

Mendelova univerzita v Brně  
Lesnická a dřevařská fakulta  
Ústav nábytku, designu a bydlení



**Odolnost povrchových úprav stavebně truhlářských  
výrobků vůči poškrábání**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

2016/2017

Šárka Kroutilová

## Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: Odolnost povrchových úprav stavebně truhlářských výrobků vůči poškrábání vypracovala samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

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

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

V Brně dne:

.....

podpis

## **Poděkování**

Ráda bych poděkovala všem, kdo mně pomáhali při zpracování bakalářské práce, a to paní doc. Ing. Daniele Tesařové, Ph.D. za odborné vedení a konzultace. Dále bych chtěla poděkovat paní Květoslavě Tobiášové za odborný dozor a konzultace při praktických zkouškách v laboratořích a také panu Ing. Aleši Solařovi, Ph.D. a kolektivu za poskytnutí dílen a praktické pomoci při získání vzorků. Děkuji také své rodině a příteli za podporu během celého studia.

## **ABSTRAKT**

Jméno autora: **Šárka Kroutilová**

Název bakalářské práce: **Odolnost povrchových úprav stavebně truhlářských výrobků vůči poškrábání**

Bakalářská práce se zabývá problematikou týkající se odolnosti povrchových úprav vůči poškrábání na stavebně truhlářských výrobcích. V této práci je pozorována a posuzována kvalita a odolnost vůči poškrábání povrchu. Práce je podložena laboratorními experimenty na zkušebních vzorcích, které byly ošetřeny celkem čtyřmi nátěrovými hmotami, na nichž byly testovány jak fyzikální, tak mechanické vlastnosti.

Mezi jednotlivé mechanické vlastnosti patřila odolnost povrchové úpravy vůči vrypu, oděru a otěru. Dále byly na vzorcích měřeny některé z fyzikálních vlastností povrchové úpravy, a to stupeň lesku a změna barevného odstínu.

### **Klíčová slova:**

Nátěrová hmota, poškrábání, povrchová úprava, stavebně truhlářský výrobek, vryp

## **ABSTRACT**

Author: **Šárka Kroutilová**

The title of the Bachelor's thesis: **Surface resistance of construction joinery products against scratching**

The undergraduate thesis focuses on the issue concerning surface resistance to scratching on joinery products. The work examines and evaluates quality and resistance against scratching surface. The findings of the thesis are grounded in laboratory empirical research done on samples coated with four materials whose physical and mechanical properties have been tested.

The properties of the materials being tested are surface resistance to incision, scratching and rubbing. Some further physical properties of surface proofing have been measured, such as a level of shine or hue.

### **Keywords:**

Coating material, scratching, surface proofing, construction joinery product, incision

# OBSAH

1	ÚVOD.....	9
2	CÍL PRÁCE.....	10
3	LITERÁRNÍ PŘEHLED .....	11
3.1	Obecně o dřevě.....	11
3.1.1	Výběr dřeva pro stavebně truhlářské výrobky .....	11
3.1.2	Chemické složení dřeva .....	11
3.2	Ochrana dřeva .....	13
3.3	Stavebně truhlářské výrobky.....	13
3.3.1	Požadavky na stavebně truhlářské výrobky .....	13
3.4	Povrchová úprava.....	18
3.4.1	Požadavky na povrchovou úpravu .....	18
3.5	Nátěrové hmoty.....	19
3.5.1	Rozdělení nátěrových hmot.....	19
3.5.2	Složení nátěrových hmot.....	20
3.5.3	Způsoby nanášení.....	21
3.5.4	Tvorba nátěrového filmu.....	22
3.5.5	Vhodné nátěrové hmoty pro dokončování stavebně truhlářských výrobků .....	23
4	POSTUP ŘEŠENÍ.....	25
4.1	Použité materiály a zařízení .....	25
4.1.1	Podkladový materiál .....	25
4.1.2	Nátěrové hmoty.....	25
4.1.3	Měřicí zařízení a pomůcky .....	28
4.2	Příprava vzorků .....	31
4.3	Zkušební metody.....	31
4.3.1	Zhotovení zkušebních nátěrů nanášecím pravítkem podle ČSN 67 3049.....	31
4.3.2	Velikost tloušťky nátěrové hmoty podle ČSN EN ISO 2808.....	32

4.3.3	Stanovení odolnosti povrchu proti vrypu podle ČSN EN ISO 1518-1 .....	32
4.3.4	Stanovení zjišťování odolnosti nátěrů proti oděru podle ČSN 91 0267 .....	33
4.3.5	Stanovení odolnosti nátěrů proti otěru pomocí přístroje Erichsen dle normy ČSN 91 0102.....	33
4.3.6	Stanovení zrcadlového lesku nátěru bez obsahu kovových pigmentů při úhlu 20°, 60° a 85° podle ČSN EN ISO 2813 .....	33
4.3.7	Stanovení změny (rozdílu) barevného odstínu nátěru podle ČSN 67 3068 .....	34
5	VÝSLEDKY LABORATORNÍHO VÝZKUMU.....	36
5.1	Zhotovení zkušebních nátěrů nanášecím pravítkem podle ČSN 67 3049.....	36
5.2	Velikost tloušťky nátěrové hmoty podle ČSN EN ISO 2808 .....	37
5.3	Stanovení odolnosti povrchu proti vrypu podle ČSN EN ISO 1518-1.....	39
5.4	Stanovení zjišťování odolnosti nátěrů proti oděru podle ČSN 91 0276 .....	40
5.5	Stanovení odolnosti nátěrů proti otěru pomocí přístroje Erichsen dle normy ČSN 91 0102.....	42
5.6	Stanovení zrcadlového lesku nátěru bez obsahu kovových pigmentů při úhlu 20°, 60° a 85° podle ČSN EN ISO 2813 .....	44
5.7	Stanovení změny (rozdílu) barevného odstínu nátěru podle ČSN 67 3068 .....	49
6	DISKUZE A VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ .....	51
7	ZÁVĚR .....	55
8	SUMMARY .....	57
9	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....	59
10	SEZNAM TABULEK .....	63
11	SEZNAM OBRÁZKŮ .....	64

# 1. ÚVOD

Dřevo je surovina, která je řazena mezi obnovitelný zdroj. Je jedním z nejvhodnějších materiálů pro zhotovení řady užitkových předmětů, staveb a v tomto případě stavebně truhlářských výrobků. Pro vhodnost použití dřeva musí být brán zřetel na funkci, umístění, prostředí a vnější vlivy – vítr, voda, mráz, UV záření i provozní zatížení. Zvolené dřevo by mělo být schopno těmto vlivům odolávat, plnit danou funkci a nesmí být zanedbána ani jeho estetická stránka. Za nejdůležitější vlastnosti, které jsou u tohoto materiálu sledovány, lze považovat tvrdost a pevnost, pružnost, tepelnou vodivost, izolační schopnost, snadnou opravitelnost, údržbu, dlouholetou spolehlivost, všestrannou použitelnost a příjemný vzhled.

Základní vlastnosti dřeva odpovídají jeho složité chemické a velice různorodé anatomické stavbě. Ze stavby dřeva vyplývá jeho anizotropie, pórovitost, hygroskopicitu a nehomogenitu. Z mechanických vlastností je velkou výhodou dřeva jeho vysoká pevnost při nízké objemové hmotnosti. Tyto základní charakteristiky dřeva předurčují a také bohužel omezují jeho finální použití. Aby stavebně truhlářské výrobky vyhověly mechanickým i vzhledovým nárokům, je tudíž nezbytné znát a dodržovat správné konstrukční zásady a postupy.

Povrchová úprava je důležitou součástí hotových výrobků ze dřeva. Před použitím hotových výrobků je nezbytné jejich ošetření – dokončení vhodnou povrchovou úpravou. Hlavním úkolem povrchové úpravy je zabezpečení a ochrana povrchu. Dřevo je zapotřebí chránit před řadou negativních činitelů, jako jsou například mechanické opotřebení, atmosférické a chemické vlivy a jiné. V případě transparentní povrchové úpravy nám tento typ ochrany může zvýraznit a dokreslit přirozený vzhled a strukturu samotného dřeva. Správné zvolení povrchové úpravy výrazně prodlužuje životnost daného výrobku. Náklady na povrchovou úpravu bývají zpravidla poměrně malé, a vliv na kvalitu výrobku je naopak velký.

Je nezbytné znát složení, fyzikální a mechanické vlastnosti, způsob aplikace nátěrové hmoty a také samotného podkladu. A to z toho důvodu, že v případě nesprávně zvolené povrchové úpravy může být výsledný produkt znehodnocen.



## 2. CÍL PRÁCE

Jak už název této bakalářské práce napovídá: Odolnost povrchových úprav stavebně truhlářských výrobků vůči poškrábání, bylo hlavním úkolem zanalyzovat vhodné nátěrové hmoty pro dokončování stavebně truhlářských výrobků a stanovit odolnost povrchových úprav vůči poškrábání.

Cílem této bakalářské práce bylo stanovit vztah mezi fyzikálně-mechanickými vlastnostmi povrchové úpravy a odolností vůči poškrábání. Bylo nutné stanovit u povrchových úprav odolnost vůči vrypu, oděru a otěru.

Vyhodnocením této bakalářské práce by mělo být hodnocení a doporučení použitých nátěrových hmot pro jejich odolnost vůči poškrábání na stavebně truhlářských výrobcích.

### 3. LITERÁRNÍ PŘEHLED

#### 3.1 Obecně o dřevě

##### 3.1.1 Výběr dřeva pro stavebně truhlářské výrobky

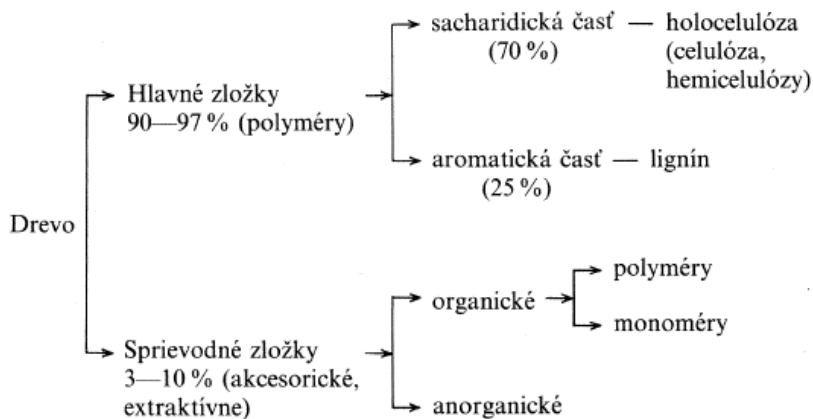
Z důvodu vysoké tvrdosti, pevnosti a velice příjemného vzhledu jsou v dnešní době na stavebně truhlářské výrobky (luxusní nábytek, podlahy atd.) ve značné míře využívány dřeviny z jihoamerických tropických deštných pralesů. Toto dřevo je však příliš nákladné. Z důvodu zmenšování rozlohy všech deštných pralesů stále výrazněji roste cena těchto dřevin. V našich podmínkách je nejvíce zastoupenou dřevinou smrk. Proto je spolu s našimi ostatními dřevinami (douglaska, akát, modřín, dub a borovice) vhodný a často používaný pro stavebně truhlářské výrobky.

Smrk svým vzhledem a svou žlutobílou až světle žlutohnědou barvou působí velmi příjemně a s exteriérem přirozeně ladí. Je ovšem méně odolný proti biotickým škůdcům, dobře se opracovává a také suší. I když je smrkové dřevo měkké, a je tedy choulostivější a hůře se impregnuje, i přesto se u nás využívá maximálně v interiéru i exteriéru (Hecker 2003; Himmelhuber 2012).

##### 3.1.2 Chemické složení dřeva

Základní znalosti chemického složení dřeva jsou nezbytné z hlediska úzké návaznosti submikroskopické stavby, mikroskopické struktury a modifikace vlastností dřeva. Dřevo je velmi složitý komplex různých látek, u nichž základ tvoří přírodní polymery (biopolymery) (Gandelová a Šlezingerová 2014).

Chemické složky ve dřevě můžeme rozdělit dle obrázku č. 1:



Obr. 1: Rozdělení chemických složek ve dřevě (Požgaj 1993)

Hlavní dřevní hmotu tvoří:

Celulóza – základní stavební hmota ve stěnách buněk všech rostlin. Ve dřevě je zastoupena v rozmezí 40–55 %. Jsou to dlouhé molekuly, tvořené z glukózových jednotek, kterých může být i několik tisíc v jedné molekule. Je to polysacharid se stavební funkcí.

Hemicelulózy jsou směsí dalších polysacharidů ve dřevě. Jsou to heteropolysacharidy, které mají nižší podíl krystalické části. Doprovází celulózu v jednotlivých vrstvách buněčných stěn anatomických elementů dřeva, tvoří zde tmelící složku mezi vláknitými strukturami celulózy a ligninem (Gandelová a Šlezingerová 2014).

Lignin tvoří ve dřevě důležitou složku, která zabezpečuje dřevnatění buněčných stěn. Makromolekuly jsou prostorově rozložené, ukládají se do buněčných stěn, čímž dochází k lignifikaci. K tomuto procesu může dojít po vytvoření a dokončení celulózové kostry. Lignin se vyznačuje svou termoplasticitou a vysokou absorpcí světla. Ukládání ligninu do buněčných stěn je nerovnoměrné, nejvíce ligninu je ve střední lamelle a primární buněčné stěně. Přítomnost ligninu ve dřevě zvyšuje mechanickou pevnost, snižuje propustnost dřeva, chrání před mikroorganismy, ale snadno podléhá UV záření, zásadám, kyselinám a jiným látkám.

Doprovodné složky dřeva jsou látky, které se vyskytují v malém množství. Nacházejí se jak v buněčných stěnách, v mezibuněčných prostorách, tak i v lumenech. Mají vliv na barvu a vůni dřeva, dále pak na opracování, sušení, povrchovou úpravu, impregnaci, trvanlivost a odolnost. Mezi doprovodné složky dřeva řadíme některé sacharidy, fenoly, terpeny, alkoholy, aldehydy a bílkoviny (Požgaj 1993).

*Tab. 1: Průměrné procentické zastoupení hlavních složek dřeva našich nejzastoupenějších dřevin (podle Blažeje 1975)*

	smrk	borovice	buk
celulóza (%)	45,6	43,2	39,2
hemicelulózy (%)	27,6	28,0	35,3
lignin (%)	26,9	26,6	20,9

## 3.2 Ochrana dřeva

Dřevo je náchylný přírodní materiál, který musí být chráněn před vlivy, jako jsou:

- Biotičtí škůdci
- Atmosférické vlivy
- Mechanické poškození
- Oheň

Kromě impregnačních prostředků a barev, které jsou důležitou součástí ochrany dřeva, můžeme využít i konstrukční ochranu dřeva. To znamená, že před degradujícími vlivy chráníme dřevo jeho umístěním. V dřívějších dobách se dělaly velké přesahy střech, čímž se chránily dřevěné stěny. V daném případě se musí dbát vždy na to, aby dešťová voda mohla plynule odtékat. Aby nedošlo k podmáčení, je vhodné využít podklad, např. šterkový (zahradní architektonické prvky by neměly přijít do kontaktu s půdou), nebo dřevěnou konstrukci volně upevnit tak, aby kolem mohl proudit vzduch a vlhkost mohla snadno vyschnout. Tím se zabrání tvorbě plísní a také napadení houbami a živočichy. Jinak by se dřevo mohlo lehce proměnit v humus, což je v přírodě přirozené, ale u stavebních prvků nežádoucí. Za tímto účelem se mohou montovat rozpěrky, ty také izolují a napomáhají k odpařování vlhkosti.

Další starou technikou je opalování v přímém ohni. Tím se vytváří povlak, který uzavře dřevěné jádro (Himmelhuber 2012).

Ochranou dřeva se zajistí zachování fyzikálně mechanických a užitných vlastností dřeva, vzhled výrobků a také kvalita, která má vliv na bydlení či užívání dřevěných výrobků.

## 3.3 Stavebně truhlářské výrobky

Mezi stavebně truhlářské výrobky patří: okna a balkonové dveře, dveře (zárubeň a dveřní křídlo), dřevěná schodiště a zábradlí, vestavěné skříně, kuchyňské linky, dělicí nebo skládací stěny a příčky, obložení stěn a stropů a podlahy (Hulinský a Bittmann 2009).

### 3.3.1 Požadavky na stavebně truhlářské výrobky

Na veškeré stavebně truhlářské výrobky jsou kladeny požadavky, které jsou uvedeny v normách. Konkrétně pro podlahy existuje například norma ČSN 49 2120 a pro nábytek ČSN 91 0102. U výrobků, které jsou využívány v exteriéru, se musí klást

obzvláště důraz na ochranu vůči klimatickým vlivům. Sluneční záření, zejména jeho ultrafialová část (UV), dále mráz, změna teplot, vlhkosti, znečištěné životní prostředí, kyselá dešť, emise a odpadní plyny poškozují dřevní hmotu a dochází ve dřevě ke:

- změně odstínu dřeva: tmavnutí, šednutí
- nesoudržnosti nátěrů s podkladem
- vymývání (degradace) ligninových složek
- adsorpce vlhkosti starých obnažených vláken

I samotná konstrukce při ochraně stavebně truhlářských výrobků hraje velkou roli. Může se zabránit bobtnání, praskání, napadení plísněmi nebo hmyzem. Proto by se neměly vytvářet na výrobcích ze dřeva vodorovné plochy, kde by zadržovaná voda stála. Plochy by měly být vyspádované se zaoblenými hranami. Dřevo by nemělo být v kontaktu se zemí. Řezné hrany je vhodné přikrýt, aby do nich vlhkost neměla možnost vniknout díky kapilárním schopnostem dřeva. Na stavbu stavebně truhlářských výrobků by mělo být použito pouze dobře skladované a vysušené dřevo s rovnovážnou vlhkostí nižší než 20 % (Tesařová a kol. 2014).

#### Vliv vody a vlhkosti – rozměrová stálost

Dřevo se vždy snaží vyrovnat svoji vlhkost s vlhkostí prostředí, které je vystaveno. Dřevo bude vlhkost na sebe poutat, případně ji odevzdávat až do doby, než dojde k rovnováze mezi rovnovážnou vlhkostí dřeva a relativní vzdušnou vlhkostí.

Pod pojmem bobtnání a sesychání se rozumí procesy, při kterých se mění rozměry materiálu v důsledku příjmu, případně ztráty vody vázané v rozsahu vlhkosti 0 % až mez hygroscopicity. Aby se rozměry stavebně truhlářských výrobků neměnily, je nutné zabezpečit správnou pokládku a zajistit podmínky pro správné užívání (Horáček 2008).

Pro výrobky ze dřeva jsou určeny doporučené hodnoty rovnovážné vlhkosti tohoto materiálu. Pro zahradní nábytek a podlahy určené do exteriéru je vhodné použít dřevo vysušené na 16–17 % a pro interiérový nábytek a podlahy se doporučuje použít dřevo s rovnovážnou vlhkostí 9–11 % (Dejmal 1995).

#### Rovinnost povrchu

Rovinnost povrchu je dána velikostí odchylky od výkresové dokumentace. Rovinnost povrchu je měřena po celé ploše ve vybraných bodech pomocí pravítka, případně laseru (ČSN 74 4505: Podlahy – Společná ustanovení, 2008).

### Přilnavost nátěrového filmu

Přilnavost nátěrového filmu se zjišťuje podle odporu, který nátěr klade při seřezávání z podkladu. Přilnavost je závislá na kvalitě nátěrových hmot, ale také na podkladovém materiálu. Tuto vlastnost nátěrového filmu je možné měřit těmito možnými způsoby, ohybovou, vrypovou, případně odtrhovou zkouškou (ČSN EN ISO 1519: Nátěrové hmoty – Zkouška ohybem, 2011; ČSN EN ISO 1518-1: Stanovení odolnosti proti vrypu, 2012; ČSN EN ISO 4624: Nátěrové hmoty – Odtrhová zkouška přilnavosti, 2017).

### Odolnost proti biologickým vlivům

Mezi biologickou degradaci dřeva je možné zařadit působení dřevokazného hmyzu a hub a mikroorganismů. Vhodná vlhkost dřeva pro dřevokazné houby je nad 20 %, pro dřevokazný hmyz je tato hranice vlhkosti okolo 10 %. Biologičtí škůdci se živí dřevní hmotou a tím narušují a ovlivňují mechanické vlastnosti dřeva.

### Hygienické požadavky

Po umístění stavebně truhlářského výrobku a jeho povrchovým dokončením musí být zajištěny patřičné hygienické požadavky. Mezi tyto požadavky pro uživatele patří například: zdravotní nezávadnost, přijatelné tepelné a vlhkostní vlastnosti, přípustná koncentrace uvolněných škodlivin.

### Korozní vlastnosti

Mezi takovéto vlastnosti se řadí znehodnocení materiálu chemickými, fyzikálními nebo biologickými vlivy prostředí. Největší pravděpodobnost výskytu koroze materiálu hrozí v prostorách a místech, kde se často používají čisticí prostředky s obsahem solí, kyselin, případně zásad, z nichž některé jsou nevhodné pro výrobky ze dřeva.

### Odolnost proti dlouhodobému statickému zatížení

Zde jde o odolnost proti deformaci od zatížení nábytkem a jinými zařizovacími předměty. Zjišťování této odolnosti je stanoveno normou ČSN EN ISO 24343-1, kde se sleduje hloubka vtisku od zatěžovacího břemene a trvalá deformace po odstranění zátěže (Werner 2005).

### Povrchová tvrdost nátěrového filmu

Tvrdość nátěru je schopnost nátěrového filmu odolávat deformačním účinkům vnikajícího tělíska při jeho vtisku do nátěrového filmu. Povrchová tvrdost nátěrového filmu se nejčastěji stanovuje dvěma možnými způsoby. Jedná se buď o stanovení vnikající tvrdosti nátěru mikrotvrdoměrem, nebo jde o zkoušku za pomoci ořezaných hrotů sady tužek (ČSN EN ISO 15184: Nátěrové hmoty – Stanovení tvrdosti nátěru zkouškou tužkami, 2013).

### Skluznost

Tato vlastnost se týká zejména podlah. Dřevěná podlaha musí splňovat patřičnou odolnost proti skluzu, a tím musí být zajištěno bezpečné užívání. Jde o stanovení součinitele smykového tření, na něž má vliv struktura a znečištění povrchu a vlhkost. Účelem stanovení odolnosti proti skluznosti je zjištění vhodnosti povrchu podlahy pro běžný pohyb osob. V komunikačních prostorách musí být na podlahu splněny následující požadavky: rovný povrch, bez náhlých změn skluznosti, nerovností a překážek (ČSN 74 4507: Odolnost proti skluznosti povrchu podlah – Stanovení součinitele smykového tření, 2007).

### Odolnost proti opotřebení

Ze stavebně truhlářských výrobků jsou největšímu namáhání vystaveny právě podlahy. Tato vlastnost podlahy má rozhodující vliv na její životnost. Tloušťka nášlapné vrstvy je postupně zmenšována otěry podrážek bot spolu s prachem a drobnými kamínky. Pro lakované dřevěné podlahy přejímá funkci odolnosti proti opotřebení povrchová úprava. Přelakováním dřevěné podlahy může být zvýšena její životnost. Podlahy z palubek mají v porovnání s podlahami lakovanými podstatně životnost nižší. Je to dáno nerovnoměrným opotřebením jarních a letních vrstev letokruhů.

### Světlostálost

V případě, kdy je dřevo vystaveno světlu, má tendenci měnit svůj odstín a získávat tak barvu světlem zdegradovaného dřeva. Konkrétně pro podlahy je doporučeno, aby na ně nebylo v počátečních měsících nic kladeno, právě z důvodu změny odstínu barvy nezakryté části podlahy.

### Elektrické vlastnosti

Vysušené dřevo je velice dobrý izolant, a tudíž mají výrobky ze dřeva dostatečné vlastnosti pro ochranu osob proti elektrickému zásahu. Zkouška na elektrickou vodivost je prováděna podle normy ČSN 74 4505 (Polášek a Coufal 1995).

### Odolnost proti nárazu

Touto odolností je myšleno nárazové zatížení, například od pádu těžkého předmětu. Při takovémto nárazovém zatížení ve většině případů dojde k trvalému znehodnocení povrchu v místě dopadu těžkého předmětu. Odolnost proti nárazu se týká hlavně použité nátěrové hmoty. Ta by povrch měla ochránit i při propadení podkladu a neměla by se v žádném případě loupat a popraskat (ČSN EN ISO 2815: Nátěrové hmoty – Buchholzova vrypová zkouška, 2004).

### Zvuková a kročejová neprůzvučnost

Kročejovým hlukem je označován zvuk, který vzniká chůzí uživatelů podlahy a šíří se jak konstrukcí samotné podlahy, tak i stropem do spodní místnosti. Podle příslušné normy ISO 140-8 je možné měřit přenos kročejového hluku parketovou nebo laminátovou podlahou. Pro stanovení kročejového hluku se využívá normalizovaného přístroje, který klepáním kladívky vytváří hluk.

Prostorový hluk je měřen zkušební chůzí po podlaze. Nicméně není možné porovnávat různé typy podlah spravedlivým způsobem, proto je navrhována metoda objektivního měření, která až nabude platnost, měla by se stát zkušební normou (Polášek 2005).

### Lesk povrchu

Míra, do jaké je možné vidět na pozorované ploše odrazy světla, je charakterizována jako lesk povrchu. Definice lesku je dána jako poměr světelného toku, který je odražen od měřeného povrchu zpět do specifického zdroje a úhlu tohoto světelného toku, který je odražen od černého skla s indexem odrazu 1,567. Norma ČSN ISO 2813 definuje stupeň lesku jako poměr mezi intenzitou dopadajícího a odraženého světelného záření určitého spektra od sledovaného povrchu. Za normálních podmínek je lesk povrchu měřen pod úhlem 60°. Naměřené hodnoty by se měly správně pohybovat v intervalu 10–70 GU (Gloss Units) (ČSN ISO 2813: Stanovení zrcadlového lesku nátěru bez obsahu kovových pigmentů při úhlu 20°, 60° a 85°, 2016).



### 3.4 Povrchová úprava

Povrchovou úpravou se rozumí dokončování úprav povrchu dřeva, které je nedílnou součástí hotových výrobků. Vzhled finálního výrobku je určen nejen samotným tvarem, výrobním postupem, ale velký podíl zde hraje i jejich povrchová úprava (Tesařová a kol. 2014).

Hlavní funkcí jakéhokoliv dokončování dřeva je ochrana povrchu dřeva, pomoc udržet určitý vzhled, poskytnout omyvatelnou plochu a samozřejmě prodloužit životnost výrobku. Ačkoliv dřevo může být použito v exteriéru i interiéru bez jakéhokoliv dokončení, nedokončené povrchy dřeva vystavené počasí mění barvu, jsou zdrsňeny fotodegradací, a tak dochází k narušování takového povrchu. A navíc nedokončené dřevo je více obtížné na čištění než dřevo s dokončeným povrchem.

Dřevo a výrobky na bázi dřeva mohou být dokončovány účinně mnoha různými způsoby. Volba dokončení závisí na vzhledu a úrovni požadované ochrany a na složení nátěrových hmot (Kretschmann et al. 1999).

#### 3.4.1 Požadavky na povrchovou úpravu

Při výběru, typu a způsobu nanášení povrchové úpravy se vždy musí dbát na následující okolnosti:

- prostředí, ve kterém bude výrobek následně používán
- je-li výrobek z jehličnatého, listnatého nebo exotického dřeva
- jedná-li se o renovaci staršího materiálu
- jedná-li se o dokončení výrobku bez povrchové úpravy
- zatížení používáním, kterému bude výrobek vystaven, včetně namáhání atmosférických vlivů
- ekologické požadavky – minimalizovat emise organických těkavých látek
- trvanlivost výrobku
- odolnost vůči vrypu, úderu a oděru
- skluznost povrchových úprav
- odolnost vůči působení chemikálií a kapalin
- zvýšení estetické hodnoty
- potlačení barevných odstínů dřevěných podkladů

Mezi další vlastnosti dřeva, které ovlivňují konečnou povrchovou úpravu, patří vady např. suky, hniloba a barevné skvrny materiálu (veškeré tekutiny = extrakty) ve dřevě (Tesařová a kol. 2014).

### **3.5 Nátěrové hmoty**

Hlavním faktorem, který má vliv na kvalitu povrchové úpravy, jsou nátěrové hmoty. Jedná se o složitý materiál, ke kterému musí být přihlíženo se zvýšenou pozorností, aby byl požadovaný výsledný efekt splněn. Velmi záleží na chemickém složení nátěrové hmoty, podle kterého se bude s daným nátěrem zacházet (Bulian a Graystone 2009).

Pod tímto souhrnným názvem jsou označovány veškeré materiály, s hlavní složkou filmotvornou látkou (pojivo), které jsou aplikovány na podklad v tekutém, těstovitém, případně práškovitém stavu různými způsoby. Požadavkem a důvodem je tvorba nátěrového filmu pro patřičnou ochranu podkladového materiálu (Tesařová a kol. 2014).

#### **3.5.1 Rozdělení nátěrových hmot**

Pro dokončování povrchu dřevěných výrobků jsou používány následující nátěrové hmoty:

##### Transparentní

Transparentní nátěrové hmoty jsou charakterizovány tím, že nijak nezakrývají strukturu podkladového materiálu a nebrání její viditelnosti. Jsou tedy bez jakéhokoliv barevného odstínu. V praxi jsou transparentní nátěrové hmoty dále děleny na: laky (základní brusné, penetrační a vrchní), napouštědla, fermeže a plniče (Ambrožová 2000).

##### Pigmentové

Pigmentové nátěrové hmoty jsou typické tím, že na rozdíl od transparentních nátěrových hmot zakrývají strukturu a vzhled podkladu a tím výrazně mění jeho barevný odstín. Složením obsahují pigmenty a barviva. Podle množství plnidel a pigmentů jsou v praxi rozdělovány pigmentové nátěrové hmoty na: základní barvy, tmely a emaily (Zemiar 2009).

## Lazury

Lazury neboli lazurovací laky jsou nátěrové hmoty, které se svým složením podobají mořidlům, ovšem s vyšším obsahem filmotvorné látky. Stejně jako mořidla opět nechávají vyniknout vzhled podkladu, na kterém jsou nanесeny, pouze mu mírně upraví barevný odstín. Podle obsahu pojiva v nátěrové hmotě se rozdělují lazurovací laky s obsahem pojiva do 20 % (tenkovrstvé lazury) a nad 20 % (silnovrstvé lazury) (Hartman a kol. 1988; Tesařová a kol. 2014).

## Mořidla

Mořidla patří mezi nátěrové hmoty, které nezakrývají texturu podkladu. Složením obsahují barevné pigmenty, rozpouštědla a minimum filmotvorných látek. Při nanášení se ve většině případů na závěr ještě přelakují některým z transparentních laků (Ambrožová 2000).

### **3.5.2 Složení nátěrových hmot**

Jakákoliv nátěrová hmota je složena z poměrně složité směsi látek, kdy každá složka ovlivňuje vlastnosti a použití celé nátěrové hmoty. Nátěrové hmoty jsou vytvořeny ze dvou základních složek, které je možné rozdělit do následujících skupin:

#### Netěkavé složky

Mezi netěkavé složky jsou řazeny látky nerozpustné, které vytvářejí po zaschnutí nátěrový film.

- ❖ Pojiva (filmotvorné látky) – hlavní složka, která určuje celkové vlastnosti nátěrové hmoty, udává nátěru základní fyzikální, mechanické a chemické vlastnosti. Po vyschnutí nátěru se nevypaří, spojí části nátěru dohromady a tím vytvoří nátěrový film. Pojiva je možné rozdělit podle původu na přírodní a syntetické.
- ❖ Pigmenty – jedná se o drobné částice patřičné barvy, které nemají schopnost se rozpouštět v pojivu. Pigmenty dodávají nátěrové hmotě požadovaný barevný odstín, kryvost, tvrdost a rozliv.
- ❖ Barviva – jde o barevné látky, které na rozdíl od pigmentu mají schopnost se v pojivu rozpouštět. Dávají nátěrové hmotě barvu, případně i kryvost.
- ❖ Plniva – používají se společně s pigmenty pro úpravu vlastností nátěrové hmoty. Stejně jako pigmenty jsou v pojivu nerozpustná.

- ❖ Aditiva – jejich množství v nátěrových hmotách je pouze minimální a plní funkci úpravy nanášecích vlastností nátěrové hmoty.
- ❖ Změkčovadla – látky, které zastávají funkci úpravy vlastností filmotvorných látek.

### Těkavé složky

Mezi těkavé složky jsou řazeny látky, které upravují konzistenci nátěrové hmoty, ať už při samotné výrobě nátěrové hmoty nebo při její aplikaci. Po čas, kdy nátěrová hmota vytváří film, jsou tyto těkavé složky odpařovány do okolního prostoru nebo jsou oddifundovávány do podkladu.

- ❖ Rozpouštědla – jak už název vypovídá, jde o kapaliny, jejichž hlavní funkcí je rozpouštění filmotvorných složek v nátěrové hmotě. Pro rozpouštědla je důležité, aby se dobře dokázala odpařovat, rozpouštět filmotvorné látky, upravovat viskozitu, hustotu a chemické vlastnosti, a to vše při splnění náročných hygienických požadavků.
- ❖ Ředidla – jde o kapaliny, které ovlivňují hustotu (konzistenci) nátěrové hmoty. Do nátěrové hmoty se přidávají jak v průběhu jejich výroby, tak je lze vpravit při samotné aplikaci nátěrové hmoty (Zemiar 2009).

### **3.5.3 Způsoby nanášení**

Povrchová úprava je souhrn všech postupů, kterými lze povrch výrobku dokončit. Hlavním úkolem nátěrových hmot je ochrana výsledného výrobku, a proto musí být povrchově dokončen pomocí nátěrové hmoty. Tím, že na povrch aplikujeme nátěrovou hmotu, výrazně zvýšíme jeho hodnotu a prodloužíme životnost. Nátěr je prováděn v jednotlivých vrstvách až do dosažení konečné tloušťky nátěrového filmu (Werner 2005).

Při výběru správné nátěrové hmoty a vhodné aplikační techniky je zapotřebí zohlednit patřičná hlediska: počet, tvar a velikost podkladů, výslednou a požadovanou kvalitu povrchové úpravy, dále pak složitost a náročnost jednotlivých technologických postupů a nesmí se zapomenout na samotné vlastnosti použité nátěrové hmoty (Kalendová 2003).

Při nedodržení podmínek by mohlo dojít k nedostatečnému zaschnutí nátěrové hmoty, puchýřkování, zmatnění, změně odstínů, svršťování, zvedání nátěru, k vadám při pokrytí, přilnavosti nebo ke vzniku kráterků a pórů.

Pro vlastní aplikaci povrchové úpravy jsou běžně užívány téměř všechny způsoby nanášení, které byly doposud vyvinuty. Jde o metody: ruční nanášení, navalování, polévání, máčení, stříkání nebo nanášení v bubnu. Při dokončování povrchové úpravy nátěrovými hmotami se jako nejčastější metody nanášení používají metody stříkáním, poléváním nebo válcovým nanášením (Muzikář 2008).

### 3.5.4 Tvorba nátěrového filmu

Kromě vlastního složení nátěrové hmoty jsou konečné vlastnosti povrchové úpravy po aplikaci nátěrové hmoty na podklad dále ovlivněny způsobem vzniku a tvorby nátěrového filmu. Po procesu nanesení dochází k vysoušení a vytvrzování nátěrové hmoty, která z původního tekutého stavu přechází do stavu pevného.

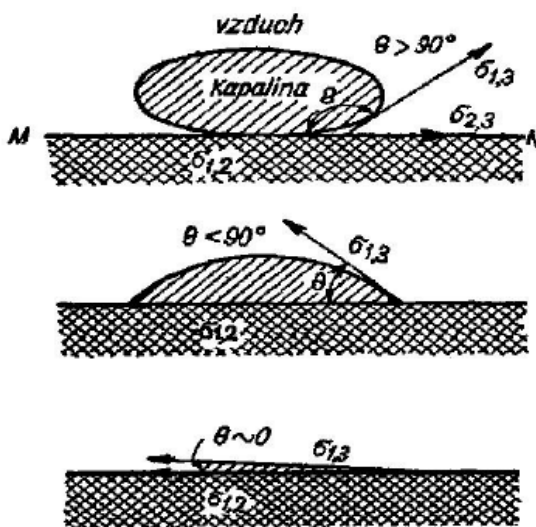
Podle způsobů, jak může dojít k vytvrzení do tuhého skupenství, je možné nátěrové hmoty rozdělit na:

- ❖ Fyzikálně zasychající – nátěrový film se tvoří po odpaření rozpouštědla z nátěrové hmoty. Do této skupiny řadíme vodou ředitelné, nitrocelulóзовé nebo lihové nátěrové hmoty.
- ❖ Chemicky vytvrzující – v tomto případě dojde k tvorbě nátěrového filmu až po přidání tvrdidla (tužidla) do nátěrové hmoty a tím dojde k chemické reakci a následnému vytvrzení nátěrové hmoty.
- ❖ Vytvrzování UV zářením – tento způsob vytvrzování je založen na principu polymerizace nátěrové hmoty, která se při ozáření ultrafialovým světlem vytvrdí. Nátěrové hmoty musejí ve své směsi obsahovat fotoiniciátory, které pohltnou vyzářenou energii z UV záření. Po předání energie a iniciaci vznikají radikály, které vytvoří příčné vazby mezi pojivy a podílejí se na stavbě polymerní sítě. Tento typ vytvrzování probíhá v řádu několika sekund, což umožňuje výrazné zkrácení doby zpracování při zaručené jakosti technologické operace (Tesařová a kol. 2014).

#### Smáčivost nátěrové hmoty

Při nanesení nátěrové hmoty na povrch dochází k jejich vzájemnému působení, které se projevuje smáčivostí povrchu dílce a přilnavostí nátěrové hmoty. Kapalina se snaží vždy zaujmout kulovitý tvar, tedy tvar s co nejmenší povrchovou plochou. Pro zvětšení

této plochy je zapotřebí dodat energii. Smáčivost nátěrové hmoty je charakterizována úhlem smáčení  $\alpha$ . Čím je tento úhel menší, tím daná kapalina lépe smáčí povrch (Lambourne a Strivens 1999; Kalendová a Kalenda 2004).



Obr. 2: Smáčivost a úhel smáčení kapaliny na povrchu dílce  
(Kalendová a Kalenda 2004)

### 3.5.5 Vhodné nátěrové hmoty pro dokončování stavebně truhlářských výrobků

Mezi nejrozšířenější a nejpoužívanější druhy nátěrových hmot pro povrchovou úpravu stavebně truhlářských výrobků patří: vodou ředitelné, polyuretanové, olejové, voskové, nitrocelulózoové, lihové (etanolové), syntetické a epoxidové nátěrové hmoty (Tesařová a kol. 2014).

V současné době mezi nejvíce používané nátěrové hmoty při dokončování stavebně truhlářských výrobků patří vodou ředitelné a polyuretanové rozpouštědlové.

#### Vodou ředitelné nátěrové hmoty

Jde o moderní nátěrové hmoty na bázi akrylátových disperzí, kde nátěrový film vzniká fyzikálním zasycháním. Ředidlem je zde voda, ale po zaschnutí se nátěrový film stává ve vodě nerozpustný. Do této skupiny nátěrových hmot se řadí nátěry na bázi polymerů. Polymery s vodou vytvářejí nepravý roztok (polyuretany), který je na podlahy velmi vhodný kvůli své odolnosti. Jelikož obsahují pouze 3–18 % organických rozpouštědel, mají tak nízký obsah emisí (VOC) (Tesařová a kol. 2014).

Menší nevýhodou je fakt, že vodou ředitelné nátěrové hmoty způsobí mírné nabobtnání dřevních vláken. Z tohoto důvodu je vhodné první nános provést pouze ve

slabé vrstvě asi  $80 \text{ g.m}^{-2}$ . Při nanášení je potřebná minimální teplota prostředí  $20 \text{ }^{\circ}\text{C}$  s dostatečnou výměnou vzduchu. Pro skladování těchto nátěrových hmot nesmí teplota prostředí být nižší než  $0 \text{ }^{\circ}\text{C}$ . Dále obsahují nižší obsah sušiny, proto stačí aplikovat tenčí vrstvy. Poněvadž voda způsobuje korozi, musí být z toho důvodu aplikační zařízení zhotovena v nerezovém provedení. Mezi možné a vhodné způsoby nanášení patří aplikace: štětcem, stříkání a máčení. Vodou ředitelné nátěrové hmoty jsou vhodné jak do interiéru, tak i exteriéru (Lambourne a Strivens 1999).

#### Polyuretanové rozpouštědlové nátěrové hmoty

Jsou řazeny mezi fyzikálně-chemicky zasychající nátěrové hmoty. Doporučuje se aplikace při pokojové teplotě z důvodu barevných změn při použití teplot vyšších. Existují jak jednosložkové, tak dvousložkové nátěrové hmoty. Tyto nátěrové hmoty jsou složeny z polyizokyanátové pryskyřice (tužidlo – alkydová, polyesterová nebo polyetherová) a složky, která obsahuje hydroxylové skupiny nebo nitrocelulózu. Vysoká tvrdost, odolnost vůči rozpouštědlům, kyselé a alkalické hydrolýze a dobrá ohebnost je dána hustou sítí s velkým množstvím uretanových vazeb. Nevýhodou polyizokyanátových, polyuretanových nátěrových hmot je jejich žloutnutí a nižší odolnost vůči povětrnosti. Naopak alifatické polyizokyanáty nikterak nemění barvu, vyznačují se dobrou odolností vůči slunečnímu záření.

Polyuretanové nátěrové hmoty je možné použít pro povrchové úpravy na stavebně truhlářských výrobcích a nábytku, které budou zvláště vystaveny zvýšenému namáhání (Hartman a kol. 1988).

## 4. POSTUP ŘEŠENÍ

V této kapitole jsou uvedeny veškeré použité materiály, měřicí přístroje a pomůcky. Dále je zde popsána samotná příprava vzorků, nátěrové hmoty a použité zkušební metody.

### 4.1 Použité materiály a zařízení

#### 4.1.1 Podkladový materiál

Jako podkladový materiál použitý pro tuto práci byla zvolena 10 mm silná dřevotřísková deska, odýhovaná smrkovou dýhou. Délkový rozměr jednotlivých vzorků činil 150 mm a šířka byla 100 mm. Počet použitých vzorků byl stanoven na 36 kusů, které byly rozděleny pro jednotlivé nátěrové hmoty do čtyř skupin vždy po 9 kusech.



Obr. 3: Podkladový materiál (vlastní knihovna)

#### 4.1.2 Nátěrové hmoty

Úprava podkladových materiálů byla dokončena celkem čtyřmi nátěrovými hmotami:

- ❖ Polyuretanové rozpouštědlové nátěrové hmoty:
  - HESSE PUR SCHICHTLACK DE 45322 – 0004 od výrobce HESSE SIGNAL
  - PURLET 2K PU LAK od výrobce BARVY A LAKY TELURIA
  - DUOCRYL 2K PARKETTLACK SEIDENMATT od výrobce ZWEIHORN
- ❖ Vodou ředitelná nátěrová hmota
  - BECKER ACROMA EM 1157 – 0025 od výrobce SHERWIN WILLIAMS



## HESSE PUR SCHICHTLACK DE 45322 – 0004

Jedná se o dvousložkový PUR lak na bázi akrylových pryskyřic, stálobarevný, dobře plnící a bezbarvý s velmi vysokou mechanickou odolností. Výrobek může být použit na všechny běžné typy dřeva i na dřevo bělené. Vhodné také pro lakování dětských hraček.

Údaje o výrobku (Technický list *Hesse Lignal*):

- Viskozita: 33–35 s
- Hustota: 0,942–0,947 g.cm<sup>-3</sup>
- Doba zpracování: 16 h při 20 °C a 50–60 %
- Stupeň lesku: matný
- Tužidlo: PUR DR 4070
- Poměr tužení: 5:1



Obr. 4: Nátěrová hmota Hesse PUR schichtlack (<http://www.hesse-lignal.de>)

## PURLET 2K PU LAK

Purlet 2K PU je lak vyrobený z polyuretanové disperze s přidavkem speciálních aditiv. Jde o dvousložkový vrchní polyuretanový lak na vodní bázi pro silně extrémně namáhané dřevěné a bambusové podlahy, OSB desky, schody, tělocvičny, dřevo v interiérech. Vhodný pro exotická a světlá dřeva.

Údaje o výrobku (Technický list *Barvy a laky Teluria*):

- Viskozita: 17–21 s
- Hustota: 1,05 g.cm<sup>-3</sup>
- pH: 8–8,3
- Doba zpracování: 3–4 h při 20 °C a 50 %
- Stupeň lesku: matný, 20–30 GU při 60°
- VOC: 0,10–0,11 kg/kg barvy
- Tužidlo: Purlet 2K PU na bázi alifatického polyisokyanátu
- Poměr tužení: 10:1



Obr. 5: Nátěrová hmota Purlet 2K PU lak (<http://www.barvyteluria.cz>)

## DUOCRYL 2K PARKETTLACK SEIDENMATT

Jde o vodu ředitelný 2K-PUR lak na parkety, bezbarvý s velmi vysokou mechanickou odolností. Výrobek je určen pro všechny běžné podlahy z dřevěných parket. Pro maximální mechanické nároky v obytném a průmyslovém prostředí. Také vhodný pro renovaci podlah a schodišť.

Údaje o výrobku (Technický list *Zweihorn*):

- Viskozita:  $20 \pm 2$  s
- Hustota:  $1,05 \text{ g.cm}^{-3}$
- Velikost nánosu:  $70\text{--}125 \text{ g.m}^{-2}$
- Doba zpracování: do 2 h při  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  a 65 %
- Stupeň lesku: hedvábně lesklý,  $45 \pm 2 \text{ GU}$  při  $60^\circ$
- Těkávé látky: max.  $90 \text{ g.l}^{-1}$  VOC
- Tužidlo: PUR PWH 3200
- Poměr tužení: 20:1



Obr. 6: Nátěrová hmota Duocryl 2K-parkettlack (<http://www.prosol-farben.de>)

## BECKER ACROMA EM 1157 – 0025

Jedná se o jednosložkový, vodu ředitelný transparentní a plnivý lak na bázi akrylátových disperzí. Vyznačuje se dobrou mechanickou a chemickou odolností povrchu. Je velice používán pro dokončování stavebně truhlářských výrobků, nábytku a jiné. Vytváří značně odolný a houževnatý povrch.

Údaje o výrobku (Technický list *Becker Acroma*):

- Viskozita: 60–70 s
- Hustota:  $1,03 \text{ g.cm}^{-3}$
- Obsah sušiny: 33 %
- Stupeň lesku: 22–27 GU při  $60^\circ$
- VOC: 0,046 kg/kg barvy
- Schnutí:  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ : 1–2 h;  $70 \text{ }^\circ\text{C}$ : 10–15 min.



Obr. 7: Nátěrová hmota Becker Acroma (<http://www.oem.sherwin-williams.com>)

### 4.1.3 Měřicí zařízení a pomůcky

#### Přístroje

- Zařízení pro stanovení tloušťky nátěrové vrstvy PosiTector 200

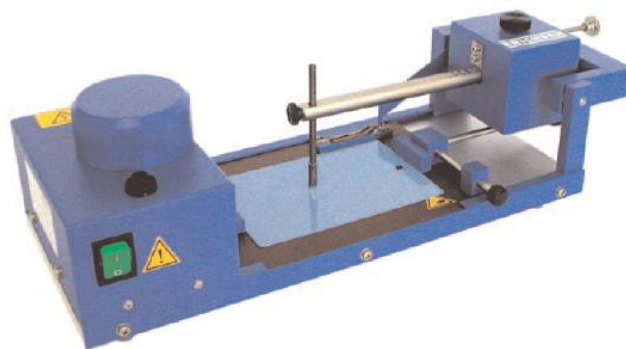
Rozsah měření: 13 až 1000  $\mu\text{m}$ , přesnost  $\pm 2 \mu\text{m} + 3 \%$  ze čtení



Obr. 8: PosiTector 200 (<http://www.hechrentals.com>)

- Zařízení pro měření odolnosti proti vrypu Hardness Tester, model 239 II.

Hrot s rozmezím zatížení 0–20 N. Tvrdost povrchu je dána silou, při které dojde k narušení povrchové vrstvy



Obr. 9: Hardness Tester, model 239 II. (<http://www.erichsen.de>)

- Příklad pro stanovení míry oděru Taber-Abraser, model 503 Standard  
 Brusné kotouče s rozmezím zatížení 75–875 g



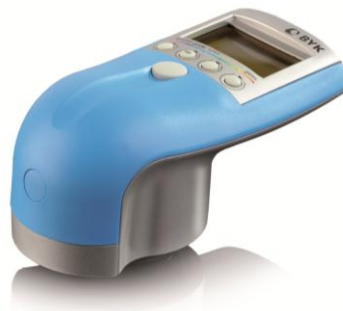
*Obr. 10: Taber-Abraser, model 503 Standard (<http://www.taberindustries.com>)*

- Příklad pro stanovení lesku Erichsen Picogloss 503  
 Zařízení pro kompaktní měření lesku s vysokou přesností 0,01 GU a možnými třemi geometriemi měření 20°, 60° a 85°



*Obr. 11: Erichsen Picogloss 503 (<http://www.erichsen.de>)*

- Zařízení pro stanovení barevného odstínu Spektrofotometr Byk-Gardner Spectro-Guide 45/0  
 Založeno na měření spektrálního odrazu v rozmezí vlnových délek 400–700 nm, citlivost 0,01  $\Delta E$



*Obr. 12: Spektrofotometr Byk-Gardner Spectro-Guide 45/0  
 (<http://www.measurewhatyousee.com>)*

- Příklad pro stanovení otěru Erichsen

Možnosti posuvových délek v rozmezí 20–300 mm, přesnost rychlosti  $\pm 1 \%$ , přesnost délky posuvu  $\pm 0,01$  mm



*Obr. 13: Příklad Erichsen (vlastní knihovna)*

### **Pomůcky**

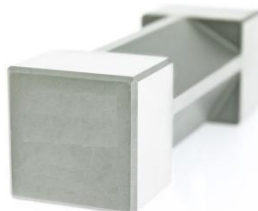
- Digitální váha A&D GX600

Rozsah hmotností 0,02–610 g s přesností 0,01 g



*Obr. 14: Digitální váha A&D GX600 (<http://www.affordablescales.com>)*

- Čtyřstranné nanášecí pravítko z nerezové oceli



*Obr. 15: Nanášecí pravítko (vlastní knihovna)*

- Bruska
- Brusné papíry o číslech zrnitosti 150, 180 a 280
- Gel pro tloušťku nátěru

## 4.2 Příprava vzorků

Celkový počet vzorků čili podkladového materiálu činil 36 kusů. Před samotnými zkušebními metodami bylo nutné splnit následující úkony:

- nařezání vzorků na požadované rozměry 100 × 150 mm
- strojní broušení – brusný papír o zrnitosti 180
- očištění povrchu od prachu a jiných nečistot
- první nános zředěné nátěrové hmoty (nanášecí pravítko – tloušťka 200 μm)
- zasychání nátěrové hmoty – 24 hodin
- ruční broušení – brusný papír o zrnitosti 280
- očištění povrchu od prachu a jiných nečistot
- druhý nános zředěné nátěrové hmoty (nanášecí pravítko – tloušťka 200 μm)
- zasychání nátěrové hmoty – 30 dní

## 4.3 Zkušební metody

### 4.3.1 Zhotovení zkušebních nátěrů nanášecím pravítkem podle ČSN 67 3049

Na začátek bylo nutné vzorky zvážit ještě neošetřené. Na vodorovnou plochu se položí papír (noviny), na který se umístí vzorek. Nanášecí pravítko se umístí na okraj zkušebního vzorku tak, aby výška štěrbinu odpovídala požadované tloušťce nátěru. Před štěrbinu nanášecího pravítka se nalije podélně 2–5 cm<sup>3</sup> nátěrové hmoty a tažením nanášecího pravítka směrem k sobě rovnoměrným pohybem rychlostí 5–10 cm.s<sup>-1</sup> se vytvoří souvislý nátěr po celé délce zkušebního tělesa. Přebytečné množství nátěrové hmoty se stáhne na podložený papír, který se ihned po nanesení odstraní. Je nutné dbát na mírné přitlačení nanášecího pravítka ke vzorku, aby nátěrová hmota nepodtékala pod opěrné plošky nanášecího pravítka. Ihned po provedení nánosu nátěrové hmoty je zapotřebí vzorky opět zvážit. Po zaschnutí nátěrové hmoty následovalo změření rozměrů nanesené plochy. Z těchto dostupných údajů bylo možné stanovit velikost nánosu nátěrové hmoty.

## Velikost nánosu

$$V_n = \frac{m_m - m_s}{S_n} \quad [g \cdot m^{-2}] \quad (1)$$

$m_m$  ... hmotnost mokrého vzorku [g]

$m_s$  ... hmotnost suchého vzorku [g]

$S_n$  ... plocha nánosu [m<sup>2</sup>]

### **4.3.2 Velikost tloušťky nátěrové hmoty podle ČSN EN ISO 2808**

Zjišťování velikosti tloušťky nátěrové hmoty je uskutečňováno nedestruktivní metodou za pomoci ultrazvukového přístroje PosiTector 200 (obr. 8). Na začátku je na zkušební vzorek nanášeno malé množství gelu, následuje přiložení a stlačení měřicího čidla přístroje a odečtení hodnoty tloušťky z displeje. Na každém vzorku bylo provedeno vždy na třech místech pět měření.

### **4.3.3 Stanovení odolnosti povrchu proti vrypu podle ČSN EN ISO 1518-1**

Měření odolnosti povrchu vůči vrypu je prováděno na měřicím zařízení Erichsen 239 II. Na začátek jsou vzorky vloženy do přístroje a je nutné před zahájením zkoušky zkontrolovat správné nastavení úhlu rydla. Následuje umístění závaží do polohy 1 (1 N) a stiskem tlačítka je zkouška zahájena. Zkouška je opakována vždy s přidáním dalším závažím (vždy o 1 N) až do doby, kdy hrot začne narušovat nátěrovou hmotu (tvorba rýhy). Tato zkouška byla provedena na vzorcích jak v podélném, tak v příčném směru.

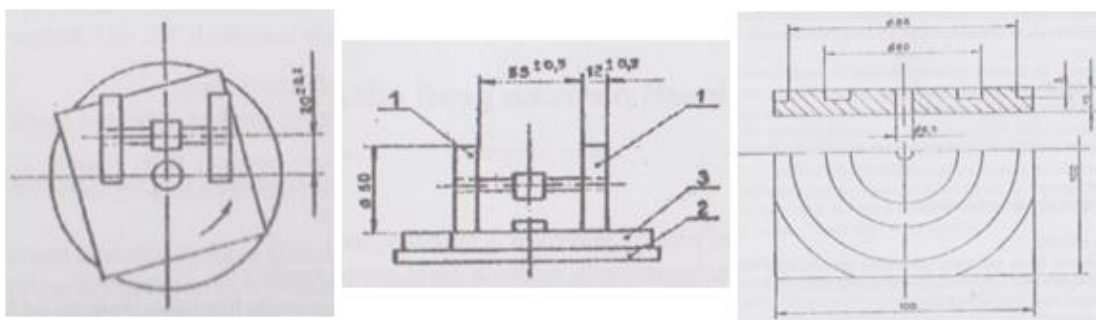
*Tab. 2: Odolnost povrchu proti vrypu (ČSN EN ISO 1518-1)*

<b>Velikost působící síly, při které došlo k narušení povrchové vrstvy</b>	<b>Označení stupňů hodnocení</b>
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

#### 4.3.4 Stanovení zjišťování odolnosti povrchu proti oděru podle ČSN 91 0276

Podstatou této metody je stanovení hmotnostního úbytku nátěrové hmoty po oděru brusným papírem v přístroji Taber-Abraser (obr. 10). Tento přístroj vyžaduje čtvercové rozměry zkušebních vzorků a vyvrtaný otvor uprostřed vzorku. Z tohoto důvodu musely být vzorky nejprve upraveny na rozměry 100 × 100 mm a vyvrtán otvor ve středu o průměru 6,5 mm.

Před zkouškou se zatíží otočné páky přístroje závažím o hmotnosti 500 g. Na třecí válečky jsou nalepeny brusné papíry, které se předběžně brousí na kalibrační desce při 300 otáčkách. Před vložením a upnutím vzorku na talíř přístroje předcházelo jeho zvážení. Následovalo samotné broušení třecími válečky. Po 100 otáčkách bylo nezbytné odstranit brusný prach a opět následovalo vážení.



1 – třecí váleček; 2 – upevňovací talíř; 3 – zkušební těleso

*Obr. 16 Konstrukční schéma a popis přístroje Taber-Abraser (Polášek 2003)*

#### 4.3.5 Stanovení odolnosti nátěrů proti otěru pomocí přístroje Erichsen dle normy ČSN 91 0102

Pro tuto zkoušku byl využit opět přístroj Erichsen s brusným papírem o zrnitosti 150. Princip metody spočíval v měření hmotnostního úbytku při různých cyklech a zátěžích. Počet cyklů činil nejprve 100 a následně 200. Velikost zátěže byla nejprve 0 g a 2000 g.

#### 4.3.6 Stanovení zrcadlového lesku nátěru bez obsahu kovových pigmentů při úhlu 20°, 60° a 85° podle ČSN EN ISO 2813

Pro tuto metodu byly využity 2 přístroje. Leskoměr Erichsen Picogloss 503 (obr. 11) a Erichsen (obr. 13). Na každém vzorku byl stanoven lesk v podélném směru na 10 místech. Stanovení zrcadlového lesku probíhalo celkem ve třech fázích. A to nejprve na vzorcích, které nebyly vloženy do přístroje Erichsen, poté již s jejich vložením do



přístroje po 50 cyklech a na závěr po 100 cyklech (1 cyklus – 1 přejetí patek, které jsou přitlačeny závažím o hmotnostech nejprve 0 g, 500 g a 1000 g).

Leskoměr Erichsen Picogloss 503 je nastaven dle stupnice zrcadlového lesku, kdy leštěné černé sklo má refrakční index 1,567, tomu odpovídá při všech úhlech hodnota 100 GU. Nejpoužívanější úhel pro stanovení zrcadlového lesku je úhel 60°, jelikož je vhodný pro všechny nátěry. Pro nátěry s vysokým leskem je vhodnější úhel 20° a pro nátěry téměř matné úhel 85°.

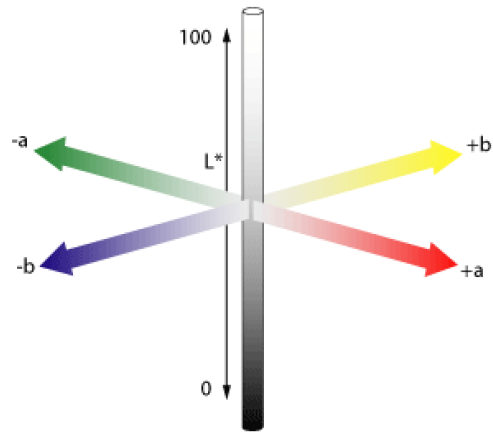
Tab. 3: Klasifikace změny čísla lesku (ČSN EN ISO 2813)

Klasifikace	Popis
0	Žádná změna lesku
1	Průměrná změna čísla lesku v podélném a příčném směru nánosu poklesem nebo nárůstem do 2 GU.
2	Průměrná změna čísla lesku v podélném a příčném směru nánosu poklesem nebo nárůstem o více jak 2 GU a méně než 4 GU.
3	Průměrná změna čísla lesku v podélném a příčném směru nánosu poklesem nebo nárůstem o více jak 4 GU a méně než 6 GU.
4	Průměrná změna čísla lesku v podélném a příčném směru nánosu poklesem nebo nárůstem o více jak 6 GU a méně než 8 GU.
5	Změny, které jsou větší než u klasifikace 4, avšak v rámci skupiny lesku.
6	Změny, které jsou větší než rámec skupiny lesku.

#### 4.3.7 Stanovení změny (rozdílu) barevného odstínu nátěru podle ČSN 67 3068

Pro tuto metodu byl využit přístroj Spektrofotometr Byk-Gardner Spectro-Guide 45/0 (obr. 12), který využívá pro popis barevného prostoru pravoúhlý barevný systém světlosti XYZ CIE Lab. Tento prostor je dán třemi navzájem kolmými osami (osa  $L$  – nepestrá osa světlosti, osa  $a$  – chromatická zelenočervená osa, osa  $b$  – chromatická modrožlutá osa). Stupnice světlostálosti ( $L$ ) se pohybuje v rozmezí 0 (bílá) – 100 (černá). Parametry  $a$  a  $b$  určují barvu povrchu. Kladná hodnota  $a$  signalizuje červenou barvu, záporná hodnota  $a$  označuje barvu zelenou. Kladná hodnota  $b$  znamená barvu žlutou a záporná hodnota  $b$  označuje barvu modrou. Změna barevnosti povrchu je dána hodnotou odchylky  $\Delta E$ , kterou je možné vypočítat podle následujícího vztahu:

$$\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2} \quad (2)$$



Obr. 17: Barevný popis prostoru XYZ CIELab (<http://www.angelfire.com>)

## 5. VÝSLEDKY LABORATORNÍHO VÝZKUMU

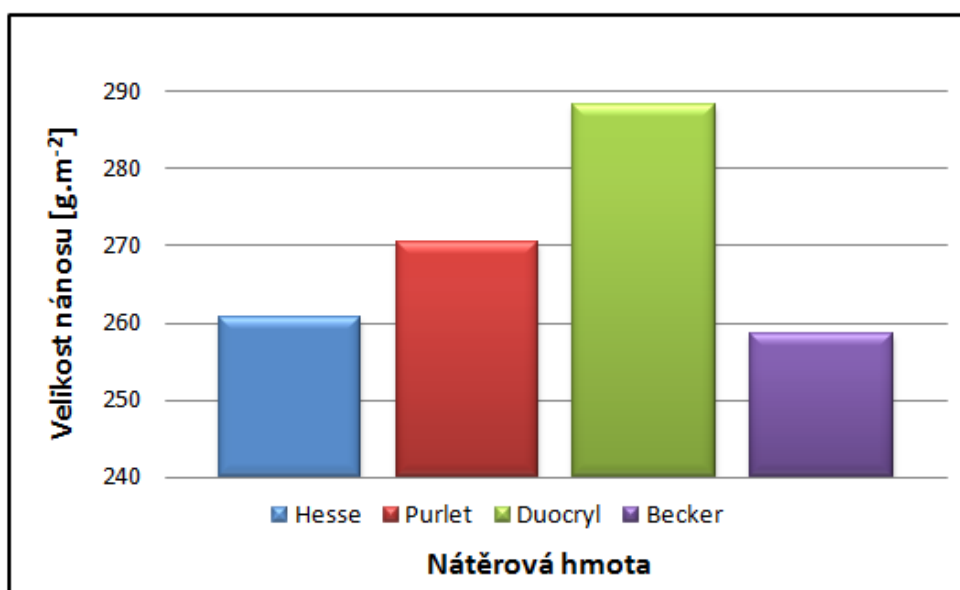
V této části jsou popsány veškeré výsledky, které byly získány při jednotlivých zkušebních metodách.

### 5.1 Zhotovení zkušebních nátěrů nanášecím pravítkem podle ČSN 67 3049

Z tabulky (tab. 4) a grafu (obr. 18) lze vyčíst velikost nánosu pro jednotlivé nátěrové hmoty. Nejmenší nános nátěrové hmoty, který se uchytil na povrchu zkušebních vzorků, byla nátěrová hmota Becker Acroma s průměrnou hodnotou  $258,41 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$  a naopak největšího množství nánosu bylo dosaženo u nátěrové hmoty Duocryl s průměrnou hodnotou  $288,17 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ .

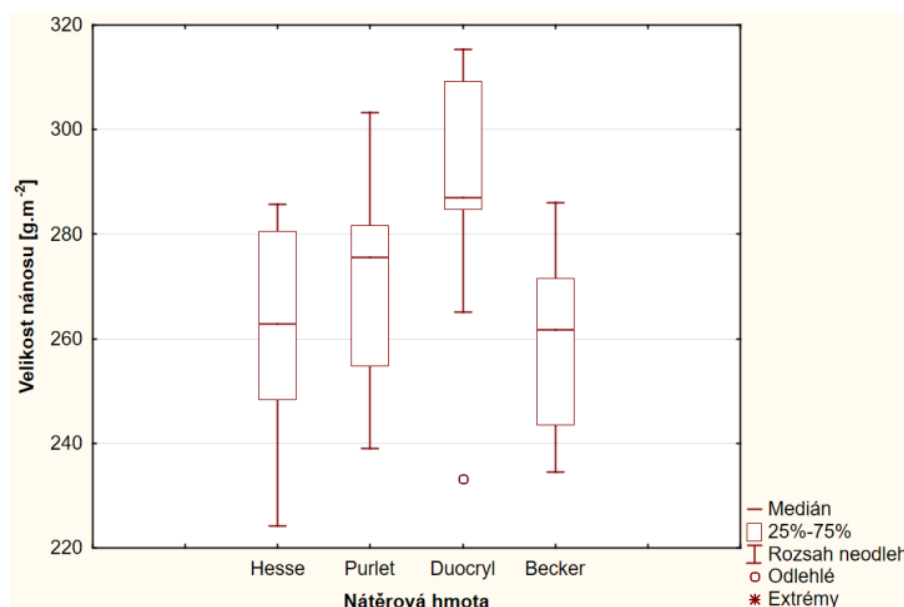
Tab. 4: Popisná statistika pro velikost nánosu v mokřém stavu

	Hesse PUR schichtlack DE 45322 – 0004	Purlet 2K PU lak	Duocryl 2K - parkettlack seidenmatt	Becker Acroma EM 1157 – 0025
Jednotky	[g.m <sup>-2</sup> ]			
Aritmetický průměr	260,63	270,45	288,17	258,41
Minimum	224,26	239,01	233,17	234,47
Maximum	285,71	303,21	315,33	286,02
Směrodatná odchylka	19,46	19,11	24,77	17,03
Variační koeficient [%]	7,47	7,07	8,60	6,59



Obr. 18: Sloupcový graf velikosti nánosu v mokřém stavu

Z krabicového grafu (obr. 19) je možné poznat rozptýlení hodnot velikosti nánosu pro jednotlivé nátěrové hmoty. Nejmenšího rozptylu hodnot bylo dosaženo u nátěrové hmoty Becker Acroma (6,59 %). Na druhou stranu největší rozptyl hodnot byl naměřen, zejména kvůli odlehlé hodnotě, u nátěrové hmoty Duocryl (8,60 %). Velikost rozptylů u nátěrových hmot Hesse a Purlet byla přibližně shodná.



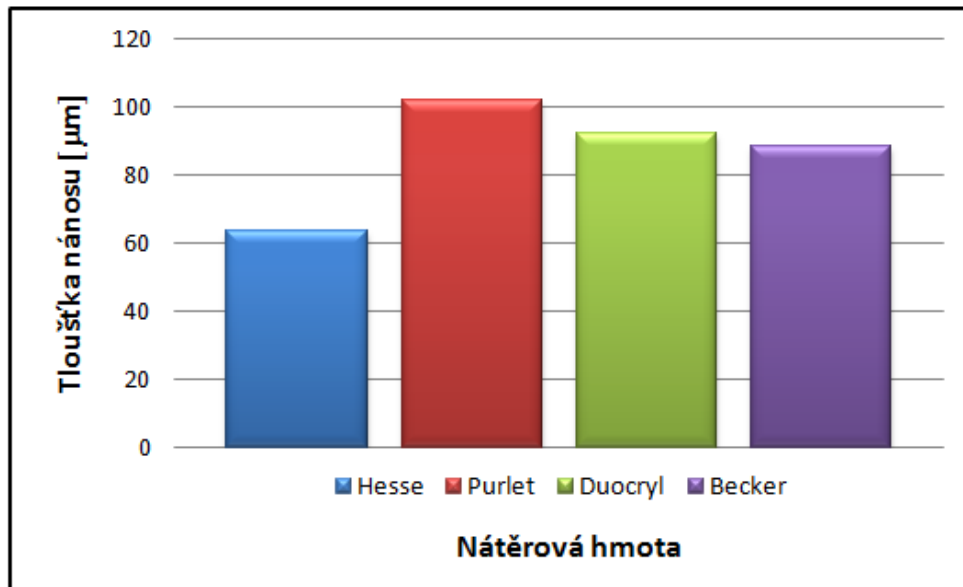
Obr. 19:Krabicový graf velikosti nánosu v mokřém stavu

## 5.2 Velikost tloušťky nátěrového filmu podle ČSN EN ISO 2808

V tabulce (tab. 5) jsou uvedeny hodnoty velikosti tloušťky nátěrového filmu. Z této tabulky a grafu (obr. 20) lze vyčíst, že nejmenší tloušťka nátěru byla naměřena u nátěrového filmu Hesse s průměrnou hodnotou 63,56  $\mu\text{m}$ . Největší tloušťka nátěru byla zaznamenána u nátěrového filmu Purlet s průměrnou hodnotou 102,13  $\mu\text{m}$ .

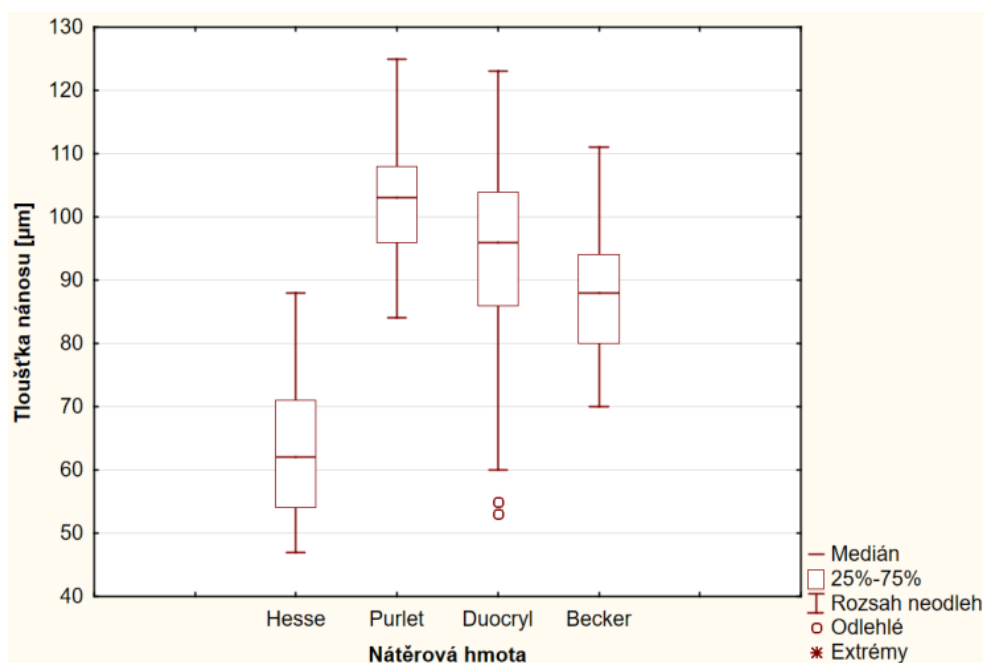
Tab. 5:Popisná statistika pro tloušťku nátěrového filmu

	Hesse PUR schichtlack DE 45322 – 0004	Purlet 2K PU lak	Duocryl 2K - parkettlack seidenmatt	Becker Acroma EM 1157 – 0025
Jednotky	[ $\mu\text{m}$ ]			
Aritmetický průměr	63,56	102,13	92,36	88,43
Minimum	47,00	84,00	53,00	70,00
Maximum	88,00	125,00	123,00	111,00
Směrodatná odchylka	1,41	1,20	3,65	2,49
Variační koeficient [%]	2,22	1,18	3,95	2,82



Obr. 20: Sloupcový graf tloušťky nátěrového filmu

Krabicový graf (obr. 21) udává variabilitu naměřených hodnot tloušťky jednotlivých nátěrových filmů. Nejmenší variability tloušťky nánosu bylo dosaženo u nátěrového filmu Purlet (1,18 %), největší různorodosti hodnot tloušťky nátěrového filmu bylo změřeno u nátěrového filmu Duocryl (3,95 %).



Obr. 21: Krabicový graf tloušťky nátěrového filmu

### 5.3 Stanovení odolnosti povrchu proti vrypu podle ČSN EN ISO 1518-1

Z tabulek (tab. 6 a 7) a grafu (obr. 22) lze vyzorovat odolnost povrchu, který byl ošetřen jednotlivými nátěrovými hmotami proti vrypu. Pro vryp podél vláken vyšla největší odolnost u nátěrových filmů Hesse a Purlet (pro obě Ø 4 N) a nejmenší odolnost byla naměřena u nátěrového filmu Becker Acroma (Ø 3 N).

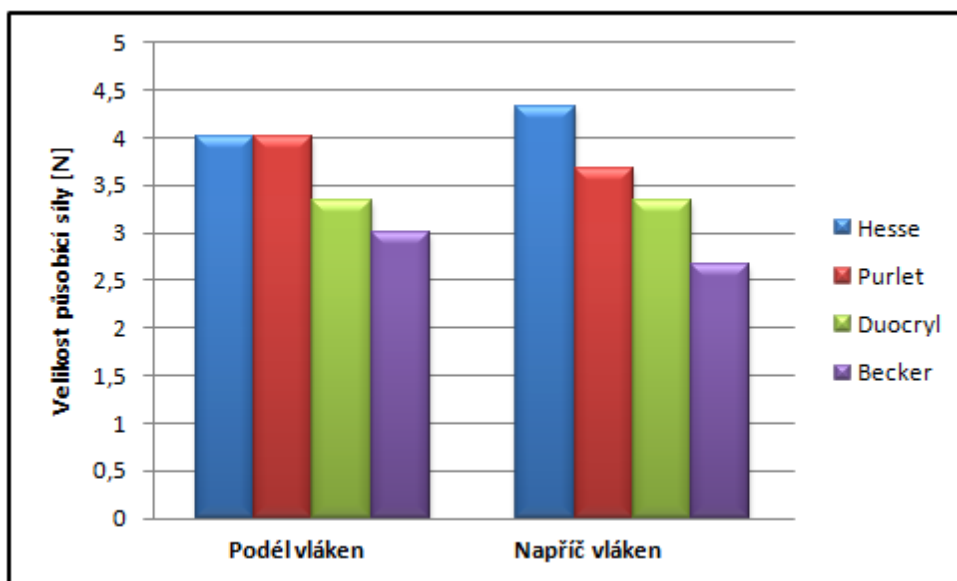
Pro druhý směr, a to u vrypu napříč vláken, vyšel jako nejvíce odolný nátěrový film Hesse (Ø 4,33 N) a nejméně odolným nátěrovým filmem byl v tomto případě opět Becker Acroma (Ø 2,67 N).

Tab. 6: Popisná statistika pro odolnost vůči vrypu podél vláken

<b>Odolnost vůči vrypu podél vláken</b>				
	Hesse PUR schichtlack DE 45322 – 0004	Purlet 2K PU lak	Duocryl 2K - parkettlack seidenmatt	Becker Acroma EM 1157 – 0025
Jednotky	[N]			
Aritmetický průměr	4	4	3,33	3
Minimum	4	4	3,00	3
Maximum	4	4	4,00	3
Směrodatná odchylka	0	0	0,47	0
Variační koeficient [%]	0	0	14,14	0
<b>Stupeň hodnocení</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>

Tab. 7: Popisná statistika pro odolnost vůči vrypu napříč vláken

<b>Odolnost vůči vrypu napříč vláken</b>				
	Hesse PUR schichtlack DE 45322 – 0004	Purlet 2K PU lak	Duocryl 2K - parkettlack seidenmatt	Becker Acroma EM 1157 – 0025
Jednotky	[N]			
Aritmetický průměr	4,33	3,67	3,33	2,67
Minimum	4,00	3,00	3,00	2,00
Maximum	5,00	4,00	4,00	3,00
Směrodatná odchylka	0,47	0,47	0,47	0,47
Variační koeficient [%]	10,88	12,86	14,14	17,68
<b>Stupeň hodnocení</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>2</b>



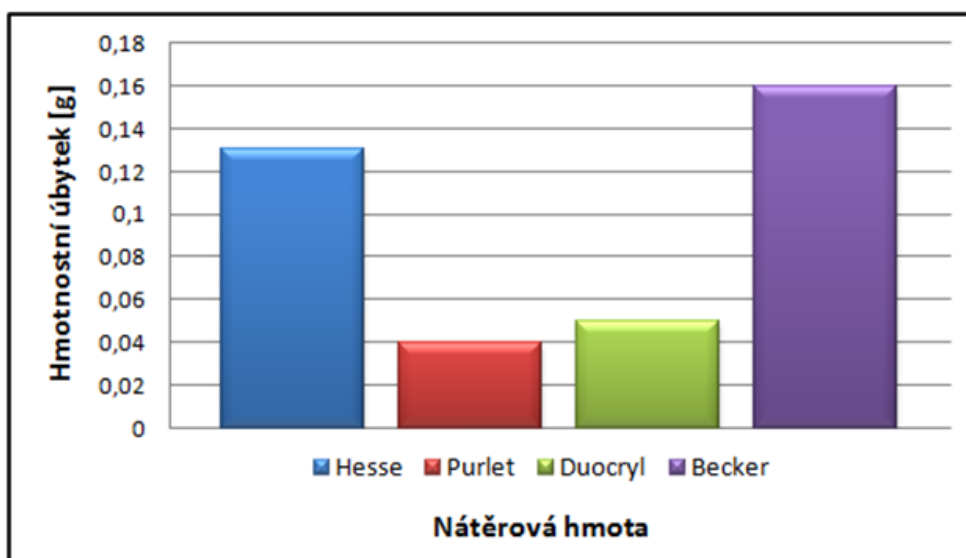
Obr. 22: Velikost působící síly vůči vrypu podél i napříč vláken

#### 5.4 Stanovení zjišťování odolnosti povrchu proti oděru podle ČSN 91 0276

V tabulce (tab. 8) a grafu (obr. 23) jsou uvedeny hodnoty odolnosti jednotlivých nátěrových filmů proti oděru. Nejmenšího hmotnostního úbytku bylo dosaženo u nátěrového filmu Purlet s průměrnou hodnotou 0,04 g, naopak největší hmotnostní úbytek byl zaznamenán u nátěrového filmu Becker Acroma s průměrnou hodnotou 0,16 g.

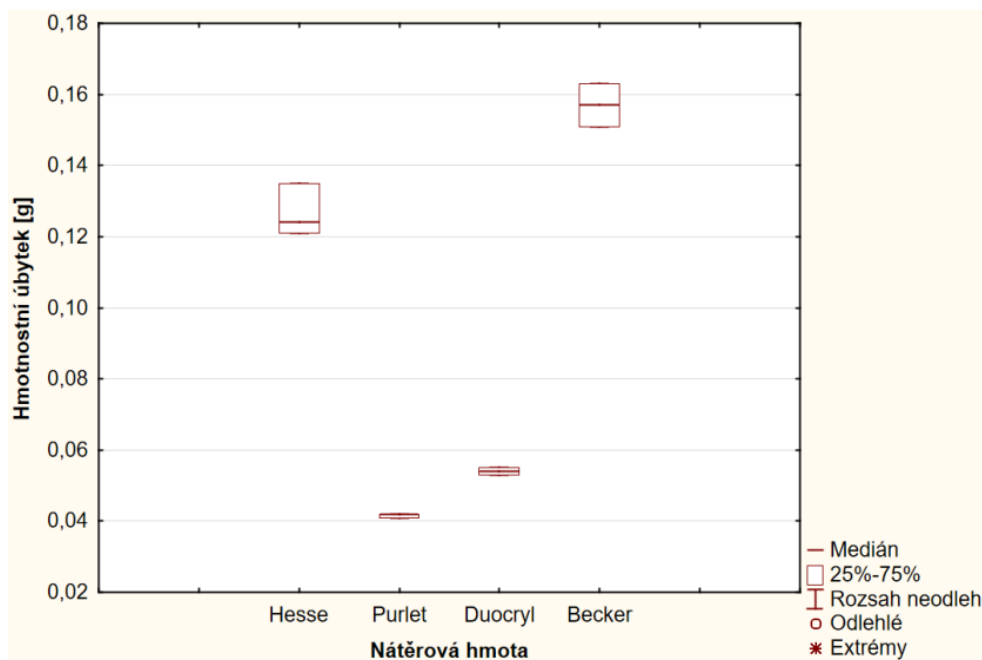
Tab. 8: Popisná statistika pro oděr

	Hmotnostní úbytek			
	Hesse PUR schichtlack DE 45322 – 0004	Purlet 2K PU lak	Duocryl 2K - parkettlack seidenmatt	Becker Acroma EM 1157 – 0025
Jednotky	[g]			
Aritmetický průměr	0,13	0,04	0,05	0,16
Minimum	0,12	0,04	0,05	0,15
Maximum	0,13	0,04	0,05	0,16
Směrodatná odchylka	0,01	0,00	0,00	0,00
Variační koeficient [%]	4,75	1,13	1,51	3,12



Obr. 23: Sloupcový graf zobrazující úbytek nátěrového filmu

Z následného krabicového grafu (obr. 24) se dá vypočítat rozptýlení hodnot pro jednotlivé nátěrové filmy při stanovení jejich odolnosti vůči oděru. Nejnižších hodnot rozptylu bylo dosaženo u nátěrového filmu Purlet (1,13 %) a největší variability hodnot dosahovaly vzorky s nátěrovým filmem Hesse (4,75 %).



Obr. 24: Krabicový graf hmotnostního úbytku při oděru



## 5.5 Stanovení odolnosti nátěrů proti otěru pomocí přístroje Erichsen dle normy ČSN 91 0102

V tabulkách (tab. 9 a 10) a grafech (obr. 25 a 26) jsou uvedeny hodnoty odolnosti jednotlivých nátěrových hmot proti otěru. Tabulky jsou rozděleny podle počtu cyklů na 100 a 200 cyklů a pro dvě zátěže 0 g a 2000 g.

Nejmenší hmotnostní úbytek při 100 cyklech (tab. 9) byl dosažen u nátěrového filmu Duocryl pro obě zátěže s průměrnou hodnotou 0,005 g, naopak největší hmotnostní úbytek při zátěži 0 g byl zaznamenán u nátěrových filmů Purlet a Becker Acroma s průměrnou hodnotou 0,020 g a při zátěži 2000 g byla největší hodnota hmotnostního úbytku zjištěna u nátěrového filmu Purlet s průměrnou hodnotou 0,020 g.

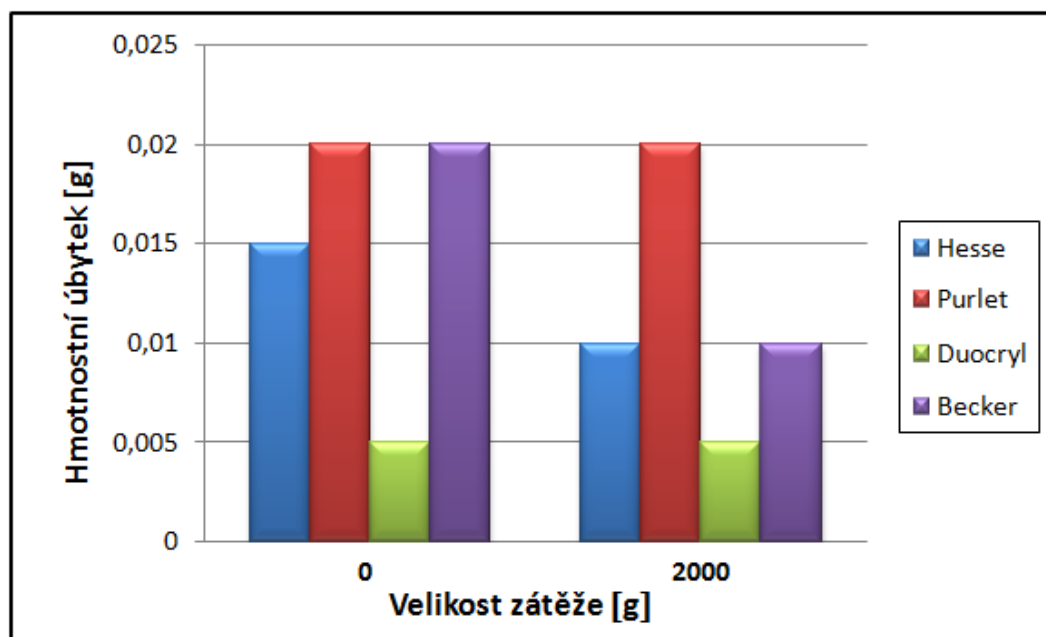
Tab. 9: Popisná statistika stanovení úbytku při broušení po 100 cyklech

<b>Hmotnostní úbytek</b>				
	Hesse PUR schichtlackDE 45322 – 0004	Purlet 2K PU lak	Duocryl 2K - parkettlack seidenmatt	Becker Acroma EM 1157 – 0025
Jednotky	[g]			
<b>Zátěž 0 g</b>				
Aritmetický průměr	0,0150	0,020	0,005	0,020
Minimum	0,0100	0,010	0,000	0,010
Maximum	0,0200	0,030	0,010	0,030
Směrodatná odchylka	0,0050	0,010	0,0050	0,010
Variační koeficient [%]	33,333	50,000	100,000	50,000
<b>Zátěž 2000 g</b>				
Aritmetický průměr	0,010	0,020	0,005	0,010
Minimum	0,010	0,020	0,000	0,010
Maximum	0,010	0,020	0,010	0,010
Směrodatná odchylka	$7,11 \cdot 10^{-15}$	0	0,005	0
Variační koeficient [%]	$7,11 \cdot 10^{-11}$	0	100,000	0

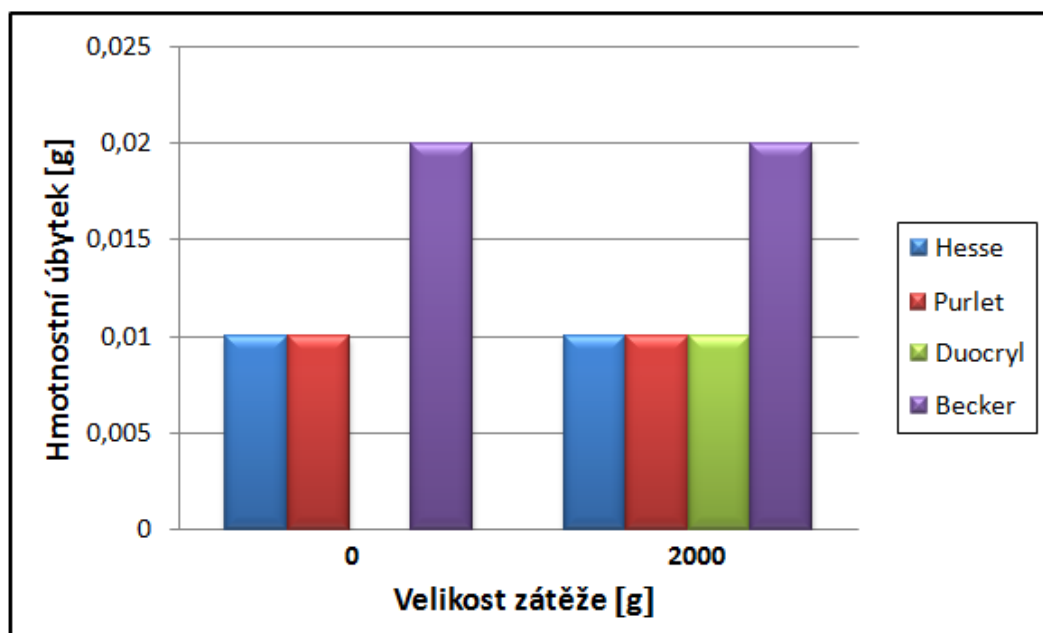
Nejmenší hmotnostní úbytek při 200 cyklech (tab. 10) byl dosažen u nátěrového filmu Duocryl při zátěži 0 g, kde nebyl naměřen žádný úbytek nátěrového filmu, naopak největší hmotnostní úbytek byl zaznamenán u nátěrového filmu Becker Acroma s průměrnou hodnotou 0,020 g.

Tab. 10: Popisná statistika stanovení úbytku při broušení po 200 cyklech

Hmotnostní úbytek				
	Hesse PUR schichtlack DE 45322 – 0004	Purlet 2K PU lak	Duocryl 2K- parkettlack seidenmatt	Becker Acroma EM 1157 – 0025
Jednotky	[g]			
<b>Zátěž 0 g</b>				
Aritmetický průměr	0,010	0,010	0	0,020
Minimum	0,010	0,010	0	0,020
Maximum	0,010	0,010	0	0,020
Směrodatná odchylka	0	0	0	0
Variační koeficient [%]	0	0	0	0
<b>Zátěž 2000 g</b>				
Aritmetický průměr	0,010	0,010	0,010	0,020
Minimum	0,010	0,010	0,010	0,020
Maximum	0,010	0,010	0,010	0,020
Směrodatná odchylka	0	0	0	0
Variační koeficient [%]	0	0	0	0



Obr. 25: Sloupcový graf hmotnostního úbytku po broušení při 100 cyklech a pro zátěže 0 g a 2000 g



Obr. 26: Sloupcový graf hmotnostního úbytku po broušení při 200 cyklech a pro zátěže 0 g a 2000 g

### 5.6 Stanovení zrcadlového lesku nátěrů bez obsahu kovových pigmentů při úhlu 20°, 60° a 85° podle ČSN EN ISO 2813

V tabulkách (tab. 11–13) a v grafech (obr. 27–30) jsou uvedeny hodnoty jednotlivých nátěrových hmot pro stanovení zrcadlového lesku při 60° a 85°. Pro 20° hodnoty nebyly měřeny. Tabulky jsou rozděleny podle počtu cyklů při různých zátěžích.

Z referenčních vzorků (tab. 11) je patrné, že největšího lesku bylo dosaženo pro úhel 60° průměrné hodnoty 35,00 GU pro nátěrový film Purlet. Naopak nejmenší lesk byl změřen pro tento úhel u nátěrového filmu Duocryl (Ø 14,87 GU).

Pro 85° byl nejvíce lesklý vzorek u nátěrového filmu opět Purlet (Ø 66,45 GU) a naopak nejmatnější se jevil vzorek s nátěrovým filmem opět Duocryl (Ø 24,98 GU).

Tab. 11: Popisná statistika pro stupeň lesku podél vláken – referenční vzorky

Referenční vzorky (0 cyklů)								
	Hesse PUR schichtlack DE 45322 – 0004		Purlet 2K PU lak		Duocryl 2K - parkettlack seidenmatt		Becker Acroma EM 1157 – 0025	
Jednotky	[GU]							
Stupně lesku	60°	85°	60°	85°	60°	85°	60°	85°
Aritmetický průměr	17,03	41,54	35,00	66,45	14,87	24,98	30,82	59,47
Minimum	14,90	35,40	20,60	37,40	12,80	21,10	29,30	55,80
Maximum	19,60	47,80	37,90	71,60	17,00	27,90	33,80	65,00
Směrodatná odchylka	1,35	3,12	3,22	6,76	0,98	1,69	0,92	2,33
Variační koeficient [%]	7,94	7,50	9,21	10,17	6,56	6,75	2,99	3,92

Z tabulky (tab. 12) jsou vidět naměřené hodnoty pro jednotlivé nátěrové filmy po 50 cyklech při zátěžích 0 g, 500 g a 1000 g. Při tomto počtu cyklů a úhlu 60° došlo u nátěrového filmu Hesse k největšímu zvýšení stupně lesku při zátěži 1000 g, u nátěrového filmu Purlet při zátěži 0 g, u nátěrového filmu Duocryl se stupeň lesku nikterak výrazně neměnil a u nátěrového filmu Becker Acroma při zátěži 1000 g.

Při úhlu 85° byl největší nárůst stupně lesku zaznamenán u nátěrového filmu Hesse při zátěži 1000 g, u nátěrového filmu Purlet při zátěži 500 g, u nátěrového filmu Duocryl stupeň lesku nikterak výrazně neměnil a u nátěrového filmu Becker Acroma při zátěži 500 g.

Tab. 12: Popisná statistika pro stupeň lesku podél vláken – 50 cyklů

50 cyklů								
	Hesse PUR schichtlack DE 45322 – 0004		Purlet 2K PU lak		Duocryl 2K - parkettlack seidenmatt		Becker Acroma EM 1157 – 0025	
Jednotky	[GU]							
Zátěž 0 g								
Stupně lesku	60°	85°	60°	85°	60°	85°	60°	85°
Aritmetický průměr	16,21	39,16	37,02	70,67	14,55	24,13	30,36	56,96
Minimum	15,50	35,00	36,40	68,60	13,10	21,00	28,60	54,50
Maximum	17,00	41,90	37,50	71,90	15,90	27,40	31,30	59,40
Směrodatná odchylka	0,54	1,90	0,32	0,86	0,95	2,37	0,78	1,53
Variační koeficient [%]	3,33	4,86	0,87	1,21	6,53	9,81	2,56	2,68
Zátěž 500 g								
Aritmetický průměr	16,65	38,10	36,29	72,27	14,53	24,83	30,81	60,84
Minimum	15,70	34,90	35,50	67,80	12,80	20,90	29,90	59,00
Maximum	17,30	40,70	37,30	96,70	16,00	27,40	32,20	64,70
Směrodatná odchylka	0,55	1,91	0,68	8,20	1,04	2,00	0,68	1,77
Variační koeficient [%]	3,33	5,00	1,88	11,34	7,13	8,04	2,20	2,91

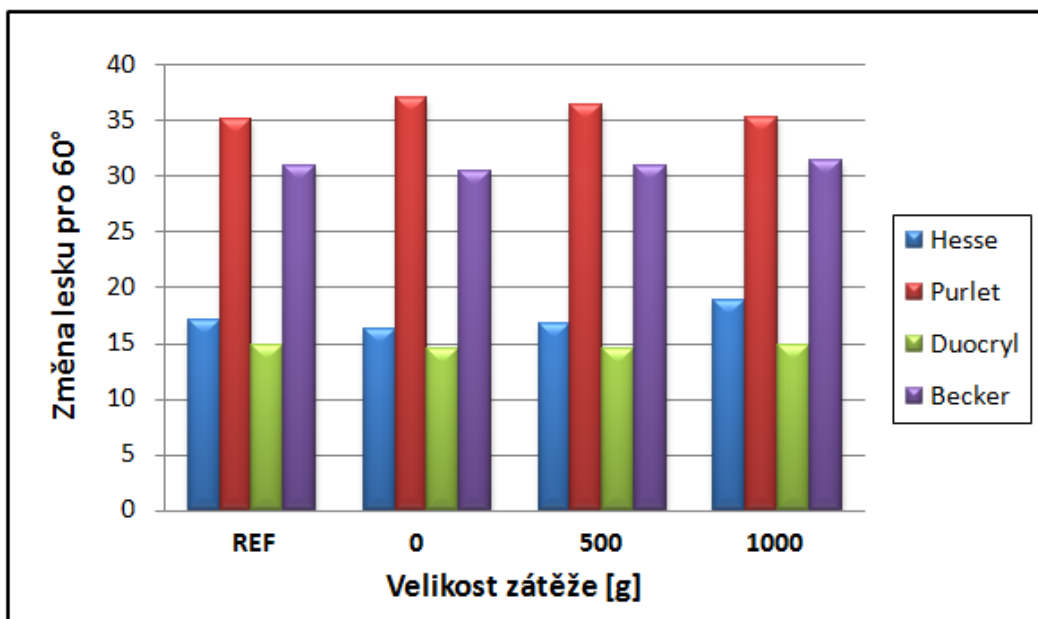
<b>Zátěž 1000 g</b>								
Aritmetický průměr	18,80	44,39	35,23	70,20	14,86	25,14	31,41	60,68
Minimum	17,70	40,30	32,70	65,80	12,90	22,10	27,20	57,60
Maximum	20,20	47,20	37,50	96,70	16,30	28,60	33,10	64,90
Směrodatná odchylka	0,78	1,73	1,25	6,35	1,18	2,19	0,91	2,09
Variační koeficient [%]	4,16	3,91	3,54	9,05	7,96	8,71	2,89	3,44

V tabulce (tab. 13) jsou uvedeny naměřené hodnoty pro jednotlivé nátěrové filmy po 100 cyklech při zátěžích 0 g, 500 g a 1000 g. Při tomto počtu cyklů a úhlu 60° došlo u nátěrového filmu Hesse k největšímu zvýšení stupně lesku při zátěži 1000 g, u nátěrového filmu Purlet při zátěži 0 g, u nátěrového filmu Duocryl se stupeň lesku při zátěži 1000 g a u nátěrového filmu Becker Acroma při zátěži 1000 g.

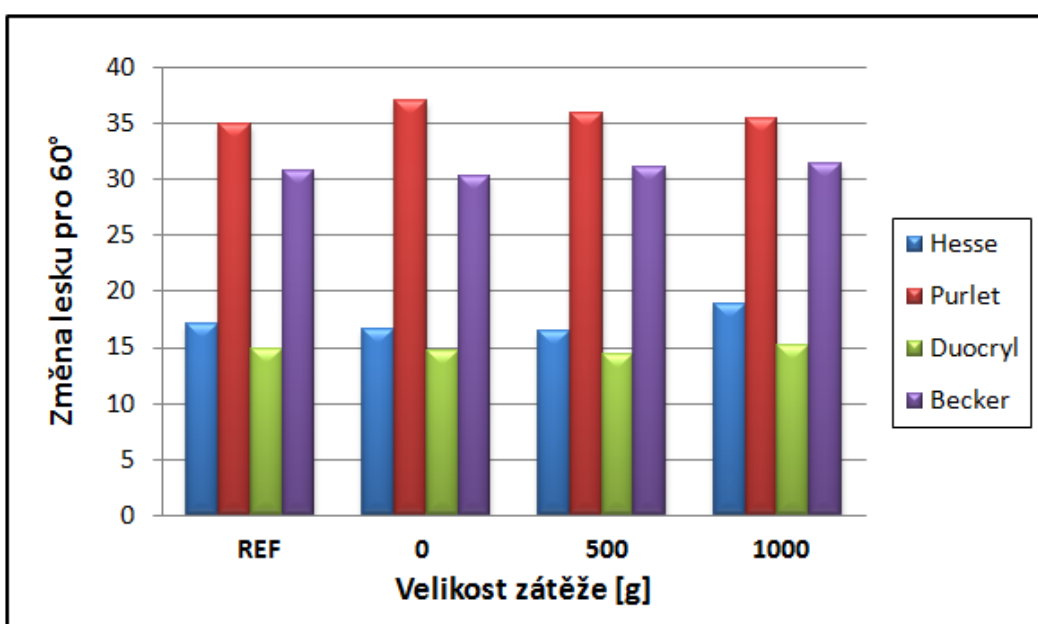
Při úhlu 85° byl největší nárůst stupně lesku zaznamenán u nátěrového filmu Hesse při zátěži 1000 g, u nátěrového filmu Purlet při zátěži 0 g, u nátěrového filmu Duocryl 1000 g a u nátěrového filmu Becker Acroma při zátěži 500 g.

Tab. 13: Popisná statistika pro stupeň lesku podél vláken – 100 cyklů

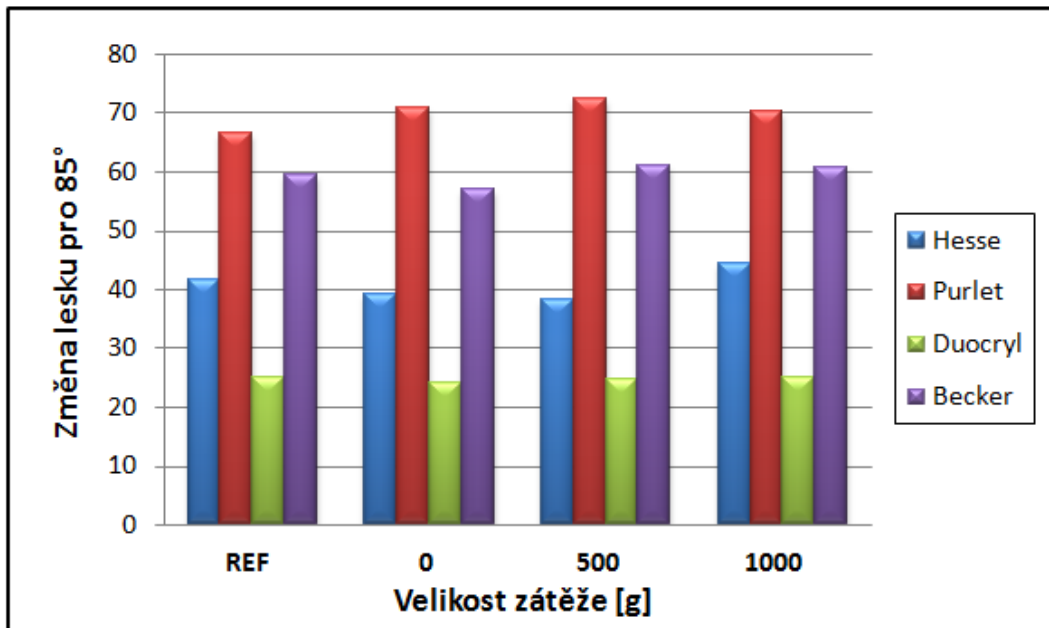
<b>100 cyklů</b>								
	Hesse PUR schichtlack DE 45322 – 0004		Purlet 2K PU lak		Duocryl 2K - parkettlack seidenmatt		Becker Acroma EM 1157 – 0025	
Jednotky	[GU]							
<b>Zátěž 0 g</b>								
<b>Stupně lesku</b>	<b>60°</b>	<b>85°</b>	<b>60°</b>	<b>85°</b>	<b>60°</b>	<b>85°</b>	<b>60°</b>	<b>85°</b>
Aritmetický průměr	16,56	39,72	36,97	70,47	14,76	24,47	30,29	57,22
Minimum	15,50	37,30	36,00	64,40	13,00	21,20	29,00	55,70
Maximum	17,50	41,80	37,60	71,50	16,40	27,00	31,20	58,20
Směrodatná odchylka	0,62	1,58	0,41	0,85	0,98	2,09	0,66	0,77
Variační koeficient [%]	3,77	3,99	1,10	1,21	6,66	8,55	2,18	1,34
<b>Zátěž 500 g</b>								
Aritmetický průměr	16,46	37,55	35,87	69,29	14,38	25,00	31,11	61,19
Minimum	15,20	34,40	34,90	64,40	12,80	21,80	30,00	58,70
Maximum	17,50	39,30	37,20	71,90	16,10	27,90	32,30	65,00
Směrodatná odchylka	0,73	1,58	0,71	1,89	1,01	1,87	0,76	2,09
Variační koeficient [%]	4,42	4,21	1,98	2,73	7,06	7,46	2,44	3,42
<b>Zátěž 1000 g</b>								
Aritmetický průměr	18,89	44,50	35,35	69,30	15,18	25,64	31,41	59,81
Minimum	17,50	39,20	32,30	65,20	13,40	22,10	29,20	57,60
Maximum	20,40	48,40	37,50	72,50	17,20	19,70	33,70	64,20
Směrodatná odchylka	0,78	2,16	1,52	2,05	1,11	2,02	0,96	1,87
Variační koeficient [%]	4,15	4,84	4,29	2,95	7,30	7,89	3,05	3,13



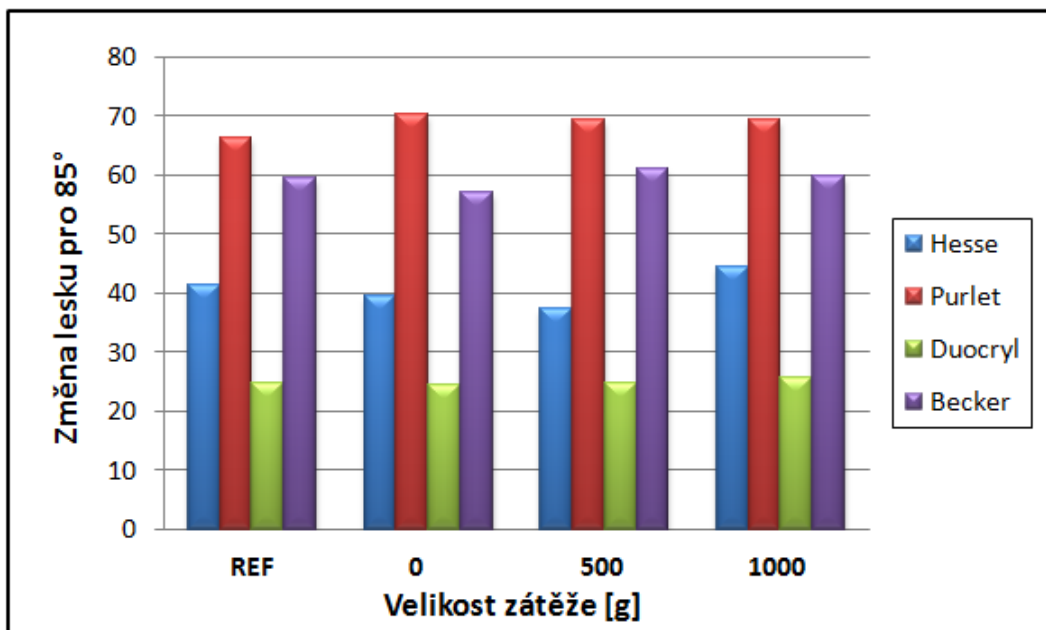
Obr. 27: Změna lesku pro stupeň lesku 60° po 50 cyklech a při různých velikostech zátěže



Obr. 28: Změna lesku pro stupeň lesku 60° po 100 cyklech a při různých velikostech zátěže



Obr. 29: Změna lesku pro stupeň lesku 85° po 50 cyklech a při různých velikostech zátěže



Obr. 30: Změna lesku pro stupeň lesku 85° po 100 cyklech a při různých velikostech zátěže

### 5.7 Stanovení změny (rozdílu) barevného odstínu nátěru podle ČSN 67 3068

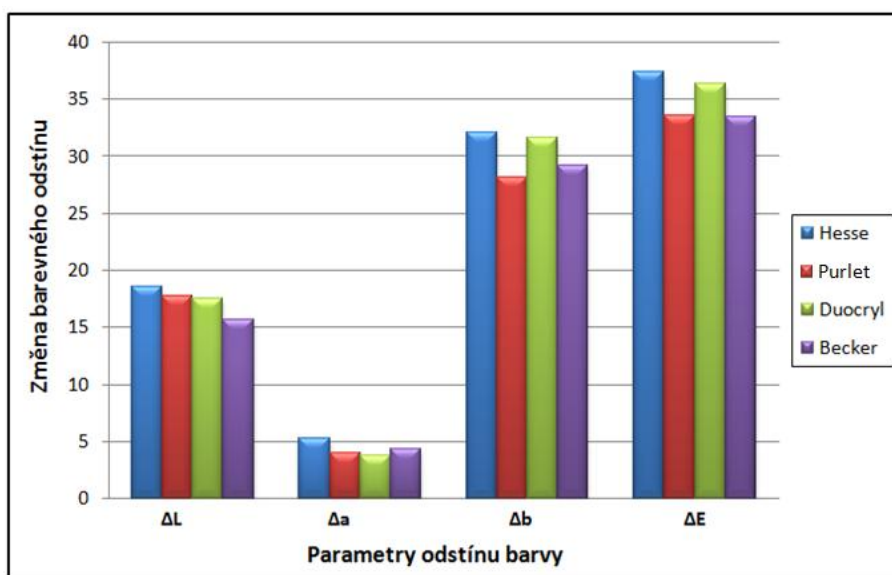
V následujících tabulkách (tab. 14 a 15) a grafu (obr. 31) jsou uvedeny hodnoty jednotlivých nátěrových filmů pro stanovení změny barevného odstínu. Největší změny barevného odstínu bylo dosaženo u nátěrového filmu Hesse ( $\Delta$  37,43) a nejmenší barevná změna byla zaznamenána u nátěrového filmu Becker Acroma ( $\Delta$  33,47).

Tab. 14: Popisná statistika stanovení změny barevného odstínu nátěrového filmu

	Hesse PUR schichtlack DE 45322 – 0004				Purlet 2K PU lak			
	$\Delta L$	$\Delta a$	$\Delta b$	$\Delta E$	$\Delta L$	$\Delta a$	$\Delta b$	$\Delta E$
Aritmetický průměr	-18,55	5,28	32,06	37,43	-17,75	3,97	28,20	33,56
Minimum	-21,60	3,59	29,64	33,74	-22,47	2,75	26,67	31,48
Maximum	-14,93	6,86	34,20	41,00	-15,64	5,89	31,68	39,28
Směrodatná odchylka	1,86	0,93	1,18	2,02	1,41	0,69	1,10	1,70
Variační koeficient [%]	10,05	17,63	3,69	5,39	7,95	17,48	3,91	5,06

Tab. 15: Popisná statistika stanovení změny barevného odstínu nátěrového filmu

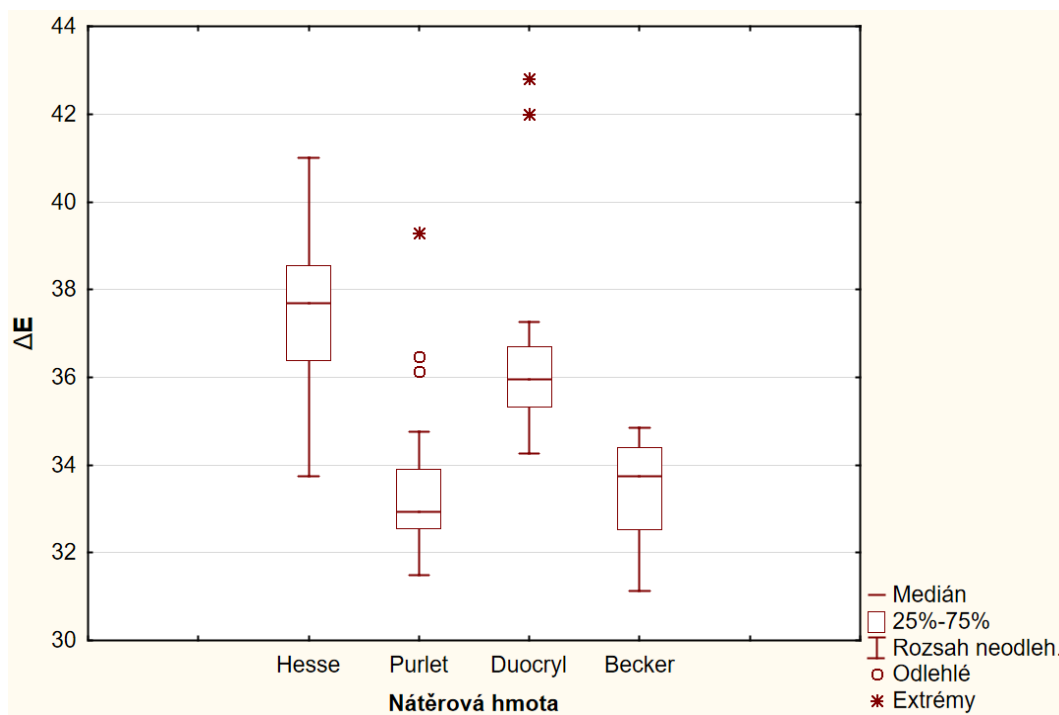
	Duocryl 2K - parkettlack seidenmatt				Becker Acroma EM 1157 – 0025			
	$\Delta L$	$\Delta a$	$\Delta b$	$\Delta E$	$\Delta L$	$\Delta a$	$\Delta b$	$\Delta E$
Aritmetický průměr	-17,49	3,80	31,62	36,35	-15,73	4,34	29,21	33,47
Minimum	-23,41	2,61	29,90	34,26	-17,38	3,33	27,66	31,14
Maximum	-15,32	6,37	35,27	42,80	-13,88	5,74	30,30	34,84
Směrodatná odchylka	1,84	0,88	1,26	1,98	0,84	0,65	0,79	1,07
Variační koeficient [%]	10,55	23,27	3,98	5,44	5,36	14,95	2,71	3,21



Obr. 31: Sloupcový graf změny barevného odstínu nátěrového filmu



Z krabicového grafu (obr. 32) lze vyčíst rozptýlenost hodnot změny barevného odstínu pro jednotlivé nátěrové filmy. Největší variabilita hodnot byla změřena u nátěrového filmu Duocryl (5,44 %) z důvodu extrémních hodnot. Naopak nejmenší rozptyl hodnot vykazoval nátěrový film Becker Acroma (3,21 %).



Obr. 32: Krabicový graf změny barevného odstínu nátěrového filmu

## 6. DISKUZE A VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ

V této části bakalářské práce jsou shrnuty, celkově vyhodnoceny a porovnány dosažené výsledky jednotlivých zkušebních metod.

### Stanovení velikosti a tloušťky nánosu

Počet nánosů byl u všech vzorků a pro všechny použité nátěrové hmoty dvojnásobný.

Z dosažených výsledků při stanovení velikosti nánosu (tab. 4, obr. 18 a 19) vyplývá, že největší nános byl zaznamenán na zkušebních vzorcích s nátěrovou hmotou Duocryl o průměrné hodnotě  $288,17 \text{ g.m}^{-2}$ . Následovala nátěrová hmota Purlet ( $\emptyset 270,45 \text{ g.m}^{-2}$ ), třetí v pořadí byla nátěrová hmota Hesse ( $\emptyset 260,63 \text{ g.m}^{-2}$ ). Nejmenší velikost nánosu a tím i nejmenší spotřebu nátěrové hmoty vykazovala nátěrová hmota Becker Acroma s průměrnou hodnotou velikosti nánosu  $258,41 \text{ g.m}^{-2}$ .

Při stanovení tloušťky nánosu (tab. 5, obr. 20 a 21) bylo dosaženo největší tloušťky u nátěrového filmu Purlet ( $\emptyset 102,13 \text{ }\mu\text{m}$ ). Druhý nejtlustší nános byl stanoven pro nátěrový film Duocryl ( $\emptyset 92,36 \text{ }\mu\text{m}$ ). Ještě o něco menší tloušťka nánosu ( $\emptyset 88,43 \text{ }\mu\text{m}$ ) byla zaznamenána u nátěrového filmu Becker Acroma, a úplně nejtenčí nátěrový film měla nátěrová hmota Hesse s průměrnou hodnotou  $63,56 \text{ }\mu\text{m}$ .

### Stanovení odolnosti vůči vrypu

Na základě dosažených hodnot odolnosti povrchové úpravy vůči vrypu (tab. 6 a 7, obr. 22) je možné konstatovat následující skutečnosti.

U měření odolnosti vůči vrypu podél vláken se jako nejvíce odolné povrchové úpravy jevily nátěrové filmy Hesse a Purlet, kde síla potřebná pro vytvoření rýhy byla pro oba nátěrové filmy v průměru  $4 \text{ N}$ . U povrchové úpravy nátěrového filmu Duocryl byla síla pro stanovení odolnosti vůči vrypu o průměrné velikosti  $3,33 \text{ N}$  a nejméně odolný nátěrový film byl Becker Acroma, kde bylo zapotřebí síly v průměru pouze  $3 \text{ N}$ .

U měření odolnosti vůči vrypu napříč vláken byl jako nejvíce odolný nátěrový film stanoven Hesse s potřebnou silou  $4,33 \text{ N}$ . Druhým nejodolnějším nátěrovým filmem byl stanoven Purlet ( $\emptyset 3,67 \text{ N}$ ), dále pak Duocryl ( $\emptyset 3,33 \text{ N}$ ) a nejméně odolným nátěrovým filmem byla opět nátěrová hmota Becker Acroma ( $\emptyset 2,67 \text{ N}$ ).

Při porovnání dosažených hodnot s normou ČSN EN ISO 1518-1 pro odolnost vůči vrypu (tab. 2) lze při měření podél vláken všechny nátěrové filmy klasifikovat stupněm hodnocení 3. Při měření napříč vláken lze nátěrové filmy Hesse, Purlet a Duocryl zařadit do stupně hodnocení 3, zatímco nátěrový film Becker Acroma už spadá do druhého stupně hodnocení.

Příslušná norma ČSN 49 2120 předepisuje pro odolnost vůči vrypu minimální hodnocení pro povrchovou úpravu stupněm hodnocení 4. Při porovnání námi naměřených výsledků s touto normou vyplývá, že ani jedna z použitých nátěrových hmot pro zkoušku odolnosti proti vrypu nevyhověla.

### **Stanovení odolnosti vůči oděru**

Z výsledků dosažených při stanovení odolnosti vůči oděru (tab. 8, obr. 23 a 24) vyplývá, že nejlepší odolnost vůči oděru vykazovaly vzorky ošetřené nátěrovou hmotou Purlet s nejnižší hodnotou hmotnostního úbytku v průměru 0,04 g/100 otáček. Nátěrový film Duocryl na tom byl velice podobně a po procesu broušení vykazoval hmotnostní úbytek s průměrnou hodnotou 0,05 g/100 otáček. Oproti tomu nátěrové filmy Hesse (0,13 g/100 otáček) a Becker Acroma (0,16 g/100 otáček) vykazovaly přibližně trojnásobně sníženou odolnost vůči oděru než první dvě zmiňované nátěrové hmoty.

### **Stanovení odolnosti proti otěru**

V tabulkách (tab. 9 a 10) a grafech (obr. 25 a 26) jsou uvedeny hodnoty odolnosti použitých nátěrových hmot vůči otěru.

Po 100 cyklech pro zátěž 0 g i 2000 g vycházel nejlépe odolný nátěrový film Duocryl ( $\emptyset$  0,005 g), naopak nejméně odolné nátěrové filmy pro zátěž 0 g byly Purlet ( $\emptyset$  0,02 g) a Becker Acroma ( $\emptyset$  0,02 g) a pro zátěž 2000 g byl nejméně odolným nátěrovým filmem Purlet ( $\emptyset$  0,02 g).

Po 200 cyklech pro zátěž 0 g vycházel nejlépe odolný nátěrový film Duocryl (bez hmotnostního úbytku), naopak nejméně odolným nátěrovým filmem byl pro tuto zátěž Becker Acroma ( $\emptyset$  0,02 g). Při zátěži 2000 g byly hned tři nátěrové filmy (Hesse, Purlet a Duocryl) hodnoceny stejně ( $\emptyset$  0,01 g) a nejméně odolným nátěrovým filmem pro tuto zátěž byl opět Becker Acroma ( $\emptyset$  0,02 g).

## Stanovení stupně lesku

Na začátku bylo nutné stanovit stupeň lesku na ošetřených referenčních vzorcích. Z výsledných hodnot (tab. 11) vyplývá, že nejvíce lesklý povrch byl stanoven u nátěrového filmu Purlet (pro  $60^\circ$  35 GU, pro  $85^\circ$  66,45 GU). Naopak nejvíce matným se jevil vzorek ošetřený nátěrovou hmotou Duocryl s hodnotami lesku pro  $60^\circ$  14,87 GU, pro  $85^\circ$  24,98 GU.

V tabulkách (tab. 12 a 13) a v grafech (obr. 27–30) jsou uvedeny hodnoty stupně lesku pro jednotlivé nátěrové filmy po 50 a 100 cyklech.

Po 50 cyklech a nastaveném úhlu  $60^\circ$  byly téměř všechny nátěrové filmy klasifikovány do třídy 1. Pro úhel  $85^\circ$  byl nátěrový film Hesse pro všechny zátěže klasifikován do třídy 2, nátěrový film Purlet při zátěži 0 g a 500 g byl klasifikován stupněm 3 a při zátěži 1000 g zařazen do 2. stupně. V případě nátěrového filmu Duocryl byla klasifikace pro všechny zátěže na stupni 1. Poslední nátěrový film Becker Acroma byl při zátěži 0 g hodnocen na stupni 2 a při zátěžích 500 g a 1000 g byl klasifikován stupněm 1. Největší změna stupně lesku po 50 cyklech a pro úhel  $60^\circ$  byl stanoven u nátěrového filmu Purlet při zátěži 0 g (35 GU  $\rightarrow$  37,02 GU). Pro úhel  $85^\circ$  to byl opět nátěrový film Purlet při zátěži 500 g (66,45 GU  $\rightarrow$  72,27 GU).

Po 100 cyklech a zvoleném úhlu  $60^\circ$  byly naprosto všechny nátěrové filmy klasifikovány stupněm hodnocení 1. Pro úhel  $85^\circ$  byl nátěrový film Hesse pro všechny zátěže klasifikován do třídy 2 kromě zátěže 0 g, kde byl hodnocen stupněm 1. Nátěrový film Purlet při zátěži 0 g byl zařazen do stupně 3 a při zátěžích 500 g a 1000 g byl klasifikován do 2. stupně. V případě nátěrového filmu Duocryl byla klasifikace pro všechny zátěže na stupni hodnocení 1. Poslední nátěrový film Becker Acroma byl při zátěži 0 g hodnocen na stupni 2 a při zátěžích 500 g a 1000 g byl klasifikován stupněm 1. Největší změna stupně lesku po 100 cyklech a pro úhel  $60^\circ$  byl změřen u nátěrového filmu Purlet při zátěži 0 g (35 GU  $\rightarrow$  36,97 GU). Pro úhel  $85^\circ$  to byl znovu nátěrový film Purlet při zátěži 0 g (66,45 GU  $\rightarrow$  70,47 GU).

## Stanovení změny barevného odstínu

Stanovení barevnosti (tab. 14 a 15, obr. 31a 32) vyšlo pro všechny použité nátěrové hmoty velice podobně. Průměrná odchylka od bílé barvy  $\Delta E$  byla u nátěrového filmu Hesse 37,43, pro Purlet 33,56, pro Duocryl 36,35 a pro Becker Acroma to byla hodnota 33,47.

Všechny použité nátěrové hmoty byly stanoveny a ověřeny jako tmavé. Zároveň byl jejich vzhled dle pravoúhlého barevného systému světlosti u všech nátěrových filmů určen do červené a žluté barvy.

Nejtmavším nátěrovým filmem byl Hesse ( $\Delta L$  -18,55) a naopak nejvíce jasným nátěrovým filmem byl Becker Acroma ( $\Delta L$  -15,73). Nejvíce žlutý i červený odstín byl určen u nátěrového filmu Hesse. Naopak nejméně žlutý odstín vykazoval nátěrový film Purlet a nejméně červené barvy obsahoval nátěrový film Duocryl.

## 7. ZÁVĚR

Hlavním cílem bakalářské práce bylo analyzovat, vyhodnotit a porovnat odolnost povrchových úprav stavebně truhlářských výrobků vůči poškrábání. Prováděné zkušební metody byly testovány na vzorcích z dřevotřískové desky opláštěné smrkovou dýhou. Mezi nátěrové hmoty použité pro tuto práci byly vybrány dva druhy, a to polyuretanové rozpouštědlové a vodou ředitelné nátěrové hmoty. Všechny nátěrové hmoty byly ručně nanášeny pomocí nanášecího pravítka celkem ve dvou vrstvách. Prováděné zkušební metody byly zaměřeny na fyzikální a mechanické vlastnosti.

Z důvodu použití stejného podkladového materiálu pro všechny použité nátěrové hmoty je vyloučen vliv podkladu na příčinnou odolnost. Mezi faktory, které mohly způsobit rozdíly v odolnosti mezi jednotlivými nátěrovými hmotami, patří například druh nátěrové hmoty, její hustota a viskozita, dále pak její samotné chemické složení, roztíratelnost případně rychlost a kvalita samotné aplikace nátěrové hmoty. Mezi další možné příčiny námi naměřených odlišností by patřily například samotné klimatické podmínky, příprava povrchu před nanášením nebo rozdílná časová doba vytvrzení jednotlivých nátěrových hmot.

Z výsledků pro každou zkušební metodu, pro zkoušené fyzikální a mechanické vlastnosti, vyšla jako nejvhodnější vždy jiná nátěrová hmota. Stěžejními zkušebními metodami pro tuto bakalářskou práci byly testy na odolnost proti vrypu, oděru a otěru. Polyuretanové rozpouštědlové nátěrové hmoty dosahovaly ve všech zkouškách vždy lepších hodnot odolnosti oproti vodou ředitelné nátěrové hmotě.

Pro odolnost vůči vrypu vyšla jako nejodolnější nátěrová hmota Hesse PUR schichtlack DE 45322 – 0004. Při měření odolnosti vůči oděru byla zvolena jako nejodolnější nátěrová hmota Purlet 2K PU lak. U zkoušky na odolnost proti otěru byla vybrána nátěrová hmota Duocryl 2K – parkettlack seidenmatt. Vodou ředitelná nátěrová hmota Becker Acroma EM 1157 – 0025 patřila ve všech zkušebních metodách k nejhorším a za nátěrovými hmotami na bázi PUR vždy zaostávala. Z tohoto důvodu by byly vhodné pro praxi na odolnost vůči poškrábání právě polyuretanové rozpouštědlové nátěrové hmoty, naopak vodou ředitelná nátěrová hmota byla nedoporučena pro dokončení povrchu vůči poškrábání.

Výsledky této bakalářské práce mohou být vhodně použity při volbě té správné povrchové úpravy při dokončování povrchu stavebně truhlářských výrobků. Nicméně o

výsledcích nelze říci, že jsou finální a s jistotou skutečné. Aby se dalo tvrdit o výsledcích, že jsou stoprocentní, bylo by nutné provést další a rozsáhlejší výzkum. Například by se mělo jednat o vyšší počet zkušebních vzorků, více jednotlivých druhů dřeva, dále například větší počet druhů nátěrových hmot (olejové, voskové, kyselinotvrditelné a jiné) nebo i jiné zkušební metody.

## 8. SUMMARY

The main aim of the undergraduate thesis was to analyse, evaluate and compare the resistance of surface coating against scratching on construction joinery products. The conducted test methods have been used on chipboard samples coated with spruce veneer. Two types of coating materials have been used for the purpose of the thesis, namely polyurethane solvents and water-dilutable ones. All the materials have been manually applied with the application ruler in two layers. The methods having been used focused on physical and mechanical properties.

Because all the coating has been used on the same material, the possibility of its influence on the coating resistance has been eliminated. There are some factors, however, that may have caused some differences in resistance of the above-mentioned coating materials, for example a type of coating, its density and viscosity, its chemical composition, ease of spreading, speed and quality of applying the coating. Some further potential causes of the discrepancies in the measurements may have been weather condition, preparation of a surface before coating or different amount of time for each coating to harden.

The results have revealed that each test method, focusing on physical and mechanical properties, assessed a different coating material as best each time. The critical methods used for the sake of this work have been the tests against incision, scratch and rubbing. Polyurethane solvents coating has always gained a better rating compared to the water-dilutable one.

The best coating material as a protection against incision has proved to be Hesse PUR schichtlack DE 45322-0004. Based on measuring the resistance against scratching, the best coating has been determined to be Purlet 2K PU Lak. The test of resistance against rubbing has shown that the material Duocryl 2K – parkettlackseidenmatt proved to be the best. The water-dilutable material Becker Acroma EM 1157-0025 has been among the worst in all the tests and severely behind the PUR-based materials. Based on these findings, the recommended coating materials best suitable as resistance against scratching are the polyurethane solvents ones. On the contrary, the water-dilutable ones have not been recognised as advisable against scratching.

The results and findings of this undergraduate thesis may serve as a guide for choosing the right surface proofing for construction joinery products. Nevertheless, the



findings cannot be taken as definite and totally correct. In order for the findings to be as accurate as possible, further, more extensive research would have to be conducted. Some areas of the research to be expanded include increasing the amount of testing samples, kinds of wood and types of coating materials (oil and wax-based, acidic and others) or employing a broader range of testing methods.

## 9. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

AMBROŽOVÁ, E. 2000. *Nátěry dřeva*. Havlíčkův brod: GRADA, 72 s.

ISBN 80-7169-924-1

BULIAN, F., GRAYSTONE, JON, A. 2009. *Wood coatings: theory and practice*.

Amsterdam: Elsevier. ISBN 978-0-444-52840-7

DEJMAL, A. 1995. *Základy hydrotermické úpravy a ochrany dřeva*. 1.vyd. Brno:

Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 192 s. ISBN 80-7157-163-6

GANDELOVÁ, L., ŠLEZINGEROVÁ, J. 2014. *Stavba dřeva*. 2. vyd. Mendelova

zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 185 s. ISBN 978-80-7375-966-7

HARTMAN, E. a kol.1988. *Povrchové úpravy nátěrovými hmotami v nábytkářském průmyslu*. Praha: SNTL, 254 s.

HECKER, U. 2003. *Stromy a keře*. 1. vyd. Rebo Productions CZ, spol. s.r.o., 239 s.

ISBN 80-7234-291-6

HIMMELHUBER, P. 2012. *Dřevěné terasy*. 1. vyd., Grada Publishing, a.s., 104 s.

ISBN 978-80-247-4003-4

HORÁČEK, P. 2008. *Fyzikální a mechanické vlastnosti*. 2. vyd. Mendelova zemědělská

a lesnická univerzita v Brně, 121 s. ISBN 978-80-7375-169-2

HULINSKÝ, P., BITTMANN, R. 2009. *Učební text pro obor Truhlář 3. ročník*. Střední

škola polytechnická, Brno, Jílová 36g. ISBN 978-80-88058-41-0

KALEDOVÁ, A. 2003. *Technologie nátěrových hmot II.: Povrchové úpravy a způsoby předúpravy materiálů*. Vyd. 1. Pardubice: Univerzita Pardubice, Fakulta

chemickotechnologická, Ústav polymerních materiálů, 381 s. ISBN 80-7194-555-2

KALEDOVÁ, A., KALENDA P. 2004. *Technologie nátěrových hmot I: Pojiva, rozpouštědla a aditiva pro výrobu nátěrových hmot*. 1. vyd. Pardubice: Univerzita

Pardubice, 328 s. ISBN 80-7184-691-5

KRETSCHMANN, D. E., GREEN, D. W., WINANDY, J. E., 1999. *Wood Handbook*.

*Chapter 15: Finishing of wood*. Forest Products Laboratory, USDA Forest Service,

Madison, Wisconsin

LAMBOURNE, R., STRIVENS, T. A. 1999. *Paint and Surface Coatings - Theory and Practice (2nd Edition)*

MUZIKÁŘ, Z. 2008. *Materiály II: pro UO Truhlář*. Vyd. 1. Praha: Informatorium, 175 s. ISBN 978-80-7333-061-3

POLÁŠEK, J. 2003a. *Zkoušení nátěrových hmot a povrchových úprav – část I. Stavebně truhlářské výrobky*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. 1. vyd., 149 s. ISBN 80-7157-659-X

POLÁŠEK, J. 2003b. *Zkoušení nátěrových hmot a povrchových úprav – část II. Nábytek*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. 61 s. 1. vyd. ISBN 80-7157-660-3

POLÁŠEK, M. 2005. *Měření akustických vlastností. DOMO*

POLÁŠEK, J., COUFAL, R. 1995. *Dřevěné podlahy*. Brno: Mendlova zemědělská a lesnická univerzita

POŽGAJ, A. 1993. *Štruktúra a vlastnosti dreva*. Bratislava: Príroda, 485 s. 1. vyd. ISBN 80-07-00600-1

TESAŘOVÁ, D., a kol. 2014. *Povrchová úprava dřeva*. 1. vyd., Grada Publishing, a.s., 136 s. ISBN 978-80-247-4715-6

WERNER, J. 2005. *Moderní podlahy*. Brno: ERA group spol. s.r.o., 140 s. ISBN 80-7366-007-5

ZEMIAR, J. 2009. *Technológia výroby nábytku*. Vyd. 1. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 286 s. ISBN 978-80-228-2064-6

## **NORMY**

ČSN 67 3049: Nátěrové hmoty. Zhotovení zkušebních nátěrů nanášecím pravítkem, 1986

ČSN 74 4505: Podlahy – Společná ustanovení, 2008

ČSN 74 4507: Odolnost proti skluznosti povrchu podlah – Stanovení součinitele smykového tření, 2007

ČSN 91 0102 Stanovení odolnosti nátěrů proti otěru pomocí přístroje Erichsen

ČSN 91 0276: Nábytek. Metoda zjišťování odolnosti povrchu proti oděru, 1989

ČSN 97 3068: Stanovení změny (rozdílu) barevného odstínu nátěru, 1994

ČSN 2813: Stanovení zrcadlového lesku nátěrů bez obsahu kovových pigmentů při úhlu 20°, 60° a 85°, 2016

ČSN EN ISO 1519: Nátěrové hmoty – Zkouška ohybem, 2011

ČSN EN ISO 2808: Nátěrové hmoty – Stanovení tloušťky nátěru, 2000

ČSN EN ISO 2815: Nátěrové hmoty – Buchholzova vrypová zkouška, 2004

ČSN EN ISO 4624: Nátěrové hmoty – Odrhová zkouška přilnavosti, 2017

ČSN EN ISO 1518-1: Stanovení odolnosti proti vrypu, 2012

ČSN EN ISO 15184: Nátěrové hmoty – Stanovení tvrdosti nátěru zkouškou tužkami, 2013

## **INTERNETOVÉ ZDROJE**

<http://www.hesse-lignal.de>

<http://www.barvyteluria.cz>

<http://www.prosol-farben.de>

<http://www.oem.sherwin-williams.com>

<http://www.hechrentals.com>

<http://www.erichsen.de>

<http://www.taberindustries.com>

<http://www.erichsen.de>

<http://www.measurewhatyousee.com>

<http://www.affordablescales.com>

<http://www.angelfire.com>

## 10. SEZNAM TABULEK

Tab. 1: Průměrné procentické zastoupení hlavních složek dřeva našich nejzastoupenějších dřevin .....	12
Tab.2: Odolnost povrchu proti vrypu.....	32
Tab.3: Klasifikace změny čísla lesku.....	34
Tab.4: Popisná statistika pro velikost nánosu v mokřém stavu .....	36
Tab.5: Popisná statistika pro tloušťku nátěrového filmu .....	37
Tab.6: Popisná statistika pro odolnost vůči vrypu podél vláken .....	39
Tab.7: Popisná statistika pro odolnost vůči vrypu napříč vláken .....	39
Tab.8: Popisná statistika pro oděr .....	40
Tab.9: Popisná statistika stanovení úbytku při broušení po 100 cyklech .....	42
Tab.10: Popisná statistika stanovení úbytku při broušení po 200 cyklech .....	43
Tab.11: Popisná statistika pro stupeň lesku podél vláken – referenční vzorky .....	45
Tab.12: Popisná statistika pro stupeň lesku podél vláken – 50 cyklů.....	45
Tab.13: Popisná statistika pro stupeň lesku podél vláken – 100 cyklů.....	46
Tab.14: Popisná statistika stanovení změny barevného odstínu nátěrového filmu .....	49
Tab.15: Popisná statistika stanovení změny barevného odstínu nátěrového filmu .....	49

## 11. SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr 1: Rozdělení chemických složek ve dřevě.....	11
Obr 2: Smáčivost a úhel smáčení kapaliny na povrchu dílce .....	23
Obr 3: Podkladový materiál.....	25
Obr 4: Nátěrová hmota Hesse PUR schichtlack .....	26
Obr 5: Nátěrová hmota Purlet 2K PU lak .....	26
Obr 6: Nátěrová hmota Duocryl 2K - parkettlack .....	27
Obr 7: Nátěrová hmota Becker Acroma .....	27
Obr 8: PosiTector 200.....	28
Obr 9: Hardness Tester, model 239 II.....	28
Obr 10: Taber-Abraser, model 503 Standard.....	29
Obr 11: Erichsen Picogloss 503.....	29
Obr 12: Spektrofotometr Byk-Gardner Spectro-Guide 45/0 .....	29
Obr 13: Přístroj Erichsen .....	30
Obr 14: Digitální váha A&D GX600.....	30
Obr 15: Nanášecí pravítko .....	30
Obr 16: Konstrukční schéma a popis přístroje Taber-Abraser .....	33
Obr 17: Barevný popis prostoru XYZ CIELab.....	35
Obr 18: Sloupcový graf velikosti nánosu v mokřém stavu.....	36
Obr 19: Krabicový graf velikosti nánosu v mokřém stavu .....	37
Obr 20: Sloupcový graf tloušťky nátěrového filmu.....	38
Obr 21: Krabicový graf tloušťky nátěrového filmu .....	38
Obr 22: Velikost působící síly vůči vrypu podél i napříč vláken .....	40
Obr 23: Sloupcový graf zobrazující úbytek nátěrového filmu.....	41
Obr 24: Krabicový graf hmotnostního úbytku při oděru .....	41
Obr. 25: Sloupcový graf hmotnostního úbytku po broušení při 100 cyklech a pro zátěže 0 g a 2000 g.....	43

Obr. 26: Sloupcový graf hmotnostního úbytku po broušení při 200 cyklech a pro zátěže 0 g a 2000 g.....	44
Obr. 27: Změna lesku pro stupeň lesku 60° po 50 cyklech a při různých velikostech zátěže .....	47
Obr. 28: Změna lesku pro stupeň lesku 60° po 100 cyklech a při různých velikostech zátěže .....	47
Obr. 29: Změna lesku pro stupeň lesku 85° po 50 cyklech a při různých velikostech zátěže .....	48
Obr. 30: Změna lesku pro stupeň lesku 85° po 100 cyklech a při různých velikostech zátěže .....	48
Obr 31: Sloupcový graf změny barevného odstínu nátěrového filmu .....	49
Obr 32: Krabicový graf změny barevného odstínu nátěrového filmu .....	50