12,45	11,4	12,35	13,3
5	11,15	12	12,05	14,4	12,7
<b>průměr</b>	<b>9,53</b>	<b>11,41</b>	<b>12,56</b>	<b>14,24</b>	<b>12,15</b>

Tab. 18 Statistické zhodnocení naměřených dat stanovení stupně lesku ve směru vláken

klim. Pomínky	průměr	medián	min	max	směr. odchylka
35°C	9,53	9,30	7,60	11,15	1,43
50°C	11,41	11,05	10,70	12,45	0,77
23°C	12,56	12,40	11,40	13,65	0,92
-30°C	14,24	14,40	11,80	16,65	2,15
7°C	12,15	12,70	10,10	13,30	1,33

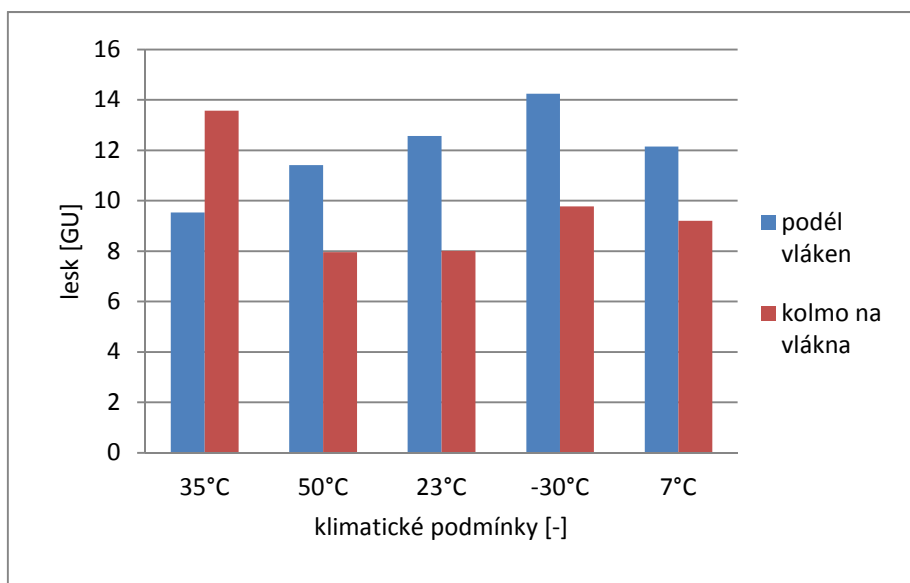
### 5.3.2 Výsledné hodnoty stanovení stupně lesku kolmo na směr vláken

Tab. 19 Naměřené hodnoty stanovení stupně lesku kolmo na směr vláken

č. vzorku	35°C	50°C	23°C	-30°C	7°C
	[GU]	[GU]	[GU]	[GU]	[GU]
1	15	7,75	7,45	9,85	7,9
2	11,3	6,95	9	8,45	7,05
3	10,65	7,6	8,75	11,38	9,55
4	16,45	8,15	7,1	9,75	10,55
5	14,45	9,35	7,75	9,45	10,95
<b>průměr</b>	<b>13,57</b>	<b>7,96</b>	<b>8,01</b>	<b>9,776</b>	<b>9,2</b>

Tab. 20 Statistické zhodnocení naměřených dat stanovení stupně lesku kolmo na směr vláken

klim. Pomínky	průměr	medián	min	max	směr. odchylka
35°C	13,57	14,45	10,65	16,45	2,49
50°C	7,96	7,75	6,95	9,35	0,89
23°C	8,01	7,75	7,10	9,00	0,83
-30°C	9,78	9,75	8,45	11,38	1,05
7°C	9,20	9,55	7,05	10,95	1,68



Obr. 23 Graf stanovení stupně lesku



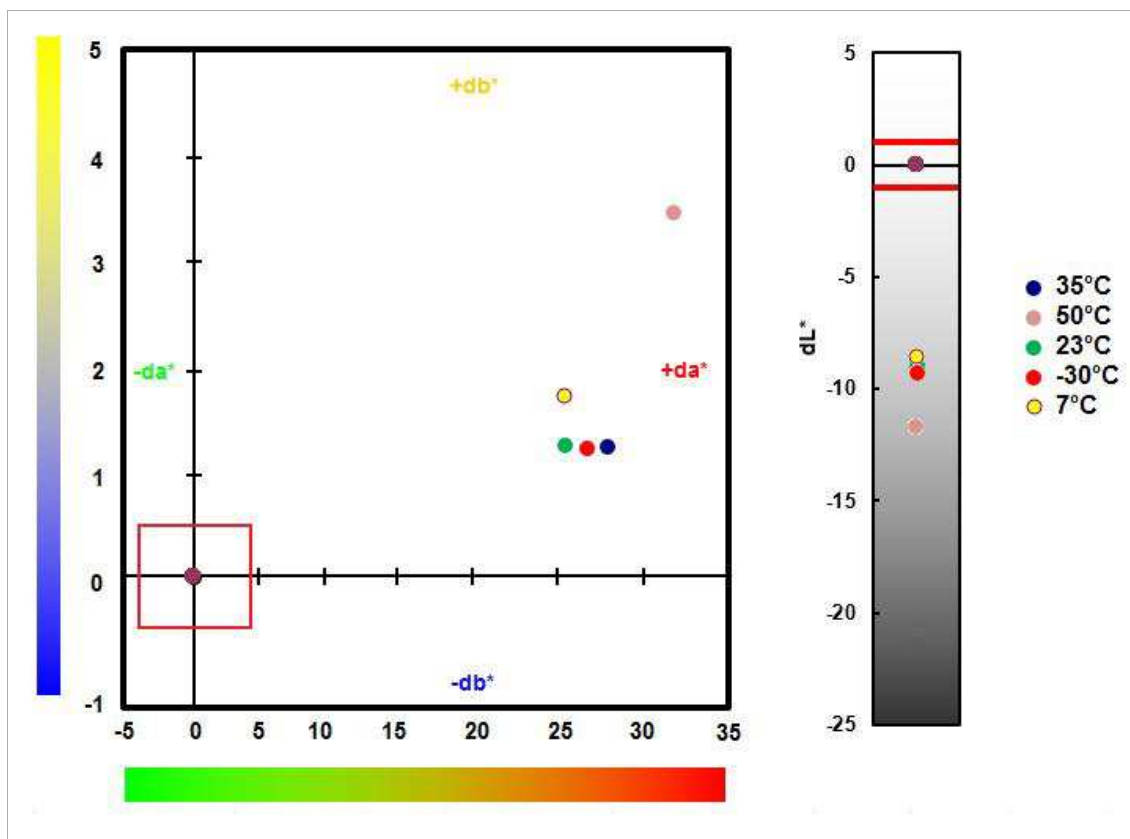
## 5.4 Výsledné hodnoty barevnosti

Tab. 21 Naměřené hodnoty barevnosti dle L\*a\*b\* systému

	35°C	50°C	23°C	-30°C	7°C
dL*	-9,55	-12,69	-9,42	-9,61	-8,93
da*	1,24	3,42	1,27	1,21	1,86
db*	27,83	32,27	25,30	26,30	25,47
dE*	0,47	5,89	1,90	0,86	1,92

Tab. 22 Statistické zhodnocení naměřených dat barevnosti dle L\*a\*b\* systému

klim. Pomínky	parametr	průměr	medián	min	max	směr. odchylka
35°C	dL*	-9,55	-9,13	-13,00	-8,03	1,45
	da*	1,24	1,22	0,52	2,41	0,62
	db*	27,83	27,66	26,32	31,43	1,46
	dE*	29,46	29,26	27,53	34,09	1,87
50°C	dL*	-12,69	-12,60	-15,80	-9,67	1,88
	da*	3,42	3,75	2,02	4,40	0,78
	db*	32,27	32,29	31,02	33,52	0,75
	dE*	34,88	34,48	33,04	36,85	1,21
23°C	dL*	-9,42	-8,84	-12,29	-6,74	1,99
	da*	1,27	1,43	-0,27	2,45	0,94
	db*	25,30	25,41	23,99	26,19	0,79
	dE*	27,09	26,92	25,46	28,97	1,31
-30°C	dL*	-9,61	-8,19	-17,02	-7,30	3,03
	da*	1,21	1,11	-0,20	4,32	1,28
	db*	26,30	25,51	24,40	30,34	1,71
	dE*	28,13	27,42	25,71	35,05	2,69
7°C	dL*	-8,93	-8,89	-10,31	-8,13	0,63
	da*	1,86	1,98	0,04	2,76	0,82
	db*	25,47	25,38	24,56	26,71	0,64
	dE*	27,07	26,96	25,95	28,76	0,80



Obr. 24 Graf změn barevnosti

## **6. DISKUZE A VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ**

### **6.1 Hodnocení odolnosti vůči oděru ČSN 91 0276 – tab.12, Obr. 22**

Odolnost povrchu použité vodou ředitelné nátěrové hmoty vykazovala rozdílné hodnoty. Je patrné, že čím více se podmínky liší, od podmínek standartních, tj. 23°C 50% vlhkosti, tím více se snižuje odolnost vůči oděru. Při klimatických podmínkách 50°C 90% vlhkosti, byla naměřena nejvyšší hodnota oděru, a to 0,168g na 100 otáček, dále pak při teplotě -30°C o hodnotě 0,148g na 100 otáček. Nejvyšší odolnost vůči oděru byla zjištěna při 7°C 40% vlhkosti. Požadavky dle normy ČSN 91 0102 pro nábytkové plochy A pouze pro bytový nábytek byly splněny s výjimkou klimatizace při podmínkách 50°C 90% vlhkosti. Pro nábytkové plochy B byly požadavky splněny, jak pro nábytek do veřejného interiéru, tak pro nábytek bytový. Na základě tohoto měření lze tedy nátěrovou hmotu doporučit pro povrchovou úpravu nábytkových ploch skupiny B pro bytový nábytek.

### **6.2 Hodnocení odolnosti vůči vrypu BS3962, č. 6 – tab. 14- 16**

Z naměřených dat je patrné, že klimatické podmínky mají na odolnost vůči vrypu vliv pouze u dvou klimatizačních podmínek. U klimatizace zkušebních vzorků při podmínkách 7°C 40% vlhkosti, byla zjištěna nejvyšší odolnost proti vrypu ve směru podél vláken a stupeň odolnosti je roven 3. Při klimatizaci v 50°C 90% vlhkosti byla odolnost kolmo na směr vláken naopak nejnižší a stupeň odolnosti je roven 1. Ve všech ostatních případech byla odolnost vůči vrypu, jak ve směru vláken, tak kolmo na směr vláken vyhodnocena stupněm 2. Norma ČSN 91 0102 (Nábytek – Povrchová úprava dřevěného nábytku – Technické požadavky) požadavky na odolnost vůči vrypu neuvádí.

### **6.3 Stanovení stupně lesku povrchu ČSN EN 13 722 – tab. 17-20, obr. 23**

Při hodnocení stupně lesku vycházíme z normy ČSN 91 0102, kde 11-30GU odpovídá polomatu a 0-10GU odpovídá matu. Z naměřených dat je patrný rozdíl ve stupni lesku u klimatických podmínek 35°C 40%vlhkosti. Při těchto podmínkách odpovídá stupeň lesku povrchu ve směru vláken matu a kolmo na směr vláken polomatu. U ostatních sledovaných klimatických podmínek je rozdíl stupně lesku závislý na směru vláken. Lesk ve směru vláken odpovídá polomatu, lesk kolmo na směr vláken odpovídá matu. Rozdíl mezi jednotlivými hodnotami byl v rozmezí1-5GU, který je v běžné praxi zanedbatelný. Klimatické podmínky tedy nemají na stupeň lesku povrchu významný vliv. Výrobce v technickém listu udává stupeň lesku jako polomat.

### **6.4 Stanovení barevnosti spektrofotometrem – tab. 21-22, obr. 24**

Z obrázku, které graficky znázorňují změnu barevnosti je patrné, že klimatické podmínky mají vliv na změnu barevnosti pouze u podmínek, kde jde o kombinaci zvýšené teploty a vlhkosti, tj. 50°C 90% vlhkosti. U ostatních klimatických podmínek pozorujeme pouze nepatrnou změnu barvy.

## 7. ZÁVĚR

Předkládaná bakalářská práce se zabývá problematikou kvality povrchové úpravy nábytkových dílců. Hlavním cílem této práce je stanovení odolnosti povrchové úpravy vůči oděru v závislosti na klimatických podmínkách.

Teoretická část práce je orientována na současný trend v dokončování nábytkových dílců, přičemž zde byly analyzovány faktory, které mohou ovlivňovat kvalitu povrchové úpravy.

Experimentální část práce je orientována na ověření odolnosti povrchové úpravy nábytkových dílců vůči oděru. Zkušební vzorky nábytkových dílců byly dokončeny vodou ředitelným nátěrovým systémem a následně vystaveny pěti různým klimatickým podmínkám. Po uplynutí doby klimatizace se na zkušebních vzorcích provádělo stanovení fyzikálně-mechanických vlastností dokončených povrchů (především odolnost vůči oděru, odolnost vůči vrypu). Pro doplňující ověření kvality testovaných materiálů, bylo na zkušebních vzorcích provedeno stanovení stupně lesku povrchu a změna barevnosti (před a po expozici zkušebních vzorků ve zvolených klimatických podmínkách).

Dle výsledných hodnot byl zjištěn vliv rozdílných klimatických podmínek na tyto zkoušky. V případě zkoušky odolnosti vůči oděru platí, že čím více se klimatické podmínky liší od podmínek standardních, tím menší je odolnost povrchové úpravy vůči oděru. Na odolnost vůči vrypu mají vliv pouze ty klimatické podmínky, při kterých je vyšší teplota a také velká vlhkost vzduchu. V tomto případě je tedy odolnost nižší. Dále bylo zjištěno, že klimatické podmínky nemají vliv na lesk testované povrchové úpravy. Rozdílné hodnoty souvisí se směrem vláken. Barevnost ovlivňují pouze klimatických podmínek při vyšší teplotě a velké vlhkosti vzduchu. U ostatních podmínek byla změna barevnosti nepatrná.

Na základě experimentální části lze konstatovat, že vliv na odolnost povrchové úpravy mají především klimatické podmínky vyšších teplot a velké vlhkosti vzduchu. Při těchto podmínkách je odolnost nižší. Díky této práci získává uživatel použité nátěrové hmoty představu o tom, jak tato povrchová úprava mění svoji odolnost vůči oděru v závislosti na klimatických podmínkách.

## 8. SUMMARY

The present is aimed on the quality of the surface finishes of furniture components. The main objective of this work is to determine the resistance to abrasion of finishes depending on climatic conditions.

The theoretical part is focused on the recent trend in finishing furniture parts, while there will be analyzed the factors that may affect the quality of surface finish.

The experimental part of the work is focused on testing the resistance of finish of furniture components against abrasion. The test samples were finished with water-based coating system and exposed to five different climatic conditions. After exposure to climatic conditions, the surface treatment of the test samples was tested to abrasion resistance and to scratch resistance. For additional verification of the quality of the tested samples, gloss and change of colour were measured (before and after exposure to selected climatic conditions).

Based on the result values of laboratory tests for resistance of surface treatment there was found influence of different climatic conditions on these tests. For testing abrasion resistance was found that the more the climatic conditions differ from the standard conditions, the less is the surface treatment resistant. Climatic conditions with higher temperature and high humidity affects resistance to scratch . In this case, the resistance is lower.

Furthermore, it was found that climatic conditions do not affect the gloss of the test finishes. Different values are related to the fiber direction. For color change was observed influence of climatic conditions at high temperature and high humidity. The other conditions had slight discolouration.

Based on the experimental part it could be said that the influence on the resistance of surface treatments are mainly climatic conditions at high temperatures and high humidity. Under these conditions the resistance lower. Thanks to this thesis, the user of used finish has an idea of how this finish changes its abrasion resistance, depending on climatic conditions.

## 9. POUŽITÁ LITERATURA

FOREST PRODUCTS LABORATORY. 2010. Wood handbook—Wood as an engineering material. General Technical Report FPL-GTR-190. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory. 508 p. ISBN 978-1484859704

GANDELOVÁ L., ŠLEZINGEROVÁ J., Gandelová L., Šlezingerová J. 2014. Stavba dřeva. Mendelova univerzita v Brně. ISBN 978-80-7375-966-7.

HORÁČEK, P. *Fyzikální a mechanické vlastnosti dřeva*. 1. vyd. Mendelova univerzita v Brně, 1998. 126 s. ISBN 80-7157-347-7

JIRÍ HOLAN A KOLEKTIV, 2006. Edice stavíme, dřevo v domácnosti, ochrana, údržba, renovace, Brno: 1. vydání, vydavatelství ERA group s.r.o, 108 s. ISBN 80-7366-049-0

KALEDOVÁ, Andrea. *Technologie nátěrových hmot I: pigmenty a plniva pro nátěrové hmoty*. Vyd. 1. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2003, 431 s., [9] s. obr. příl. ISBN 80-719-4576-5.

KRONTORÁD K., 2015. *Výroba nábytku z deskových materiálů*, 1. vyd. Brno, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 134s. ISBN 978-80-7509-199-4.

TRÁVNÍK A., SVOBODA J. 2007. *Technologické procesy výroby nábytku*, 1. vyd. Brno, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 222s. ISBN 978-80-7375-056-5.

TRÁVNÍK, A., 2008. *Technologické operace výroby nábytku*, dotisk Brno, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 178s. ISBN 978-80-7157-865-9.

WOLFGANG NUTSCH A KOLEKTIV, 1999, Přeložil: Michňa Z., Michňová I., Příručka pro truhláře, Praha SOBOTÁLES, 540 s., ISBN 80-85920-60-3

**Internetové zdroje:**

BŮHM M., BOMBA J., REISNER J. Materiály na bázi dřeva [online]. 2012. ISBN 978-80-213-2251-6. Dostupný z WWW:

[http://fld.czu.cz/~bohmm/materialy\\_na\\_bazi\\_dreva.pdf](http://fld.czu.cz/~bohmm/materialy_na_bazi_dreva.pdf)

PAVLÍK Z. Učební text pro obor malíř a lakýrník 2. Ročník [online]. 2009. ISBN 978-80-88058-47-2. Dostupný z WWW: <https://publi.cz/books/166/Cover.html>

Práce se dřevem [online]. 2005 Dostupný z WWW:

<http://prace-se-drevem.spibi.cz/Drevo-Rozdeleni.html>

Top truhlářství [online]. 2014. Dostupný z WWW: <http://www.toptruhlarstvi.cz/>

Woodworkbasics [online]. 2010. Dostupný z WWW: <http://www.woodworkbasics.com/>

Poradenství, služby a vzdělávání pro dřevařský a nábytkářský průmysl [online]. 2004. Dostupný z WWW: <http://www.elearning.aspara.cz/>

**Použité normy:**

ČSN 67 3067 Označování a hodnocení barevných odstínů nátěrů

EN 13 722 Stanovení lesku povrchu

ČSN 91 0276 Metoda zjišťování odolnosti povrchu proti oděru

BS 3962, část 6 Metoda zjišťování odolnosti proti vrypu

ČSN 91 0102 Povrchová úprava dřevěného nábytku – Technické požadavky



## 10. SEZNAM TABULEK

Tab.1 Výhody a nevýhody nanášení štětcem	23
Tab.2 Výhody a nevýhody nanášení válečkem	23
Tab.3 Výhody a nevýhody nanášení stříkáním	25
Tab.4 Výhody a nevýhody nanášení stříkáním	26
Tab.5 Výhody a nevýhody nanášení máčením	27
Tab.6 Výhody a nevýhody nanášení poléváním	27
Tab.7 Výhody a nevýhody nanášení navalováním	28
Tab. 8 Nánost nátěrové hmoty	30
Tab. 9 Klimatické podmínky	30
Tab. 10 Technický list	31
Tab. 11 Stupně odolnosti vůči vrypu	37
Tab. 12 Naměřené hodnoty odolnosti vůči oděru	39
Tab. 13 Statistické zhodnocení naměřených dat odolnosti vůči oděru	39
Tab. 14 Naměřené hodnoty stupně vrypu ve směru vláken	40
Tab. 15 Naměřené hodnoty stupně vrypu kolmo na směr vláken	40
Tab. 16 Hodnocení stupně odolnosti vůči vrypu	40
Tab. 17 Naměřené hodnoty stanovení stupně lesku ve směru vláken	41
Tab. 18 Stat. zhodnocení dat stanovení stupně lesku ve směru vláken	41
Tab. 19 Naměřené hodnoty stanovení stupně lesku kolmo na směr vláken	41
Tab. 20 Stat. zhodnocení dat stanovení lesku kolmo na směr vláken	42
Tab. 21 Naměřené hodnoty barevnosti dle L*a*b* systém	43
Tab. 22 Stat. zhodnocení dat barevnosti dle L*a*b* systému	43

## 11. SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Spojení spárovky	7
Obr. 2 Překližka	7
Obr. 3 Latkový a dýhový střed	8
Obr. 4 BIO desky	9
Obr. 5 Třísky OSB desky	10
Obr. 6 Pěchované dřevotřískové desky	11
Obr. 7 Aplikace středně polotvrdé dřevovláknité desk	13
Obr. 8 Voštinová deska	13
Obr. 9 schéma nanášení máčením	26
Obr. 10 Schéma navalovacího stroje	27
Obr. 11 ERICHSEN model 239	31
Obr. 12 Abraser 503	32
Obr. 13 Leskoměr Micro-TRI-Gloss	32
Obr. 14 Spektrofotometr Spectro-guide 45/0 gloss BYK	33
Obr. 15 Navalovačka Sorbini	33
Obr. 16 CIE L*a*b* systém	34
Obr. 17 Spektrofotometr Spectro-guide 45/0 gloss BYK	35
Obr. 18 Leskoměr Micro-TRI-Gloss	36
Obr. 19 a 20 Vzorek a vzorek umístěný v přístroji	37
Obr. 21 Vzorek umístěný v rycím přístroji	38
Obr. 22 Grafické znázornění součinitele odolnosti vůči oděru	39
Obr. 23 Graf stanovení stupně lesku	42
Obr. 24 Graf změn barevnosti	44