

MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ  
LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ FAKULTA

Ústav nábytku, designu a bydlení

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Povrchová úprava dětských hraček

2015

Irena Sochová

## **ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Povrchová úprava dětských hraček“ zpracovala sama a uvedla jsem všechny použité prameny. Souhlasím, aby moje bakalářská práce byla zveřejněna v souladu s § 47b Zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a uložena v knihovně Mendelovy zemědělské a lesnické univerzity v Brně, zpřístupněna ke studijním účelům ve shodě s Vyhláškou rektora MZLU o archivaci elektronické podoby závěrečných prací.

Autor kvalifikační práce se dále zavazuje, že před sepsáním licenční smlouvy o využití autorských práv díla s jinou osobou (subjektem) si vyžádá písemné stanovisko univerzity o tom, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity a zavazuje se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla dle řádné kalkulace.

V Brně, dne: .....

podpis studenta.....

## **PODĚKOVÁNÍ**

Ráda bych poděkovala vedoucímu mé práce Ing. Petr Čechovi, Ph.D., za odborné vedení mé práce a rady při vypracování práce, za jeho ochotu a trpělivost a také za pomoc při provádění laboratorních zkoušek.

## **ABSTRAKT**

**Název bakalářské práce:** Povrchová úprava dětských hraček

**Autor:** Irena Sochová

**Česky:** Bakalářská práce se zabývá analýzou sortimentu dřevěných řezaných hraček, které jsou v současnosti vyráběny v ČR, a jejich povrchovou úpravou. V první části se práce věnuje analýze současného trendu dokončování dřevěných řezaných hraček.

Ve druhé části jsou vymezeny bezpečnostní a ekologické požadavky na dětské řezané hračky. Dále zkoumá fyzikálně-mechanické a ekologické vlastnosti dokončených dřevěných segmentů, používaných k výrobě dětských řezaných hraček.

V neposlední řadě budou provedeny laboratorní zkoušky a měření fyzikálně-mechanických a ekologických vlastností dokončených povrchů dětských řezaných hraček. Výsledkem práce pak je vyhodnocení výsledků těchto zkoušek, měření a srovnání vlastností dokončených povrchů s platnými normami ČSN a EN a určení nejvhodnějšího dokončení povrchů pro dětské řezané hračky.

**Klíčová slova:** povrchová úprava, nátěrová hmota, dřevěné hračky a dětský nábytek, potisk, ekologické nátěrové hmoty, EN ČSN 71-1

## **ABSTRACT**

**The name of the bachelor thesis work:** Surface finishing of children's toys

**Author:** Irena Sochová

**English:** The bachelor thesis work analyses the range of wooden carved toys and surface finishing that is currently manufactured in the Czech Republic. The first part deals with the analysis of the current trend of finishing wooden carved toys.

In the second part safety and environmental requirements for children's carved toys are defined. Then it examines the physico-mechanical and ecological properties of finished wooden segments used in the manufacture of children's carved toys.

And last but not least the laboratory tests and measurements of physico-mechanical and ecological properties of finished surfaces of children's carved toys are being performed. And the result of the thesis work is evaluating the outcomes of the tests and measurements and comparison of the properties of finished surfaces according to ČSN and EN applicable standards and determining the proper properties of finished surfaces for children's toys.

## OBSAH:

ÚVOD .....	8
CÍL PRÁCE .....	9
LITERÁRNÍ ČÁST .....	10
1. DĚTSKÉ HRAČKY .....	10
1.1. Historie hraček .....	11
2. VÝROBA DŘEVĚNÝCH HRAČEK .....	14
3. POŽADAVKY NA HRAČKY .....	17
3.1. Základní požadavky na výrobky .....	17
3.2. Obecné požadavky na hračky .....	18
3.3. Základní požadavky na hračky .....	19
3.3.1. Všeobecné požadavky na hračky .....	19
3.3.2. Fyzikální a mechanické vlastnosti .....	19
3.3.3. Hořlavost .....	20
3.3.4. Chemické vlastnosti .....	20
3.3.5. Hygiena .....	20
3.3.6. Upozornění na nebezpečí a návod k užívání .....	20
3.4. Hygienické požadavky na hračky a výrobky pro děti ve věku do 3 let .....	21
3.4.1. Barvení a potisk .....	21
3.4.2. Hygienické limity nemetalické povrchové úpravy hraček .....	22
3.5. Technické normy zabývající se dětskými hračkami .....	22
3.5.1. Norma ČSN EN 71-1 .....	23
3.5.2. Norma ČSN EN 71-3: Migrace určitých prvků .....	23
3.5.3. Norma ČSN EN 71-9: Požadavky na organické chemické sloučeniny .....	25
3.5.4. Norma ČSN EN 71-10: Organické chemické sloučeniny – Příprava vzorku a extrakce .....	25
3.5.5. Norma ČSN EN 71-11: Organické chemické sloučeniny – Analytické metody .....	26
4. POVRCHOVÁ ÚPRAVA .....	28
4.1.1. Rozdělení nátěrových hmot .....	29
4.1.2. Vlastnosti nátěrových hmot .....	30
4.1.3. Druhy nátěrových hmot .....	30
4.1.3.1. Bezrozpuštědlové nátěrové hmoty .....	30
4.1.3.2. Nitrocelulózoové nátěrové hmoty .....	31
4.1.3.3. Lihové nátěrové hmoty .....	31
4.1.3.4. Olejové nátěrové hmoty .....	32
4.1.3.5. Syntetické nátěrové hmoty .....	32
4.1.3.6. Epoxydové nátěrové hmoty .....	32
4.1.3.7. Polyuretanové nátěrové hmoty .....	33
4.1.3.8. Vodou ředitelné nátěrové hmoty .....	33

4.2.1. Nátěrové hmoty používané při výrobě dřevěných hraček .....	33
EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST .....	34
5. MATERIÁL A METODIKA .....	35
5.1. Použité materiály .....	35
5.1.1. Spárovka ze smrku ztepilého .....	35
5.1.2. Spárovka z buku lesního .....	35
5.1.3. Nátěrové hmoty .....	36
5.1.3.1. Polyuretanová nátěrová hmota SOKRATES MOVIpur .....	36
5.1.3.2. Nitrocelulósová nátěrová hmota C1038 .....	36
5.1.3.3. UV tvrditelný nátěrový systém .....	37
5.2. Použité stroje a zařízení .....	37
5.3. Metodika práce .....	40
5.3.1. Stanovení vlastností nátěrových hmot .....	40
5.3.1.1. Stanovení netěkavých podílů v nátěrových hmotách a pojivech .....	40
5.3.1.2. Stanovení doby zasýchání NH do stupňů zasýchání dle ČSN 67 3052 .....	40
5.3.2. Stanovení fyzikálně-mechanických vlastností dokončených povrchů .....	41
5.3.2.1. Stanovení tloušťky nánosu nátěrového filmu .....	41
5.3.2.2. Stanovení stupně lesku povrchu dle ČSN ISO 2813 .....	41
5.3.2.3. Stanovení povrchové tvrdosti podle Buchholze dle ČSN ISO 2815 .....	42
5.3.2.4. Stanovení povrchové tvrdosti tužkami dle ČSN 67 3075 .....	42
5.3.2.5. Stanovení přilnavosti nátěru mřížkou – Mřížková zkouška dle ČSN ISO 2409 .....	43
5.3.2.6. Odolnost povrchu proti působení suchého tepla dle ČSN EN 12722 .....	43
5.3.2.7. Odolnost povrchu proti působení vlhkého tepla dle ČSN EN 12721 .....	43
5.3.2.8. Odolnost povrchu proti působení studených kapalin dle ČSN EN 12720 .....	43
5.3.2.9. Odolnost povrchu proti padající kuličce dle BS 3962 .....	44
5.3.3. Stanovení chemických vlastností dokončených povrchů .....	45
5.3.3.1. Stanovení emisí těkavých organických látek (VOC) .....	45
6. VÝSLEDKY .....	47
6.1. Stanovení vlastností zvolených nátěrových hmot .....	47
6.1.1. Stanovení netěkavých podílů v nátěrových hmotách a pojivech .....	47
6.1.2. Stanovení doby zasýchání NH do stupňů zasýchání .....	47
6.2. Stanovení fyzikálně-mechanických vlastností dokončených povrchů .....	47
6.2.1. Stanovení tloušťky nánosu nátěrového filmu .....	47
6.2.2. Stanovení stupně lesku povrchu .....	48
6.2.3. Stanovení povrchové tvrdosti podle Buchholze .....	49
6.2.4. Stanovení povrchové tvrdosti tužkami .....	49
6.2.5. Stanovení přilnavosti nátěru mřížkou – mřížková zkouška .....	50
6.2.6. Odolnost povrchu proti působení suchého tepla .....	50
6.2.7. Odolnost povrchu proti působení vlhkého tepla .....	50
6.2.8. Odolnost povrchu proti působení studených kapalin .....	51
6.2.9. Odolnost povrchu proti padající kuličce .....	51
6.3. Stanovení chemických vlastností dokončených povrchů .....	52
6.3.1. Stanovení emisí těkavých organických látek (VOC) .....	52
7. DISKUZE A ZHODNOCENÍ DOSAŽENÝCH VÝSLEDKŮ .....	54

8. ZHODNOCENÍ PŘÍNOSŮ PRÁCE PRO VYUŽITÍ V PRAXI .....	57
9. ZÁVĚR .....	58
10. SUMMARY .....	59
11. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK.....	60
12. POUŽITÁ LITERATURA .....	61
Technické normy a zákony .....	62
13. SEZNAM TABULEK .....	63
14. SEZNAM OBRÁZKŮ.....	64
16. SEZNAM GRAFŮ .....	65

# ÚVOD

Hračky představují v životě člověka obrovskou roli. A to zejména, protože učí člověka nenuceným způsobem novým věcem, rozvíjí naše dovednosti a v podstatě dělají člověka člověkem. Důkazem toho je i to, že mají velice dlouhou historii a lidstvo doprovází již od nepaměti. I v dnešní době, přestože existují spousty druhů a typů hraček, mají dřevěné hračky velmi nepostradatelnou roli. Dřevěné hračky patří k nejstarším a tradičním, a to zejména díky dostupnosti materiálu a dobré zpracovatelnosti. Dřevo jako materiál má ovšem také své nevýhody, například špatnou odolnost vůči změnám vlhkosti, proti působení biologických činitelů a vůči vysokým teplotám, také je zde možnost napadení škůdci. Některé z těchto nepříznivých vlastností lze však omezit nebo zcela vyloučit použitím vhodné povrchové úpravy.

Kromě sledování vhodnosti povrchové úpravy k zlepšení vlastností dřeva se sleduje i škodlivost povrchových úprav. V současné době však není sledována jen vhodnost povrchových úprav ke zkvalitnění vlastností dřeva, ale je kontrolována také jejich škodlivost. Zejména v poslední době je kladen velký důraz na toto hledisko, protože roste snaha o ochranu životního prostředí. Proto jsou firmy pracující s výrobky ze dřeva nuceny dodržovat přísné normy na použití povrchových úprav. Při výrobě dětských hraček jsou proti poškozování životního prostředí a zejména proti škodlivosti pro člověka kladeny ještě přísnější normy. Velkou hrozbu představují hlavně emise organických těkavých látek. Proto je snaha neustále zpřísňovat emisní limity. Snížení emisí se dosahuje zejména speciálními filtračními zařízeními nebo použitím látek, z kterých se těkavé organické látky nevypařují nebo jen minimálně.



## CÍL PRÁCE

Tato bakalářská práce se zabývá problematikou povrchové úpravy dětských dřevěných hraček. Hlavním cílem práce bylo stanovení fyzikálně-mechanických a chemických vlastností povrchové úpravy dřevěných hraček.

V teoretické části práce studentka podrobně rozebírá požadavky na výrobky, přičemž se zaměřuje především na dětské hračky. Tyto požadavky jsou převzaty z platné legislativy, zejména pak z technické normy ČSN EN 71 a jejich příslušných částí. Nedílnou součástí práce je také přehled nejpoužívanějších nátěrových systémů pro výrobu nábytku a dětských dřevěných hraček.

Experimentální část práce je zaměřena na ověření fyzikálně-mechanických a chemických vlastností dokončených zkušebních vzorků. Za podkladový materiál byla zvolena spárovka z dřeviny smrku a buku, a to především z důvodu, že to tento materiál je často využíván pro výrobu dětských dřevěných hraček. Následně byly podkladové materiály dokončeny zvolenými nátěrovými systémy, přičemž výběr byl zaměřen na nejpoužívanější nátěrového hmoty pro dokončování dětských hraček v minulosti i současnosti. Jednalo se o nitrocelulózovou (NCNH), polyuretan-akrylátovou (PURNH) a UV vytvrzující nátěrovou hmotu.

Následovalo ověření fyzikálně-mechanických a chemických vlastností dokončených zkušebních vzorků, které probíhalo zhruba jeden měsíc (28 dnů) od jejich dokončení.

Na základě dosažených výsledků bude vybrána povrchová úprava, která nejlépe vyhovuje požadavkům na povrchovou dětských hraček.

# LITERÁRNÍ ČÁST

## 1. DĚTSKÉ HRAČKY

*Motto: „Člověk je dokonale lidský, jen když si hraje.“*

Friedrich Schiller

Hračka je nepostradatelnou potřebou k rozvoji dítěte. Hraní je hlavní poznávací činností dítěte, a to zejména v útlém věku. Tedy dítě, jež nemá možnost si hrát, se opoždí ve vývoji, jelikož hraním si procvičuje souhru mozku a svalové soustavy. Jedná se o neustálé cvičení, trénování a zatěžování lidského organismu jako příprava pro budoucí psychickou a manuální zdatnost, kterou bude dítě v následujícím průběhu života tolik potřebovat. Hra utváří schopnosti člověka a dělá z něj to, čím je. Díky hře se u dětí vytváří i návyky, jež utváří charakter člověka a které ho doprovázejí celý život. Pro dítě je hračkou každý předmět, jenž jej zaujme, čímž podporuje jeho tvůrčí a badatelskou činnost. Hrou dítě napodobuje svět kolem sebe, návyky lidí v jeho okolí a celkově jeho životní prostředí. Základní funkcí hračky je naučit dítě poznávat tvar, barvu, materiál, velikost, tvrdost, rozpoznávat zvuky a další vlastnosti. Hračka utváří nejen názor dítěte na vnější okolí, ale zároveň formuje vnitřní prostředí a osobnost dítěte. Proto je velice důležité dbát na funkci a vhodnost hračky pro dítě, protože prostřednictvím ní si tedy vytváří svět pojmů a poznatků.

Hračky by měly zejména plnit svou funkci rozvíjení schopností dítěte, tedy měly by odpovídat věku dítěte, měly by podporovat fantazii a zvědavost a být pro dítě srozumitelné. Jejich velikost by měla být přizpůsobena věku dítěte, materiály musí být nezávadné a vhodné pro děti. Velice důležité jsou všechny bezpečnostní vlastnosti hračky, které mají obrovský vliv na zdraví dítěte. Jedná se zejména o hygienickou nezávadnost hračky, závadnost materiálů, ostrost hran a celkovou bezpečnost a vhodnost pro dítě.

Hračka je vše, s čím si děti hrají. To znamená, že hračky nejsou pouze autíčka, panenky, stavebnice nebo kočárky, ale i kousek dřeva, kamínek nebo mámin pantofel. Nicméně pro účely této bakalářské práce se budeme zabývat pouze hračkami – profesionálními výrobky určenými ke hraní pro děti.

## 1.1. Historie hraček

Historie hraček sahá do pravěku. První známé artefakty z našeho území pocházejí z mladší doby kamenné a jedná se o chrastítka z pálené hlíny. Tyto hračky pro nejmenší děti byly velmi rozšířené a při archeologických výzkumech jsou nalézány ve velkém počtu. Z antiky jsou známy řecké, egyptské a římské hračky. Některé řecké hračky měly i dřevěné klouby. Ve středověku se vyráběli malí princové, princezny, knížata. Potomci panovníků a vyšší šlechty si hráli s miniaturami hradů, zmenšeninami vybavení pokojů.

Největší rozvoj výroby hraček nastal na konci 16. století. Hlavními objekty byli houpací kůň a loutkové divadlo. Podle společenské třídy vznikaly také velké rozdíly. Největší lze spatřit u tehdejších kompletně zařízených loutkových domů. Do této doby také patřily panenky do hraček jak pro dívky, tak pro hochy, od této doby se však panenka stává výlučně dívčí hračkou.

Loutkový dům, panenky a olovění vojáčky z 18 až 19. století nám jsou důkazem, že na svém vrcholu hračky ztrácejí svůj výchovný význam. Projevují se dokonalostí, kterou dítě nemůže pochopit a je pro něj složitá. V této době se hračky stávají sběratelským předmětem dospělých. V 18. století se také upřela pozornost na mechanické hračky, které se zdokonalují, až opět upoutají pozornost spíše dospělých. V této době vzniká i hračka lidová.

Na konci 18. století se projevuje specifičnost české a slovenské dřevěné lidové hračky. Dřevěné hračky byly v 19. století velmi oblíbené, bylo však těžké ustát konkurenci tehdejší průmyslové výroby, kdy bylo především pomyšleno na zisk a ne na zájem dítěte o tu určitou hračku. Proto tyto hračky dítě nezajímaly nebo jen krátkou chvíli a raději věnovalo pozornost hračce lidové.

Na začátku 20. století byla snaha o obnovu výroby dřevěných lidových hraček. Situace za druhé světové války velice ublížila kvalitě československé dřevěné hračky, jelikož se tento materiál bral jako náhražka a byl nevhodně zpracováván.

V této době nastává renesance prosté lidové dřevěné hračky díky jejím dobrým vlastnostem a dostupností materiálu. Důležité je také ekologické hledisko zpracování dřeva, na které se nyní klade veliký důraz. Probíhá snaha o obnovu výroby dřevěných hraček a vrácení se k podstatě hračky jako objektu pro vývoj a výchovu dítěte.

*(Titěra, 1963)*

## 1.2. Rozdělení hraček

Hračky rozdělujeme podle různých kritérií. Lze je roztřídit podle funkce, účelu a zaměření hračky; dále podle pohlaví, pro které je hračka určena, tedy hračky pro dívky, hračky pro chlapce a hračky pro obě pohlaví; podle zdroje pohybu a také podle použitého materiálu.

Rozlišení podle funkce, účelu a zaměření hračky:

- deskové, stolní hry, stavebnice, lega a rubínové kostky
- panenky a dívčí svět – patří sem i kuchyňky, pokojíčky pro panenky a kuchyně pro dívky
- chlapecký svět hraček – patří sem koně, houpací koně, rytířské hry, vojáčky, zbraně
- mechanické hračky s hodinovým strojkem
- svět loutek, rodinná loutková divadélka
- zaměřené hračky a hrací prostředky k přímému vzdělávání a výchově
- sportovní nářadí a velké hračky, které děti používají ke sportovní činnosti

Rozdělení podle pohlaví:

- hračky pro chlapce
- hračky pro dívky
- hračky pro obě pohlaví

Rozdělení podle zdroje pohybu:

- hračky statické, bez pohybu
- hračky pohyblivé – taháním na kolečkách, strkáním, roztáčením
- mechanické hračky
- hodinový strojek
- hračky k uspokojování vlastního pohybu dítěte

Rozdělení podle použitého materiálu:

- dřevěné hračky
- hliněné hračky
- kamenné hračky
- hračky z kostí
- hadrové látkové kosti

- plyšové hračky
- porcelánové hračky
- slaměné (slámové) hračky
- voskové panenky
- hračky z papíru
- plechové a kovové hračky
- hračky z umělé hmoty, vinil, kaučuk, celuloid

*(Šplíchal, 2014)*

## 2. VÝROBA DŘEVĚNÝCH HRAČEK

### 2.1 Materiál

Při výběru materiálu musíme vzít v potaz, k jakému účelu bude daná hračka sloužit, abychom mohli porovnat vlastnosti různých dřevin. Při výběru dřeva bychom měli hlavně dbát na hmotnost, a tudíž by mělo ve většině případů jít o lehké dřevo, aby i malé dítě mohlo hračku nosit, tahat a zvedat. Také by mělo jít o dřevinu lehce opracovatelnou, která nemá na povrchu žádné smolníky. Na některé části (třeba kolečka hraček) a typy hraček je vhodnější použít tvrdší dřeva, aby nebyly po krátké době patrné stopy opotřebení. Dalším hlediskem může být kresba dřeva, podle toho jakou povrchovou úpravu chceme použít. (*Brokbals, 2008*)

Při výběru materiálu je potřeba se vyhnout dřevinám se sukou, které pak mohou vypadnout a vypadají neesteticky a mohou být pro děti nebezpečné. Také se při výrobě dřevěných hraček nesmí použít rozštěpené nebo jinak poškozené dřevo. Pokud se používají materiály na bázi dřeva, používá se pouze překližka. Nikoliv laťovka, u které nelze vytvořit tak přesné detaily a nikoliv dřevotříska, která má sklony k třepení. (*Smith, 1975*)

#### 2.1.1. Minulost

Výroba dřevěných hraček má na našem území dlouhodobou tradici a hojně se zde vyráběly lidové dřevěné hračky, a to zejména na Valašsku, v okolí Hlinska v Čechách, Krouně a Dědové. Po druhé světové válce vznikala i výrobní družstva vyrábějící tradiční české dřevěné hračky. Jako hlavní suroviny pro výrobu lidových dřevěných hraček se používalo lipové dřevo, jasanové dřevo, bukové dřevo, javorové dřevo a jehličnaté dřeviny, a to zejména smrk, ale také modřín. Dalšími použitými dřevinami byly dub, ovocné dřeviny jako švestka a v neposlední řadě topol. Používalo se masivní dřevo. (*Lid'ák, 2010*)

### **2.1.2. Současnost**

V současné době na území České republiky probíhá renesance výroby dřevěných hraček, a to zejména díky dostupnosti materiálu, ekologickému hledisku použití materiálu a přirozenosti vzhledu dřevěných hraček. Mnoho firem se odkazuje na pokračování dlouhodobé tradice výroby lidových hraček v Česku.

Nejpoužívanějším materiálem v současné době se jeví masivní bukové dřevo, které má nejvhodnější vlastnosti. Také se hojně používá javorové dřevo. Pro svojí výjimečnou kresbu a barvu se využívá ovocné dřevo jako ořechové, švestkové, jabloňové, hruškové, třešňové a dokonce meruňkové dřevo. Dále se používá při výrobě dřevěných hraček dřeviny dub, lípa, cedr, bříza, trnka, jasan, habr, jilm, akát a hloh.

*(<http://ceska-hracka.cz>)*

## **2.2. Technický postup výroby**

### **2.2.1. Minulost**

V minulosti při výrobě lidových dřevěných hraček se hračky vyřezávaly, prořezávaly a štípaly (např. ocas hračky) ručně a pak se dále zpracovávaly ručním obrušováním. Mezi další důležité v minulosti používané techniky patřilo vypalování malých detailů hraček (jako oči, nozdry). Dřevo se také opalovalo, což jednak zlepšovalo vzhled výrobku, ale také se tím zvyšovala odolnost dřeva. Dalším podstatným technickým postupem bylo drásání neboli strukturování dřeva, což je technologie povrchové úpravy dřeva, při níž vyběrousíme měkčí části kresby (podle <http://www.ceskykutil.cz/drasani-dreva>). V pozdějších letech se začaly výrobky teprve lakovat. *(Lid'ák, 2010)*

Později se rozvíjela výroba průmyslových hraček a ta zatlačovala výrobu lidových hraček. Výroba hraček se stávala více výrobou sériovou a v některých druzích i výrobou hromadnou. Zdokonalováním výrobních prostředků se dospělo v mnoha oborech výroby dřevěných hraček a jejich součástí k částečné automatizaci. *(Titěra, 1962)*

### 2.2.2. Současnost

Prvním z kroků při výrobě dřeva je sušení, v současné době se preferuje přirozené vysoušení. V hračkářském průmyslu se kromě speciálních strojů používají i běžné stroje na opracování dřeva. Mezi základní technické postupy patří tvarování dílce na základní rozměry řezáním. Na základní úpravu dřeva se používají běžně pásové pily; frézy horní, vodorovné srovnávací, tvarovací a tloušťkovací. K hoblování a další úpravě dřeva se používají hoblovací stroje a čepovací fréza. Dále se používají se tvarovací frézy, soustruhy. Poté se vrtají otvory na vrtačkách a potom se hračka dokončuje bruskami. Jsou-li jednotlivé sesazeny, slepeny a obroušeny přechází se k povrchové úpravě. (*Titěra, 1962*)

V dnešní době jsou také oblíbené CNC stroje, na kterých se hračky obrábějí, soustruží a frézují, ale mnoho firem se nyní vrací k původním postupům ruční výroby. Největší důraz se klade na broušení a soustružení hraček.



## 3. POŽADAVKY NA HRAČKY

### 3.1. Základní požadavky na výrobky

Každý výrobek, který se v České republice uvádí na trh, je povinen se řídit určitými právními předpisy.

Po vstupu České republiky do Evropské unie platí pro výrobky **Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2001/95/ES o všeobecné bezpečnosti výrobků a Nařízení Rady č. 339/93/EHS o kontrolách shody s pravidly bezpečnosti výrobků v případě výrobků dovážených ze třetích zemí.**

Účelem této směrnice je zajistit, aby výrobky uváděné na trh byly bezpečné.

Z této směrnice vychází **Zákon č. 102/2001 Sb., o obecné bezpečnosti výrobků, ve znění pozdějších předpisu.**

Tento zákon má za úkol zajistit, aby každý výrobek, který je uváděn do oběhu, byl pro spotřebitele bezpečný. Výrobkem je v tomto případě jakákoliv movitá věc, jež je vyrobena nebo jinak získaná a je určená k nabídce spotřebiteli. Potom bezpečný výrobek je ten, který pro spotřebitele při běžném nebo předvídatelném použití a po dobu stanovenou výrobcem nebo po dobu běžné spotřeby, nepředstavuje žádné nebo minimální riziko.

Dále pro výrobky platí **Zákon č. 22/1997 Sb. o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů**

- tento zákon upravuje:

a) způsob stanovování technických požadavků na výrobky, které by mohly ve zvýšené míře ohrozit zdraví nebo bezpečnost osob, majetek nebo životní prostředí, popřípadě jiný veřejný zájem.

b) práva a povinnosti osob, které uvádějí na trh nebo distribuují, popřípadě uvádějí do provozu výrobky, které by mohly ve zvýšené míře ohrozit oprávněný zájem.

c) práva a povinnosti osob pověřených k činnostem podle tohoto zákona, které souvisí s tvorbou a uplatňováním českých technických norem nebo se státním zkušebnictvím.

d) způsob zajištění informačních povinností souvisejících s tvorbou technických předpisů a technických norem, vyplývajících z mezinárodních smluv a požadavků práva Evropských společenství.

(2) Tento zákon dále upravuje v návaznosti na přímo použitelný předpis Evropských společenství akreditaci subjektů posuzování shody.

(3) Tento zákon též upravuje v návaznosti na přímo použitelný předpis Evropské unie výkon státní správy v souvislosti s uváděním a dodáváním stavebních výrobků vymezených přímo použitelným předpisem pro stavební výrobky (dále jen "stavební výrobky s označením CE") na trh, včetně dozoru nad plněním povinností stanovených přímo použitelným předpisem pro stavební výrobky a ukládání sankcí za jejich porušení.

Další legislativa týkající se uvádění výrobku na trh:

- **Zákon č. 59/1998 Sb., o odpovědnosti za škodu způsobenou vadou výrobků, ve znění pozdějších předpisu**
- **Zákon č. 634/1992 Sb., o ochraně spotřebitele, ve znění pozdějších předpisu**
- **Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví, ve znění pozdějších předpisu**
- **Zákon č. 20/1966 Sb., o péči o zdraví lidu, ve znění pozdějších předpisu**

### **3.2. Obecné požadavky na hračky**

Výrobce nebo dovozce zajišťuje označení hraček vlastními identifikačními údaji viditelnými, snadno čitelnými a nesmazatelným způsobem buď na hračce, nebo na jejím obalu. Současně s tím připojuje upozornění a návody.

Výrobky, které nejsou považovány za hračky: vánoční ozdoby; modely originálních výrobků vyráběné ve zmenšeném měřítku určené pro dospělé sběratele; vybavení pro hřiště; sportovní potřeby; vybavení pro vodní sporty provozované v hlubokých vodách; folklorní a dekorační panenky a ostatní podobné výrobky určené pro dospělé sběratele; zábavní prostředky umístované na veřejně přístupných místech; skládky (puzzle) určené pro specialisty, obsahující více než 500 částí, popřípadě bez předlohy; vzduchové pušky a vzduchové pistole; ohňostrojové prostředky; praky a

katapulty; šipky s kovovými hroty; elektrické trouby, žehličky a ostatní funkční výrobky, pokud jsou napájeny proudem o jmenovitém napětí vyšším než 24 V; výrobky s topnými prvky určené k didaktickým účelům za dozoru dospělé osoby; vozidla se spalovacími motory; jízdní kola určená pro sportovní účely nebo jako dopravní prostředek na veřejných komunikacích; zařízení pro videohry určená k připojení k televizním přijímačům se jmenovitým napětím vyšším než 24 V; šidítka pro kojence; věrné napodobeniny skutečných střelných zbraní; dětská bižuterie.

### **3.3. Základní požadavky na hračky**

#### **3.3.1. Všeobecné požadavky na hračky**

Děti patří mezi osoby, které je třeba zvlášť chránit před riziky, jejichž nebezpečnost nejsou vzhledem k svému věku schopny rozpoznat a určit. Jde o rizika, která lze odvodit z konstrukce, materiálového složení a výrobního provedení hračky a o rizika, která vyplývají z používání hračky a nemohou být zcela vyloučena úpravou její konstrukce a složení, aniž by se tím změnila její funkce nebo zanikly její základní vlastnosti.

Riziko, které vzniká při používání hračky, musí být úměrné fyzickým a duševním schopnostem dítěte. To platí zejména pro hračky určené dětem do 3 let. Proto je nutné, aby byl výrobcem nebo dovozcem stanoven minimální věk dítěte popřípadě, že hračka musí být používána pod dohledem dospělé osoby. Návodů a nápisů na hračkách musí účinně upozorňovat na rizika při používání hračky. Návodů musí být v českém jazyce.

#### **3.3.2. Fyzikální a mechanické vlastnosti**

Hračky musí mít mechanickou pevnost a odolnost takovou, aby vydržely namáhání při jejich běžném používání. Hrany, výčnělky, lanka, kabely a kotvící prvky musí být takové, aby při styku s nimi bylo riziko poranění co nejmenší. Rozměry hraček a jejich součástí určené dětem do 3 let musí mít takový rozměr, aby se zabránilo jejich spolknutí a vdechnutí. Hračky a obaly nesmějí způsobit riziko uškrcení nebo udušení.

### **3.3.3. Hořlavost**

Hračka nesmí představovat nebezpečný hořlavý prvek a musí obsahovat látky, které při působení možných zdrojů zapálení nezačnou hořet, které jsou těžko zapalitelné, po zapálení hoří pomalu, oheň šíří pomalu a látky, které zpomalují proces hoření.

### **3.3.4. Chemické vlastnosti**

Hračky nesmí být zdravotně závadné, nesmí být škodlivé při spolknutí, vdechnutí, styku s pokožkou, sliznicemi nebo při vniknutí do očí.

Kvůli ochraně zdraví dětí nesmí látky: antimon, kadmium, arsen, olovo, baryum, rtuť, chrom a selen přesáhnout hodnoty stanovené v nařízení vlády.

### **3.3.5. Hygiena**

Hračka musí být vyrobena tak, aby byla snadno omyvatelná a tím bylo minimalizováno riziko nákazy.

### **3.3.6. Upozornění na nebezpečí a návod k užívání**

Hračky musí obsahovat čitelné a vhodné upozornění, které minimalizují riziko úrazu, a to v českém jazyce. Hračky určené dětem do 3 let musí být označeny nápisem „Není určeno pro děti mladší než 3 roky“ nebo „Nevhodné pro děti do 3 let“ a stručným popisem rizika. Funkční hračky musí obsahovat upozornění „Pozor! Používat jen pod dohledem dospělé osoby!“. U všech těchto hraček je dále nutné přiložit návod na použití.

### **3.4. Hygienické požadavky na hračky a výrobky pro děti ve věku do 3 let**

Jelikož jsou hračky určené pro děti do 3 let často vkládány do úst a přichází do styku s potravinami a pokrmy, byla stanovena Vyhláška ministerstva zdravotnictví č. 84/2001 Sb. O hygienických požadavcích na hračky a výrobky pro děti ve věku do 3 let. Tato vyhláška se nevztahuje na kosmetické prostředky.

Výrobky pro děti nesmí obsahovat patogenní a podmíněné patogenní mikroorganismy, nesmí mít dráždivé účinky na kůži a sliznici a mohou vykazovat pouze pach charakteristický pro daný materiál. Barvené výrobky pro děti musí být odolné vůči působení roztoku modelující sliny. Hračky s barevnou povrchovou úpravou navíc musí odolávat působení roztoku modelující pot.

#### **3.4.1. Barvení a potisk**

Pro barvení a potisk hraček se nesmí používat azobarviva, při jejichž rozkladu vznikají rizikové aminy, a to: 4-Amino-bifenylyl, benzidin, 4-chlor-o-toluidin, 2-naftylamin, o-aminoazo-toluol, 2-amino-4-nitro-toluol, p-chlor-anilin, 2,4-diamino-anisol, 4,4'-diamino-difenylmetan, 3,3'-dichlor-benzidin, 3,3'-dimetoxo-benzidin, 3,3'-dimetyl-benzidin, 3,3'-dimetyl-4,4'-diaminodifenylmetan, p-kerasidin, 4,4'-metyl-bis(2-chloranilin), 4,4'-oxy-dianilin, 4,4'-thio-dianilin, o-toluidin, 2,4-toluylendiamin, 2,4,5-trimetyl-anilin, 4-aminoazobenzen, o-anisidin.

Pro barvení a potisk hraček též nesmí být použito barvivo, které je označeno standardními větami označujícími specifickou rizikovost (R-věty: R-45, R-46, R-60, R-61) nebo to barvivo s vlastnostmi, které by takto měly být označeny.

Nesmí být použita barviva: Solvent Yellow 1, Solvet Yellow 2, Solvet Yellow 3, Basic Red 9, Disperse blue 1, Acid red 26.

Barviva a pigmenty použité k barvení hraček v nich musí být pevně zakotveny.

### 3.4.2. Hygienické limity nemetalické povrchové úpravy hraček

Stanoví se výluh do destilované vody 1 cm<sup>2</sup>:1ml po dobu 24 hod. Poté látky nesmí přesahovat limity:

Fenolické sloučeniny: 0,05 mg fenolu/dm<sup>2</sup>

Sloučeniny s –NH<sub>2</sub> skupinou 0,05 mg NH<sub>2</sub>/dm<sup>2</sup>

Primární aromatické aminy 0,005 mg anilinhydrochloridu/dm<sup>2</sup>

Formaldehyd 0,10 mg/dm<sup>2</sup>

Aromatické sloučeniny vyjádřené jako styren 0,10 mg/dm<sup>2</sup>

Estery kyseliny ftalové úhrnně nejvýše 0,20 mg/dm<sup>2</sup>

Migrace antimonu, arsenu, barya, kadmia, chromu, olova, rtuti a selenu z povrchových úprav nemetalických úprav do vodního roztoku kyseliny HCl o koncentraci  $c(\text{HCl})=0,07 \text{ mol/l}$ , po dobu 2 hodiny, při teplotě  $37\pm 2^\circ\text{C}$  nesmí překročit:

Antimon 60mg/kg

Arsen 25 mg/kg

Baryum 1000 mg/kg

Kadmium 75 mg/kg

Chrom 60 mg/kg

Olovo 90 mg/kg

Rtuť 60 mg/kg

Selen 500 mg/kg

Z materiálů a povrchových úprav hraček nesmí migrovat barviva ani optická zjasňovadla.

### 3.5. Technické normy zabývající se dětskými hračkami

Jelikož je Česká republika členem Evropského výboru pro normalizaci CEN (European Committee for Standardization), tak přebírá některé normy Evropských společenství. Norma takto přebraná, týkající se hraček se nazývá ČSN EN 71, která byla vypracována Technickou komisí CEN/TC 52 „Bezpečnost hraček“ a schválena 1.2.2012. Datum účinnosti je 1.3.2012.

### 3.5.1. Norma ČSN EN 71-1

Tato evropská norma stanovuje požadavky a metody zkoušení mechanických a fyzikálních vlastností hraček. Platí pro dětské hračky, přičemž hračkami jsou všechny výrobky nebo materiály, navržené nebo určené ke hraní dětem mladším 14 let včetně výrobku navržené nebo určené vedle hraní i k dalším účelům. Vztahuje se na nové hračky, bere v úvahu dobu trvání jejich předvídatelného a normálního použití a při používání hraček určeným nebo předvídatelným způsobem počítá s normálním chováním dětí. Norma obsahuje specifické požadavky na hračky pro děti mladší 36 měsíců, pro děti mladší 18 měsíců a pro velmi malé děti, které ještě neumějí samy sedět. Tato evropská norma též stanovuje požadavky na obaly, značení a průvodní texty.

Norma obsahuje 9 částí. Pro dřevěné hračky jsou důležité části:

- Část 1: Mechanické a fyzikální vlastnosti
- Část 2: Hořlavost
- Část 3: Migrace určitých prvků
- Část 6: Grafické symboly pro varovná označení věkových skupin
- Část 9: Organické chemické sloučeniny – Požadavky

Pro tuto práci jsou rozhodné části týkající se nátěrových hmot, tedy Část 3: Migrace určitých prvků a Část 9: Organické chemické sloučeniny – Požadavky.

### 3.5.2. Norma ČSN EN 71-3: Migrace určitých prvků

Tato norma se zabývá zjištěním migrace prvků: Antimon, Arsen, Barium, Bor, Cín, Hliník, Chrom (III), Chrom (VI), Kadmium, Kobalt, Mangan, Měď, Nikl, Olovo, Organický cín, Rtuť, Selen, Stroncium, Zinek.

Formaldehyd se smí uvolňovat do 30mg/kg.

Zkouška se provádí tak, že se odškrábne určité množství nátěru, které se rozpustí v kyselině chlorovodíkové (1 mol/l). Zkontroluje se hodnota pH a případně se

upraví. Poté se roztok přefiltruje a provede se analýza přítomnosti prvků v konečném extraktu pomocí ICP-MS, ICP-OES, CVAAS, GC-MS.

### **Migrační limity v mg/kg**

Tabulka č.1 uvádí migrační limity v mg/kg

Hliník	70 000
Antimon	560
Arzen	47
Barium	18 750
Boron	15 000
Kadmium	17
Chrom (III)	460
Chrom (VI)	0,2
Kobalt	130
Měď	7 700
Olovo	160
Hořčík	15 000
Rtuť	94
Nikl	930
Selen	460
Stroncium	56 000
Cín	180 000
Organický cín	12
zinek	46 000



### 3.5.3. Norma ČSN EN 71-9: Požadavky na organické chemické sloučeniny

Tato část evropské normy EN 71 na bezpečnost hraček stanovuje požadavky na migraci určitých nebezpečných organických chemických sloučenin z určitých hraček nebo materiálů hraček nebo na obsah těchto sloučenin v určitých hračkách nebo materiálech hraček při následujících způsobech expozice:

- vkládání do úst;
- spolknutí;
- kontakt s pokožkou;
- kontakt s očima;
- vdechnutí;

V této normě jsou stanoveny limity pro formaldehyd, barviva, primární aromatické aminy a prostředky na ochranu dřeva.

### 3.5.4. Norma ČSN EN 71-10: Organické chemické sloučeniny – Příprava vzorku a extrakce

Tato norma se zabývá přípravou vzorků, které se následně použijí v normě ČSN EN 71-11.

Vzorek se připraví zvlášť pro barviva, primární aromatické aminy a prostředky na ochranu dřeva a to následně:

**a) barviva** – do vzorku se udělají vrtákem do 1 cm rovnoměrně otvory po celém povrchu a naváží se 0,5 g zkušební vzorku. Přidá se 10 ml ethanolu a vloží se na 15 minut do ultrazvukové lázně. Vzniklý extrakt se zkoncentruje na objem 1 ml a poté se zfiltruje. Přelijeme do viliálky o objemu 2 ml, uzavřeme a analyzujeme podle ČSN EN 71-11.

**b) primární aromatické aminy** – připraví se vzorek, viz výše. Odměří se 1 g vzorku a přidá se 15 ml vody a protřepe se v třepačce. Poté se zkumavka centrifuguje. Supernatant se přemístí do kolony s porézní křemelinou a 20 minut se nechá absorbovat. Křemelina se extrahuje 2x 40 ml ter-butylmethyletherem a fluáty se smíchají v baňce. Pomocí rotační odparky se odpaří na 5 ml. Poté se etherový extrakt

převéde do zkumavky a objem se zredukuje mírným proudem dusíku na 1 ml. Viliálka se uzavře a analyzuje podle ČSN EN 71-11.

**c) prostředky na ochranu dřeva** – připraví se vzorek, viz výše a naváží se 2,5 g a smíchá se 25 ml důkladně promíchaného roztoku ethanolu a ledové kyseliny octové (9 : 1) a roztok se zazátkuje. Poté se umístí na 1 hodinu do ultrazvukové lázně a následně se nechá zchladnout. Extrakt se zfiltruje a analyzuje podle ČSN EN 71-11.

### 3.5.5. Norma ČSN EN 71-11: Organické chemické sloučeniny – Analytické metody

**a) barviva** – identifikují se v extraktu metodou kapalinové chromatografie s detekcí typu diode-array (LC-DAD). V případě pozitivní identifikace lze provést potvrzení pomocí kapalinové chromatografie s hmotně spektrometrickou detekcí (LC-MS).

**b) primární aromatické aminy** – vyrobí se zásobní roztok a z něj řada směsných kalibračních roztoků aromatických aminů v terc-(butylmethyl)etheru v různých koncentracích. Poté se provede stanovení plynovou chromatografií. Nastříkují se kalibrační roztoky a terc-(butylmethyl)etherová fáze (získaná podle ČSN EN 71-10). Vypočte se koncentrace primárního aromatického aminu v terc-(butylmethyl)etherovém extraktu, a to z kalibrační křivky sestavené pomocí kalibračních roztoků. Následně se vypočte koncentrace analytu podle vzorce a srovná se s limity.

**c) prostředky na ochranu dřeva** – Prostředky na ochranu dřeva se stanovují v acetylovaných extraktech materiálů hraček ze dřeva plynovou chromatografií s detekcí metodou elektronového záchytu s použitím kalibrace pomocí vnitřního standardu.

Vyrobí se standardní roztoky dle normy:

- koncentrovaná zásobní standard 1
- koncentrovaný zásobní standard 2
- koncentrovaný zásobní standard 3
- koncentrovaný zásobní roztok vnitřního standardu
- zředěný zásobní standardní roztok
- zředěný roztok vnitřního standardu

Postup: vyrobí se kalibrační roztoky – do 5 zkumavek 35 ml 0,1 M roztoku uhličitanu draselného do každé různý objem zředěného zásobního standardního roztoku a 40  $\mu$ l zředěného roztoku vnitřního standardu. Poté se promíchá a přidá 5 ml hexanu a 1 ml acetanhydridu. Poté se opět promíchá a nechá v klidu, aby se roztoky rozdělily do dvou fází. Vypočte se skutečná koncentrace (mg/l) prostředku na ochranu dřeva v horní hexanové vrstvě.

Následně se provede deprivatizace dle normy. Stanovení se provede plynovou chromatografií. Nastříkují se kalibrační roztoky a terc-(butylmethyl)etherová fáze (získaná podle ČSN EN 71-10). Následně se provede výpočet poměru píku pro každý z kalibračních roztoků, a to vydělením plochy píku složky plochou píku vnitřního standardu. Koncentrace prostředku na ochranu dřeva v hexanovém extraktu se určí z kalibrační křivky sestavené pomocí kalibračních roztoků. Koncentrace prostředku na ochranu dřeva ve vzorku podle vzorce a srovná se s limity.

## 4. POVRCHOVÁ ÚPRAVA

První dojem z dřevěného nábytku či dětských hraček je dán nejen tvarem a řemeslným zpracováním, ale i povrchovou úpravou výrobků.

Povrchová úprava je důležitou součástí výrobků ze dřeva. Vhodně zvolená úprava nejen zvýrazňuje a dokresluje vzhled dřeva, ale významně prodlužuje i životnost výrobků z tohoto přírodního materiálu. Náklady na dokončování povrchové úpravy jsou ve srovnání s hodnotou dokončovaných předmětů poměrně malé, ale její vliv na celkovou kvalitu výrobku je mnohem větší.

Povrchová úprava je charakterizována jako kabát, který výrobek prodává. Zároveň jde o jedno z nejčastěji poškozovaných míst na dřevěných výrobcích. Kvalita povrchové úpravy představuje jeden z faktorů, který ovlivňuje vlastnosti a vzhled výrobků na bázi dřeva, zvýrazňuje a dokresluje jeho přirozenou krásu, prodlužuje životnost dřevěných výrobků, zlepšuje jeho užitné vlastnosti, případně potlačuje barevné rozdíly, někdy omezuje i emise z podkladových materiálů.

*(Tesařová, 2014)*

### 4.1. Nátěrové hmoty

Nátěrové hmoty mají na dřevě funkci nejen dekorační, ale především ochrannou. Dřevo jako přírodní materiál je nuceno odolávat plísním a hnilobám, dřevokaznému hmyzu, různým povětrnostním podmínkám. Jelikož je dřevo různorodý a nehomogenní materiál, musí být vždy zvolen optimální postup přípravy povrchu a vlastního dokončení nátěrovými hmotami. Ten se může u každého druhu dřeva výrazně lišit. Tyto rozdíly vycházejí již ze samotné stavby dřeva. Například některé jehličnany mají zvýšený obsah pryskyřice a naopak některé kruhovitě pórovité listnáče mají velmi otevřené póry.

Aby byla kvalita nátěru a jeho odolnost co nejvyšší, je nutné znát vlastnosti dřeva a nátěrové hmoty a dodržovat mnoho kritérií. A to jak při přípravě podkladu, tak i při samotné aplikaci a při jejím vytvrzování.

*(Meloun, 2008)*

## 4.1. Nátěrové hmoty

### 4.1.1. Rozdělení nátěrových hmot

Nátěrové hmoty je souhrnný název pro všechny hmoty, jejichž hlavní součástí jsou filmotvorné látky, které se nanášejí v tekutém, těstovitém nebo práškovém stavu na předmět, aby na něm vytvořily nátěr požadovaných vlastností. Podle svých charakteristických vlastností se dělí na:

- transparentní
- pigmentové

Podle podmínek použití se dělí na:

- vnitřní
- venkovní
- speciální

Podle podmínek použití a pořadí v nátěrovém systému se dělí na:

- napouštěcí
- základní
- vyrovnávací
- podkladové
- vrchní
- maskovací

Podle způsobu tvorby filmu se dělí na zasychající:

- chemickými pochody
- fyzikálními pochody
- chemickými i fyzikálními pochody

Podle podmínek zasychání se dělí na:

- na vzduchu schnoucí
- vhodné k přisoušení
- vypalovací
- vytvrzované zářením
- tavné

Podle druhu pojidla se dělí například na asfaltové, celulózové, olejové, epoxidové, polyurethanové, melaminformaldehydové, silikonové, polyesterové atd.

Podle druhu rozpouštědla je lze rozdělit třeba na lihové, vodou ředitelné, bezrozpouštědlové a další.

*(Jarošová, 2006)*

#### **4.1.2. Vlastnosti nátěrových hmot**

U nátěrových hmot se posuzují vlastnosti technologické a užitkové. Technologické vlastnosti jsou důležité zejména pro skladování a zpracování. Tyto vlastnosti se posuzují u nátěrových hmot v mokřem stavu. Užitkové vlastnosti jsou vlastnosti již hotových nátěrových filmů.

Do technologických vlastností patří životnost, konzistence, obsah netěkavých složek, doba sušení (vytvrzování), vlastnosti při nanášení, krycí schopnost, přilnavost nátěrového filmu, brousitelnost, leštitelnost filmu.

Mezi užitkové vlastnosti se řadí odolnost nátěrového filmu vůči střídaní teplot, odolnost proti úderům, odolnost proti oděru, odolnost proti chemikáliím, barva.

#### **4.1.3. Druhy nátěrových hmot**

##### **4.1.3.1. Bezrozpouštědlové nátěrové hmoty**

Jsou nenasyčené polyesterové laky. Filmotvornou složkou jsou nenasyčené polyestery, které jsou rozpuštěny v monomeru styrenu. Ten pak při vytvrzování polymeruje na polystyren. Další látka, která je nepostradatelná pro vytvrzování, je katalyzátor, což je organický peroxid. Pro urychlení reakce se přidává urychlovač neboli iniciátor. Dále se mohou přidávat tixotropní látky, které snižují stékevost.

Bezrozpouštědlové nátěrové hmoty se dělí na polyesterové laky s obsahem parafínu a polyesterové bezoparafínové nátěrové hmoty. Polyesterové laky s obsahem parafínu jsou starší typy laků. Jsou to laky dvousložkové, kde první složka je lak s urychlovačem a druhá je lak s katalyzátorem. Každá z těchto složek se nanáší zvlášť. Při vytvrzování vyplave parafín na povrch. Po vytvrzení se vrstva parafínu musí odstranit broušením.

Polyesterové bezoparafínové nátěrové hmoty byly vyvinuty pro nové technologie vytvrzování jako je vytvrzování ultrafialovým zářením, pultovním, infračerveným a elektronovým zářením. Jak název napovídá, neobsahují parafín.

Polyesterové laky umožnily používání automatizovaných linek v povrchové úpravě, za použití nejmodernějších technologií vytvrzování a zasychání. Nátěrové filmy jsou velmi kvalitní – tvrdé, odolné proti vodě a většině rozpouštědel, proti zvýšeným teplotám.

#### **4.1.3.2. Nitrocelulóзовé nátěrové hmoty**

Filmotvornou složkou je zde nitrocelulóza, ta je však příliš tvrdá, má malou přilnavost a nízký stupeň lesku. Proto se do těchto laků přidávají zvláčňovadla a syntetické pryskyřice. Jako rozpouštědla se používají acetáty.

Mezi hlavní výhody těchto nátěrových hmot patří: snadná aplikace, rychlé zasychání, dají se nanášet všemi způsoby, dají se dokončit na jakýkoliv stupeň lesku a jsou cenově dostupné.

Jeho hlavní nevýhody jsou: velmi nízký obsah sušiny, to způsobuje velmi tenký nátěrový film; velký obsah prchavých látek; malá odolnost proti vlhkosti.

Nitrocelulóзовé nátěrové hmoty se dělí na transparentní nátěrové hmoty, pigmentové nátěrové hmoty a nitropolyitury.

#### **4.1.3.3. Lihové nátěrové hmoty**

Tyto nátěrové hmoty vytváří vysoce lesklé filmy, které jsou tvrdé a křehké. Nanášejí se štětcem nebo stříkáním a rychle zasychají.

#### **4.1.3.4. Olejové nátěrové hmoty**

Do této skupiny patří fermeže, fermežové barvy, olejové laky, barvy a emaily.

##### **Fermeže**

Vyrábějí se svařováním vysychavých olejů se sušidly. Velmi dlouho schnou (48 hodin), proto jsou nevhodné pro průmyslovou výrobu. Používají se zejména k napouštění dřeva pod venkovní nátěry.

##### **Olejové nátěrové hmoty**

Jsou to roztoky pryskyřic s vysychavými oleji v organických rozpouštědlech s přídavkem sušidel. Podle množství obsahu oleje se dělí laky na mastné, polomastné a suché. Suché a polomastné se používají na vnitřní nátěry a mastné na venkovní.

#### **4.1.3.5. Syntetické nátěrové hmoty**

Dělí se na alkydové a kyselinou tvrditelné.

##### **Alkydové nátěrové hmoty**

Filmotvornou složku tvoří alkydové pryskyřice modifikované vysychavými oleji. Tyto nátěrové hmoty se dají nanášet všemi způsoby. Alkydové nátěrové hmoty zasychají pomocí oxypolymerace. Takto vzniklé filmy mají velmi dobrou přilnavost, jsou tvrdé odolné proti povětrnostním vlivům.

##### **Nátěrové hmoty kyselinou tvrditelné**

Filmotvornou látkou je zde močovinoformaldehydová pryskyřice s příměsí alkydů, rozpuštěná v butanolu a xylenu. Tyto nátěrové hmoty jsou dvousložkové, vytvrzují na základě reakce s kyselými tvrdidly.

Filmy tvořené nátěrovými hmotami kyselinou tvrditelnými jsou velmi kvalitní, odolné proti zvýšené teplotě, slabším chemikáliím, mají výbornou přilnavost, tvrdost.

#### **4.1.3.6. Epoxydové nátěrové hmoty**

Tyto nátěrové hmoty jsou dvousložkové, jednou složkou je roztok nízkomolekulární epoxidové pryskyřice, druhou složkou je roztok polyamidové pryskyřice, který zde slouží jako tvrdidlo. Epoxidové nátěrové hmoty mají velmi dobrou přilnavost, vynikající tvrdost, odolnost proti oděru a chemikáliím.



Hlavní nevýhodou je, že jsou drahé. Nejsou odolné proti povětrnostním podmínkám a UV záření.

#### **4.1.3.7. Polyuretanové nátěrové hmoty**

Polyuretanové nátěrové hmoty jsou dvousložkové. První složkou jsou polyesterové pryskyřice a druhou izokyanáty. Tyto nátěrové hmoty vynikají svými vlastnostmi. Jsou tvrdé, pružné, odolné proti oděru a povětrnostním vlivům a UV záření. Obsahují vysoké procento sušiny, což způsobuje tlustější vrstvu filmu a tím se snižuje spotřeba.

#### **4.1.3.8. Vodou ředitelné nátěrové hmoty**

Jedná se o jedny z nejpoužívanějších nátěrových hmot v nábytkářském a hračkářském průmyslu. Přesná definice těchto nátěrových hmot není úplně jednoznačná. Obecně lze tedy říct, že mezi tyto nátěrové hmoty patří všechny hmoty ředitelné vodou. Patří sem zejména nátěrové hmoty na bázi nenasyčených polyesterů, akrylátových nebo kombinace nitrocelulozových a polyuretanových vodních disperzí. Tyto nátěrové filmy tvoří poměrně tlusté filmy, které jsou nerozpustné nebo jen omezeně rozpustné ve vodě. Jsou ekologické, nehořlavé, zdravotně nezávadné.

*(Křupalová, 2008)*

#### **4.2.1. Nátěrové hmoty používané při výrobě dřevěných hraček**

Ve většině případu se hračky v ČR vyrábějí bez povrchové úpravy, nejsou nijak chemicky upravovány či barveny nebo je pouze voskován a leštěn či ošetřeny přírodními oleji. Využívá se ošetření stálobarevným a hygienicky nezávadným olejem, vyrobeným ze semen máku setého, který může přijít do kontaktu s potravinami. Také se používá lněný olej, který je vysychavý, zdůrazní kresbu dřeva a zajistí, že dřevo nebobtná. Další možností jsou přírodní vodou ředitelné barvy nebo akrylátové vodou ředitelné barvy. V dalších případech se používají polyuretanové a nitrocelulókové laky. Všechny NH musí být atestovány a vyhovovat normě EN 71.

## **EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST**

Cílem experimentální části práce bylo stanovit fyzikálně-mechanické a chemické vlastnosti povrchové úpravy dřevěných hraček. Na základě informací zjištěných z literární části, bylo za podkladový materiál vybráno masivní dřevo, tedy masivní spárovka, a to z dřevin smrku a buku. Nátěrové hmoty byly zvoleny na základě nejvíce používaným nátěrových systémů pro dokončování hraček v minulosti i v dnešní době. Jednalo se tedy o polyuretan akrylátovou, nitrocelulózovou a UV vytvrzující nátěrovou hmotu. Uvedené nátěrové systémy byly na podkladové materiály aplikovány ručním způsobem, tj. natíráním štětcem. Poté se nechaly zkušební vzorky 30 dnů klimatizovat v laboratorních podmínkách. Následovalo stanovení fyzikálně-mechanických a chemických vlastností dokončených zkušebních vzorků.

## 5. MATERIÁL A METODIKA

### 5.1. Použité materiály

Jako podkladový materiál pro experimentální část byly zvoleny masivní plošné dílce, vyrobené ze smrkového a bukového řeziva. Důvodem pro výběr těchto druhů dřev je zejména jejich vysoké průmyslové využití při výrobě nábytku.

#### 5.1.1. Spárovka ze smrku ztepilého

Dřevo smrku ztepilého (*Picea abies*) je nejpoužívanějším a nejpěstovanějším dřevinou v ČR. Pro výrobu nábytku se hodí zejména díky dobré opracovatelnosti, textuře a dostupnosti. Dřevina je bez barevně odlišeného jádra, ale má výrazné letokruhy a pravidelnou stavbu, je bílá až slabě nažloutlá a s mírným leskem. Při 15% vlhkosti (při vlhkosti přirozeně vysušeného dřeva) má hmotnost  $470 \text{ kg/m}^3$ . Dřevo je měkké, ale dostatečně pevné, pružné a trvanlivé. Dobře se obrábí.

Použití smrkového dřeva je mnohostranné (stavební řezivo, nábytek, dýhy, papírnictví, aglomerované materiály). Přestože se hustota jarního a letního dřeva značně liší, uplatňuje se často i v řezbářství.

([www.p-ronic.com](http://www.p-ronic.com))

#### 5.1.2. Spárovka z buku lesního

Buk lesní (*Fagus sylvatica*) je v ČR nejrozšířenější listnatá dřevina. Nemá barevně odlišené jádro. Vyzrálé dřevo i běl jsou světle (pleťově) růžové. Červenohnědou barvu, známou z různých výrobků, získává bukové dřevo hydrotermickou úpravou – pařením. Velmi často se u buku vyskytuje jádro nepravé, zbarvené hnědočerveně. Od pařeného buku se nepravé jádro pozná snadno zvláště na příčném řezu, protože nesleduje důsledně tvar letokruhů a jeho obrysy jsou barevně výraznější. Pařením bukového dřeva se do značné míry odstraňují barevné rozdíly nepravého jádra a běli.

Dřevo buku je stejnoměrně husté, póry jemné, vlákna kratší, dřeňové paprsky jsou zřetelné na všech řezech. Dřevo je poměrně tvrdé a těžké (asi  $620 \text{ kg/m}^3$ ), přesto se dobře a čistě obrábí. Dřevo se používá v nábytkářství (ohýbaný nábytek), truhlářství, na

výrobu parket atd. Špatně odolává biologickým škůdcům, zvláště houbám. Buk potřebuje pomalé sušení, často se tvoří trhliny a borcení.

([www.p-ronic.com](http://www.p-ronic.com))

### **5.1.3. Nátěrové hmoty**

Pro povrchovou úpravu byla vybrána polyuretanakrylátová, nitrocelulózová a UV vytvrzující nátěrové hmota kvůli svému častému používání ve výrobě nábytku či dřevěných hraček.

#### **5.1.3.1. Polyuretanová nátěrová hmota SOKRATES MOVIpur**

Polyuretan-akrylátová nátěrová hmota určená pro vnitřní prostředí. Je bez zápachu, nehořlavá, chemicky neutrální a výrazně chrání životní prostředí. Po zaschnutí poskytuje vysoce kvalitní nátěry se sametovým povrchem, které jsou dobře omyvatelné, odolné vůči oděru, tvrdé a houževnaté. Tento nátěrový systém má vynikající přilnavost k pokladu a je dokonale odolný vůči odlupování. Nezpůsobuje zbarvení do žluta, je rychleschnoucí a odpuzuje vodu.

Vhodný mimo jiné pro úpravu povrchů:

- dřevěných parket, dřevěných podlah, vnitřního obložení stěn, podhledů, hraček a nábytku.

Vytváří dokonalé povrchy s hedvábným leskem, houževnaté a pružné.

#### **5.1.3.2. Nitrocelulózová nátěrová hmota C1038**

Lak C 1038 Celomat je určen pro vrchní matné transparentní nátěry dřevěných předmětů v interiéru.

Vhodný mimo jiné pro úpravu povrchů:

- dřevěného a proutěného nábytku (i sedacího), dřevěných a korkových předmětů v interiéru

- je vhodný také k přelakování starších nitrocelulóзовých a akrylátových nátěrů, (kromě podlahových ploch);
- obsahuje látky pohlcující UV záření, proto je podstatně omezeno žloutnutí dřeva pod nátěrem;

### **5.1.3.3. UV tvrditelný nátěrový systém**

Uvedený nátěrový systém byl aplikován na podkladový materiál pomocí spirálového nanášecího pravítka (štěrbina 25  $\mu\text{m}$ ), přičemž byl aplikován 1 nános plniče, 1 nános tzv. adhezivního základu a 1 nános vrchního transparentního systému.

- 1) Plnič: Beckry Fill UK 1300 – transparentní 100% UV tvrditelný tmel určený pro masivní nábytek
- 2) Adhezivní základ: Beckry Seal UL 1141 – UV transparentní adhezivní základ
- 3) Vrchní transparentní systém: Beckry UM 1300-0015 – transparentní 100% UV tvrditelná vrchní nátěrová hmota určená pro interiérový nábytek.

## **5.2. Použité stroje a zařízení**

Rozdělit použité zařízení na:

- Přípravu vzorků
- Zařízení na stanovení fyzikálně-mechanických vlastností PÚ
- Zařízení na stanovení emisí těkavých organických látek

### **UV vytvrzovací tunel FUSION UV**

UV vytvrzující tunel slouží k vytvrzování nátěrových hmot, které vytvrzují pomocí UV záření

### **Laboratorní váhy Denver Instruments**

Laboratorní váhy měřící hmotnost do 3 kg s přesností na 0,001 g

### **Teploměr GTH 1170**

Dotykový teploměr měřící teplotu s přesností 0,1 °C

### **Leskoměr picogloss 503**

Přístroj k měření stupně lesku povrchu pod úhly 20°, 60° a 85°.

### **Sušárna Venticell**

Komorová sušárna pro ohřev bloku hliníkové slitiny

### **Tvrdoměr FL- 2000 H**

Přístroj k měření tvrdosti nátěrového filmu podle Buchholze.

Obr. č. 1



*(Irena Sochová, 2015)*

### **Byko Cut**

Prořezávací zařízení pro tvorbu mřížky s mezerou 1 a 2 mm

### **Posi Tector 200**

Ultrazvukový snímač tloušťky nánosu nátěrového filmu

Obr. č. 2

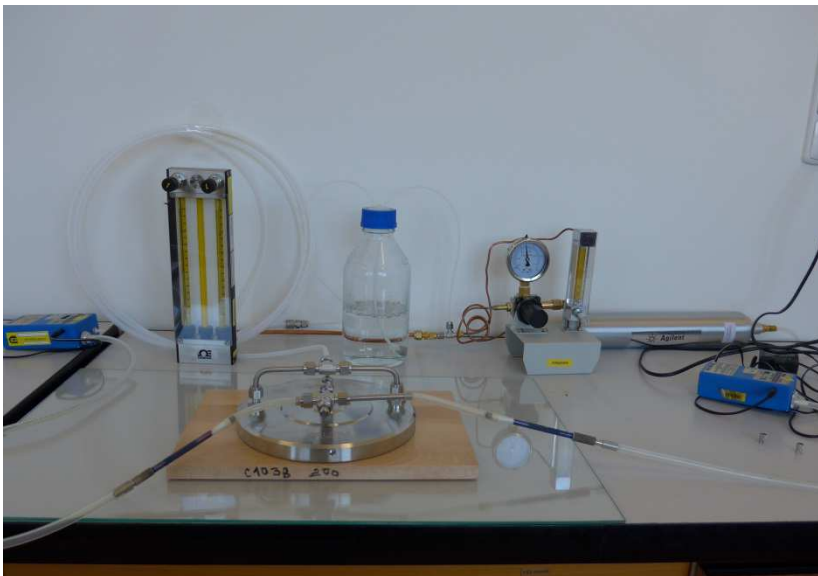


*(Irena Sochová, 2015)*

## Emisní cela FLEC® a její příslušenství

Zařízení sloužící k odběru vzorku vzduchu z testovaného materiálu za účelem stanovení emisí VOC. Jedná se o malé přenosné zařízení pro detekci VOC látek a jejich množství, které emitují z materiálů v interiéru. Emisní cela pracuje na principu sběru dat ze dvou adsorpčních trubiček. Jedné při vstupu a druhé při výstupu vzduchu. Teplota vzduchu při měření byla 23°C, vlhkost vzduchu 50%. Rozměry vzorku byly 0.723 x 0.672 x 0.018 m.

Obr. č. 3



*(Petr Čech, 2015)*

## 5.3. Metodika práce

### 5.3.1. Stanovení vlastností nátěrových hmot

#### 5.3.1.1. Stanovení netěkavých podílů v nátěrových hmotách a pojivech

Tato norma předepisuje zkušební metodu pro stanovení hmotnostního obsahu netěkavých podílů v nátěrových hmotách, v pryskyřicích a roztocích pryskyřic, používaných jako pojiva pro nátěrové hmoty.

Souběžně jsem prováděla dvě stanovení:

Petriho misku jsem očistila a vysušila v sušárně. Odvážila jsem do 3 misek 1 +/- 0,5 g polyuretanového laku a do dalších 3 misek 1 +/- 0,5 g nitrocelulózového laku.

Misky s navážkou jsem nechala 10 minut při pokojové teplotě. Poté jsem misky s polyuretanovým lakem ponechala v sušárně předem vyhřátou na teplotu 135°C po dobu 1 hodiny a misky s nitrocelulózovým lakem v sušárně s teplotou 105°C též po dobu 1 hodiny. Po uplynutí této doby jsem misky položila na tepelně nevodivou podložku a nechala zchladnout na teplotu okolí. Nakonec jsem misku se zbytkem zvažila a přepočítala na hmotnost zbytku.

#### **Výpočet netěkavých podílů v nátěrových hmotách a pojivech:**

Obsah netěkavých látek NV, vyjádřených v procentech hmotnostních, se vypočítá podle rovnice:

$$NV = \frac{m_1}{m_0} \cdot 100$$

kde  $m_1$  je hmotnost zbytku v g;

$m_0$  je hmotnost navážky vzorku v g.

#### 5.3.1.2. Stanovení doby zasýchání NH do stupňů zasýchání dle ČSN 67 3052

Tato norma specifikuje metodu stanovení charakteristik povrchového zasychání z nátěrových hmot, které zasychají v důsledku působení vzduchu nebo chemickou reakcí svých složek. Film se nechá na volném prostoru zasychat. Po dosažení



nelepivosti povrchu dle ČSN EN ISO 1517, tedy stupně 1, započneme hodnotit další stupně (2–5). Celé časové rozmezí stupňů zaznamenáváme a hodnotíme.

Tabulka č. 2: Popis stupňů zasychání (ČSN 67 3052)

Vyhodnocení zasychání dle ČSN 67 3052		
Stupeň zasychání	Podmínky zkoušky	Výsledky zkoušky
1	ČSN EN ISO 1517 nebo možno testovat otisk prstu	ČSN EN ISO 1517, na nátěrovém filmu nezůstává otisk prstu
2	Zatížení závažím 20 g po dobu 60 s	Čtvereček papíru z nátěru snadno odpadne
3	Zatížení závažím 200g po dobu 60 s	Papír se nepřilepí k nátěru, nátěr je beze stopy po zatížení
4	Zatížení závažím 2 kg po dobu 60 s	Papír se nepřilepí k nátěru, nátěr má stopy po zatížení
5	Zatížení závažím 2 kg po dobu 60 s	Papír se nepřilepí k nátěru, nátěr je beze stopy po zatížení

### 5.3.2. Stanovení fyzikálně-mechanických vlastností dokončených povrchů

#### 5.3.2.1. Stanovení tloušťky nánosu nátěrového filmu

Tloušťku nátěru jsem měřila pomocí tloušťkoměru PosiTector 200. Ten měří nedestruktivně tloušťku nátěru pomocí ultrazvuku. Na zkoušený povrch se nanese malé množství gelu a přiloží se hlavice tloušťkoměru. Z displeje se odečte tloušťka v  $\mu\text{m}$ . Na každém zkoušeném povrchu jsem provedla 5 měření, ze kterých se poté stanoví průměr.

#### 5.3.2.2. Stanovení stupně lesku povrchu dle ČSN ISO 2813

Tato mezinárodní norma se týká vzorkování a zkoušení nátěrových hmot a obdobných produktů. Vymezuje zkušební metody pro stanovení zrcadlového lesku nátěrových filmů s využitím reflexní geometrie při úhlech  $20^\circ$ ,  $60^\circ$  a  $85^\circ$ . Metoda není vhodná pro měření lesku povlaků s obsahem kovových pigmentů.

a) Úhel  $60^\circ$  je použitelný pro všechny nátěry, avšak pro nátěry s vysokým leskem je vhodnější  $20^\circ$  a pro nátěry téměř matné  $85^\circ$ .

b) Úhel 20°, který používá menší otvor pro příjem, umožňuje lepší rozlišení mezi vysoce lesklými nátěry (tj. povlaky, které mají číslo lesku při 60° vyšší než 70 jednotek).

c) Úhel 85° umožňuje v praxi lepší rozlišení mezi nátěry s nízkým leskem (tj. povlaky, které při 60° vykazují číslo lesku okolo 10 jednotek).

*(Josef Polášek, 2003)*

Metoda byla provedena ve směru podél i napříč vláken u vzorků s povrchovou úpravou dokončenou stříkáním.

#### **5.3.2.3. Stanovení povrchové tvrdosti podle Buchholze dle ČSN ISO 2815**

Tato mezinárodní norma popisuje metodu, kterou se provádí vrypová zkouška na jednovrstvém nebo vícevrstevném nátěrovém systému připraveném z nátěrových hmot nebo obdobných výrobků, použitím Buchholzova vrypového zařízení. Vzniklá délka vrypu udává zbytkovou deformaci nátěru. Výsledky měření byly dosaženy za mírně odlišných tlouštěk nátěrů, způsobených manuálním nanášením nátěrové hmoty a ve směru napříč vláken. Zkouška byla provedena u vzorků s povrchovou úpravou dokončenou stříkáním.

#### **5.3.2.4. Stanovení povrchové tvrdosti tužkami dle ČSN 67 3075**

Povrchová tvrdost tužkami je schopnost nátěru odolávat vtlačení hrotu tužky do povrchu nátěrového filmu. Při zkoušce se zjišťuje, která tužka ze sady tužek odstupňované podle tvrdosti, jako první poruší povrch nátěru za podmínek zkoušky.

*(Josef Polášek, 2003)*

Výsledkem zkoušky je číselné označení tvrdosti tužky, která jako první porušila povrch. Zkouška byla provedena u vzorků s povrchovou úpravou dokončenou stříkáním.

### **5.3.2.5. Stanovení přilnavosti nátěru mřížkou – Mřížková zkouška dle ČSN ISO 2409**

Specifikuje zkušební metodu pro určení odolnosti nátěru k oddělení od podkladu, když je nátěr proříznut mřížkou k podkladu. Vlastnost určená touto empirickou metodou závisí mimo jiné i na přilnavosti nátěru k podkladovému nátěru nebo k podkladu. Avšak tento postup nemůžeme považovat za měření přilnavosti.

*(Josef Polášek, 2003)*

### **5.3.2.6. Odolnost povrchu proti působení suchého tepla dle ČSN EN 12722**

Blok normalizované hliníkové slitiny zahřátý na požadovanou teplotu je umístěn na povrch zkušební dílce. Po uplynutí stanovené doby je blok odstraněn. Zkušební plocha je otřena do sucha a zkušební dílec je ponechán v klidu po dobu nejméně 16 hodin. Po této době se za definovaných podmínek osvětlení zaznamenává vzniklé poškození dílce (odbarvení, změny v lesku a barvě, vznik puchýřů a další poškození). Poškození je hodnoceno číselným kódem.

*(Josef Polášek, 2003)*

### **5.3.2.7. Odolnost povrchu proti působení vlhkého tepla dle ČSN EN 12721**

Blok normalizované hliníkové slitiny zahřátý na požadovanou teplotu je umístěn na vlhkou tkaninu položenou na povrch zkušební dílce. Po uplynutí stanovené doby je blok hliníku i tkanina odstraněny. Zkušební plocha je otřena do sucha a zkušební dílec je ponechán v klidu po dobu nejméně 16 hodin. Po této době se za definovaných podmínek osvětlení zaznamenává vzniklé poškození dílce (odbarvení, změny v lesku a barvě, vznik puchýřů a další poškození). Poškození je hodnoceno číselným kódem.

*(Josef Polášek, 2003)*

### **5.3.2.8. Odolnost povrchu proti působení studených kapalin dle ČSN EN 12720**

Na zkoušený povrch se umístí zkušební kapalinou nasáklý papír, který se překryje Petriho miskou. Po uplynutí dané doby se odstraní papír, zkoušený povrch se

omyje a vysuší a provede se zhodnocení poškození povrchu (odbarvení, změny lesku a barvy, zpuchýřování atd.). Stanovení výsledku zkoušky se provádí formou číselného kódu hodnocení.

(Josef Polášek, 2003)

### 5.3.2.9. Odolnost povrchu proti padající kuličce dle BS 3962

Malé kuličky jsou upuštěny z výšky na testovaný povrch. Je hodnoceno poškození povrchu po dopadu kuličky. Posouzení poničení povrchu kolem dopadu kuličky je identifikováno a číselně posouzeno pozorovateli podle číselných kódů.

Postup zkoušky:

1. Testovaná plocha se umístí do horizontální polohy na pevný podklad.
2. Na testovanou plochu dopadají kuličky z výšky  $2,00 \pm 0,01$  m.
3. Použit vhodné ochranné opatření pro ochranu před několikanásobným dopadem kuličky.
4. Testovaný panel je následně pečlivě vyhodnocen ve vertikální poloze za použití světla a lupy.

Zařízení a přípravky:

- ocelová kulička o průměru 19,1 mm
- lupa se zvětšením 2x až 3x

Tabulka č. 3: Stupně odolnosti proti padající kuličce (BS 3962)

Popis poškození	Číselní kód
Povrch nepopraskán a nepoškozen	5
Nepatrně popraskán, jeden nebo dva kruhy na konci plochy vtlačení	4
Mírná nebo několik prasklin umístěných v oblasti vtlačení	3
Popraskání sahající ven z měřené oblasti nebo nepatrné odlupování	2
Více než 25 % nátěrového filmu je odstraněno z vyhodnocené oblasti	1

### 5.3.3. Stanovení chemických vlastností dokončených povrchů

#### 5.3.3.1. Stanovení emisí těkavých organických látek (VOC)

K získání těkavých organických látek emitujících ze vzorků byla použita metoda záchytu adsorpcí. K adsorpci se obvykle používá skleněných nebo plastových trubic plněných sorbentem vhodným k adsorpci sledované látky. Nejčastěji se používá aktivní uhlí k záchytu těkavých organických látek, polymerních sorbentů a jiných. Teplota v místnosti při provádění testu 22°C a vlhkost místnosti 50%. Měření TVOC je vyhodnocováno pomocí metody GC-MS.

- 1) Před započítáním měření se nejprve provede odebrání vzorku vzduchu z místnosti (tzv. blanku), kde je emisní cela umístěna (zkušební laboratoř VOC, budova P, areál MENDELU). Tento blank je pak považován za tzv. slepý vzorek a je při vyhodnocování koncentrací VOC odečítán od koncentrací získaných ze zkušební vzorku.
- 2) Poté se testovaný vzorek vloží pod emisní cellu FLEC®, přes kterou proudí nosný plyn (dusík N<sub>2</sub> – 5.0), který je zvlhčován (50% R.V) a následně proudí skrz sorbční trubici plněnou sorbentem Tenax TA (100 mg sorbentu na trubici)
- 3) Následuje odběr vzorku vzduchu z testovaného materiálu do sorbčních trubiček (paralerní odběr). Doba odběru probíhá po dobu 180 minut (3h.), přičemž se odebere 18 litrů vzduchu pomocí membránových čerpadel Gilian LFS-113 (průtok čerpadla je 6l.h<sup>-1</sup>)
- 4) Pomocí plynové chromatografie s hmotnostním spektrometrem je následně sorbční trubice analyzována. Následně je do počítače zadán druh použité metody a identifikační údaje o testovaném vzorku. Poté je na sorbční trubici našroubována jehla, která je následně našroubována do injektážní věže a umístěna u vstupu do plynového chromatografu. Kde jsou porovnána naměřená hmotnostní spektra analyzovaných látek se spektry uloženými v knihovnách, přičemž se provede identifikace neznámých organických látek ve vzorku.

- 5) Výsledkem analýzy je kvantitativní a kvalitativní stanovení dat, vyjádřené závislostí v grafu a číselném vyjádření v  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ . Získané výsledky jsou pak porovnány s příslušnými limitními hodnotami stanovenými předpisy.

## 6. VÝSLEDKY

### 6.1. Stanovení vlastností zvolených nátěrových hmot

#### 6.1.1. Stanovení netěkavých podílů v nátěrových hmotách a pojivech

Obsah netěkavých podílů NV je u polyuretanové nátěrové hmoty 29,15% a u nitrocelulóзовé nátěrové hmoty 16,86%.

#### 6.1.2. Stanovení doby zasýchání NH do stupňů zasýchání

Tabulka č. 4 stanovení doby zasýchání NH do stupňů zasýchání

	Doba zasychání v min			
	NCNH		PUR	
	dýha BK	sklo	dýha BK	sklo
1	10	8	12	23
2	12	10	25	25
3	13	11	28	28
4	nezachyceno	nezachyceno	30	31
5	14	12	36	46

Tabulka ukazuje rozdíly v době zasychání. Zachycuje čas (v minutách) při, kterém byly dosaženy stupně zasychání 1-5 (viz kapitola 4.3.1.2.).

### 6.2. Stanovení fyzikálně-mechanických vlastností dokončených povrchů

#### 6.2.1. Stanovení tloušťky nánosu nátěrového filmu

Tabulka č. 5 udává tloušťku nátěru měřeného tloušťkoměrem

Tloušťka nátěru v $\mu\text{m}$						
	NCNH SM	NCNH BK	PUR SM	PUR BK	UV SM	UV BK
	56	56	29	26	38	35
	53	50	27	29	51	41
	46	45	40	56	39	43
	52	46	28	50	35	40
	51	49	50	52	50	38
<b>průměr</b>	<b>51,6</b>	<b>49,2</b>	<b>34,8</b>	<b>42,6</b>	<b>42,6</b>	<b>39,4</b>

Tabulka uvádí tloušťku měřeného nátěru v  $\mu\text{m}$  u různých nátěrových hmot na BK a SM.

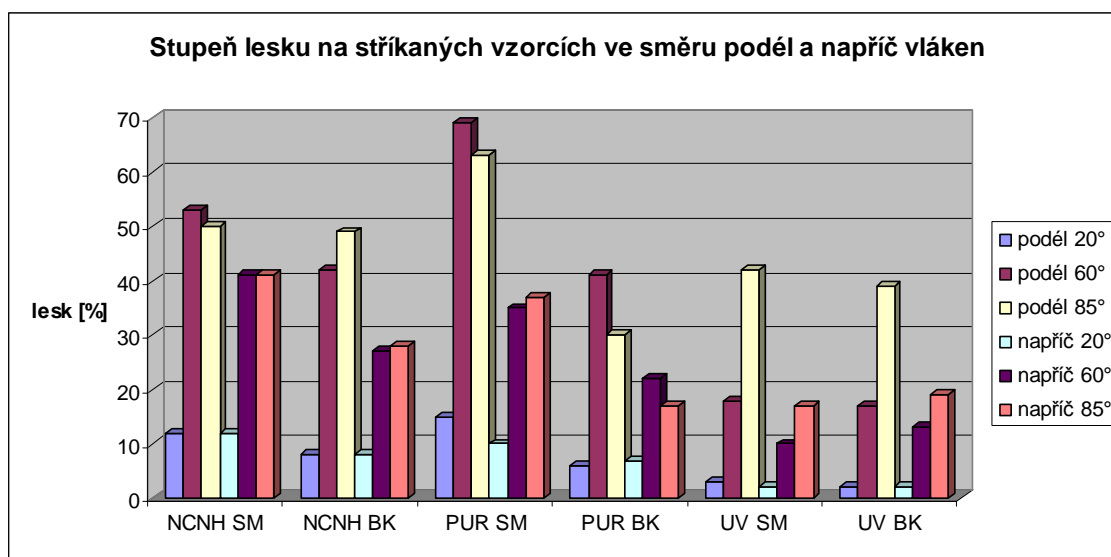
## 6.2.2. Stanovení stupně lesku povrchu

Tabulka č. 6 udává stupeň lesku na stříkaných vzorcích ve směru podél a napříč vláken

	Podél vláken			Napříč vláken		
	20°	60°	85°	20°	60°	85°
<b>NCNH SM</b>	12	53	50	12	41	41
<b>NCNH BK</b>	8	42	49	8	27	28
<b>PUR SM</b>	15	69	63	10	35	37
<b>PUR BK</b>	6	41	30	7	22	17
<b>UV SM</b>	3	18	42	2	10	17
<b>UV BK</b>	2	17	39	2	13	19

V tabulce je znázorněn stupeň lesku měřený leskoměrem při různém stupni odklonu vláken (20°, 60°, 85°) a při měření podél a napříč vláken.

Graf č. 1 znázorňuje stupeň lesku na dokončených zkušebních vzorcích ve směru podél a napříč vláken





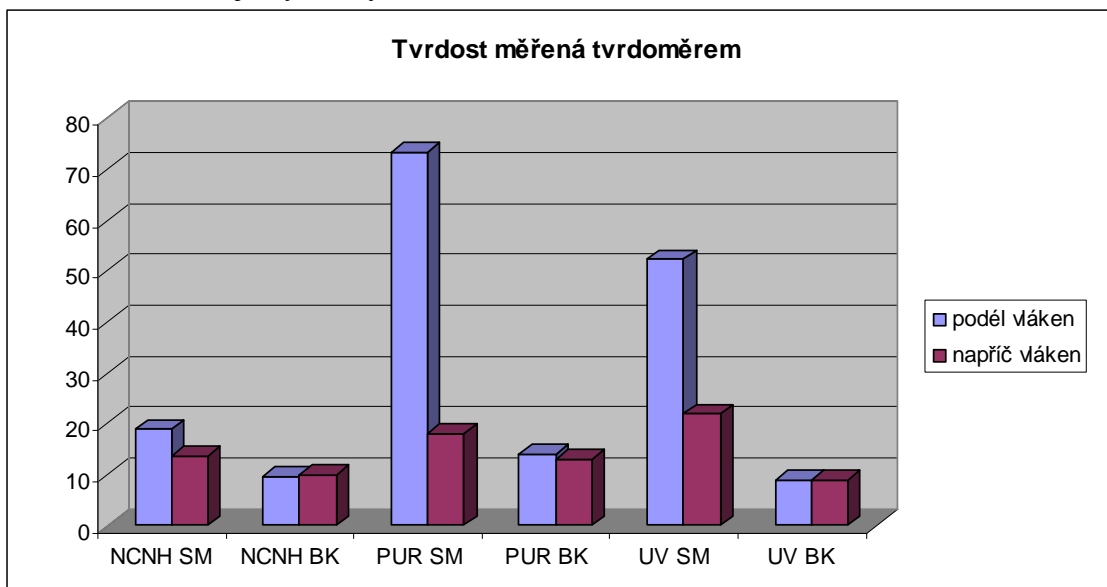
### 6.2.3. Stanovení povrchové tvrdosti podle Buchholze

Tabulka č. 7 udává stupeň tvrdosti podle Buchholze

	Podél vláken		Napříč vláken	
	µm	Buchholz	µm	Buchholz
<b>NCNH SM</b>	19	66,67	13,67	79
<b>NCNH BK</b>	9,67	92,67	10	91,67
<b>PUR SM</b>	73,33	neklasifikováno	18	67
<b>PUR BK</b>	14	77,67	13	80,33
<b>UV SM</b>	52,33	neklasifikováno	22	68,50
<b>UV BK</b>	9	95,33	9	97

Tabulka udává tvrdost povrchu v jednotkách Buchholz měřenou tvrdoměrem, a to při měření podél i napříč vláken. Také uvádí převedenou tvrdost v jednotkách µm.

Graf č. 2 znázorňuje výsledky měření tvrdosti tvrdoměrem



### 6.2.4. Stanovení povrchové tvrdosti tužkami

Tabulka č. 8 udává povrchovou tvrdost tužkami

	tvrdost tužky	
	Napříč vláken	Podél vláken
<b>NCNH SM</b>	5	5
<b>NCNH BK</b>	7	7
<b>PUR SM</b>	2	2
<b>PUR BK</b>	8	8
<b>UV SM</b>	1	1
<b>UV BK</b>	5	5

Tabulka uvádí tvrdost měřenou pomocí tužek, kdy je uvedeno číslo tužky, která již zanechala stopu na povrchově upraveném nátěru. Zkouška se prováděla napříč a podél vláken. Čím vyšší je číslo tužky, tím je povrch odolnější.

#### 6.2.5. Stanovení přilnavosti nátěru mřížkou – mřížková zkouška

Tabulka č. 9 uvádí stupeň přilnavosti nátěrových hmot

	klasifikace
<b>NCNH SM</b>	2
<b>NCNH BK</b>	1
<b>PUR SM</b>	1
<b>PUR BK</b>	1
<b>UV SM</b>	2
<b>UV BK</b>	1

Tabulka stanovuje stupeň poškození při zkoušce přilnavosti nátěru mřížkou. Kdy stupeň č. 1 určuje nejméně poškozený povrch.

#### 6.2.6. Odolnost povrchu proti působení suchého tepla

Tabulka č. 10 udává stupeň změny po působení suchým teplem

	Číselná klasifikace
Typ nátěrové hmoty	Odolnost proti působení suchého tepla
<b>NCNH SM</b>	5
<b>NCNH BK</b>	5
<b>PUR SM</b>	5
<b>PUR BK</b>	5
<b>UV SM</b>	5
<b>UV BK</b>	5

Tabulka ukazuje stupeň poškození nátěru při zkoušce odolnosti povrchu proti působení suchého tepla. Kde stupeň číslo 5 označuje povrch bez jakéhokoliv poškození.

#### 6.2.7. Odolnost povrchu proti působení vlhkého tepla

Tabulka č. 11 udává stupeň změny po působení vlhkým teplem

	Číselná klasifikace
Typ nátěrové hmoty	Odolnost proti působení vlhkého tepla
<b>NCNH SM</b>	3
<b>NCNH BK</b>	3
<b>PUR SM</b>	4
<b>PUR BK</b>	4
<b>UV SM</b>	5
<b>UV BK</b>	5

Tabulka ukazuje stupeň poškození nátěru při zkoušce odolnosti povrchu proti působení vlhkého tepla. Kde stupeň číslo 5 označuje povrch bez jakéhokoliv poškození. Stupeň č. 4 označuje mírné poškození jako změna lesku a stupeň č. 3 označuje střední poškození nátěru.

### 6.2.8. Odolnost povrchu proti působení studených kapalin

Tabulka č. 12 udává stupeň poškození studenými kapalinami

Druh NH a typ podkladu	Stupeň poškození					
	fyz. roztok	čaj	kakao	šťáva	čistící prostředek	voda
<b>NCNH SM</b>	5	5	5	5	5	5
<b>NCNH BK</b>	5	4	5	5	5	5
<b>PUR SM</b>	5	5	5	5	5	5
<b>PUR BK</b>	5	5	5	5	5	5
<b>UV SM</b>	5	5	5	5	5	5
<b>UV BK</b>	5	5	5	5	5	5

Tabulka ukazuje stupeň poškození nátěru při zkoušce odolnosti povrchu proti působení studených kapalin. Zkoušely se kapaliny: fyziologický roztok, ovocný čaj, kakao, zeleninová šťáva, čistící prostředek a voda. Stupeň číslo 5 označuje povrch bez jakéhokoliv poškození. Stupeň č. 4 označuje mírné poškození, v tomto případě mírnou změnu barvy.

### 6.2.9. Odolnost povrchu proti padající kuličce

Tabulka č. 13 udává výsledky odolnosti nátěru proti pádu kuličky

<b>NCNH SM</b>	3
<b>NCNH BK</b>	4
<b>PUR SM</b>	3
<b>PUR BK</b>	4
<b>UV SM</b>	3
<b>UV BK</b>	3

Tabulka udává stupeň poškození při zkoušce odolnost nátěru proti pádu kuličky. Stupeň č. 5 udává, že povrch je nepopraskán a nepoškozen. Stupeň č. 4 udává, že povrch je

nepopraskán, a je patrný jeden nebo dva kruhy na konci plochy vtažení. Stupeň č.3 udává, že se na povrchu vyskytují mírná poškození, tj. objevení se několika prasklin v místě dopadu kuličky.

### 6.3. Stanovení chemických vlastností dokončených povrchů

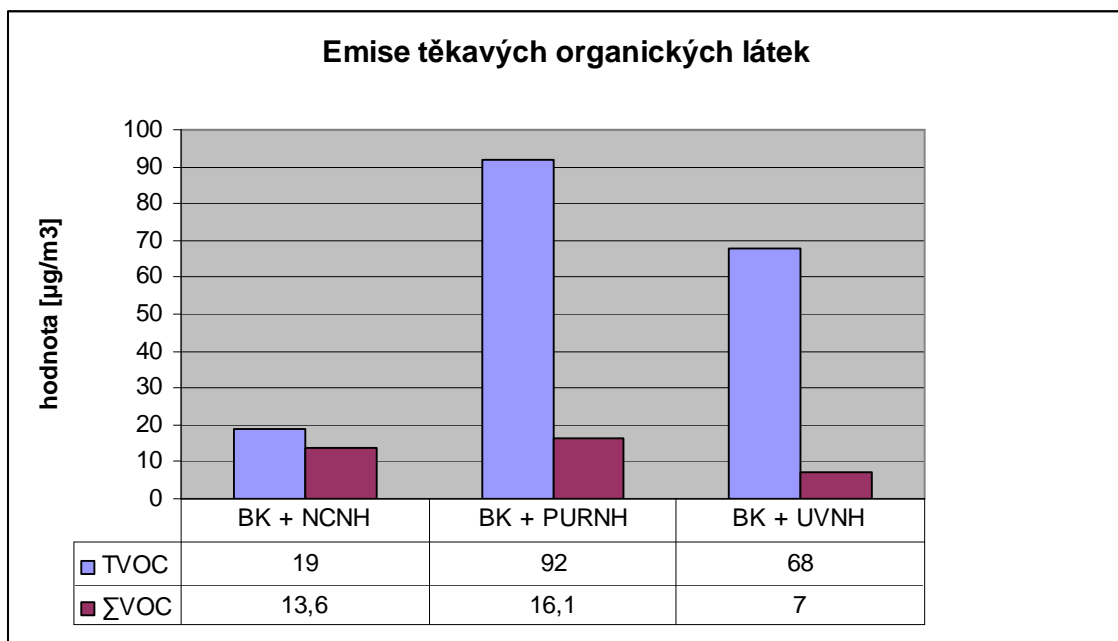
#### 6.3.1. Stanovení emisí těkavých organických látek (VOC)

Tabulka č. 14 udává množství emisí těkavých organických látek (VOC)

Číslo	Sloučenina	BK + NCNH	BK + PURNH	BK + UVNH	Hygienický Limit **
		Průměrný výsledek ± rozšířená nejistota	Průměrný výsledek ± rozšířená nejistota	Průměrný výsledek ± rozšířená nejistota	
	Jednotka	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
1	Ethyl acetát	(1.3 ± 0.4)	(0.1 ± 0.03)	(0.2 ± 0.1)	NLK
2	Benzen	< 0.1	< 0.1	< 0.1	7
3	1-Methoxy-2-Propanol	(0.4 ± 0.1)	(0.2 ± 0.1)	< 0.1	NLK
4	Pentanal	(0.3 ± 0.1)	< 0.1	(0.1 ± 0.03)	NLK
5	Trichlorethylen	< 0.1	< 0.1	< 0.1	150
6	Toluen	(0.1 ± 0.03)	(0.2 ± 0.1)	(0.5 ± 0.2)	300
7	Hexanal	(2.1 ± 0.6)	(0.5 ± 0.2)	(0.6 ± 0.2)	NLK
8	Tetrachlorethylen	< 0.1	< 0.1	< 0.1	150
9	n-Butyl acetát	(6.3 ± 1.9)	(0.4 ± 0.1)	(0.1 ± 0.03)	NLK
10	Ethylbenzen	< 0.1	(0.3 ± 0.1)	(0.1 ± 0.03)	200
11	m,p-Xylen	(0.1 ± 0.03)	(1.8 ± 0.5)	(1.1 ± 0.3)	200***
12	Styren	(1.9 ± 0.6)	(2.5 ± 0.8)	(2.3 ± 0.7)	40
13	o-Xylen	(0.1 ± 0.03)	(0.8 ± 0.2)	(0.6 ± 0.2)	200***
14	Butoxy-Ethanol	(1 ± 0.3)	(8.6 ± 2.6)	(0.1 ± 0.03)	NLK
15	α-Pinen	< 0.1	< 0.1	< 0.1	NLK
16	Camphen	< 0.1	< 0.1	< 0.1	NLK
17	3-Ethyl-Toluen	< 0.1	(0.1 ± 0.03)	< 0.1	NLK
18	4-Ethyl-Toluen	< 0.1	< 0.1	< 0.1	NLK
19	1,3,5-Trimethyl-Benzen	< 0.1	(0.1 ± 0.03)	< 0.1	NLK
20	β-Pinen	< 0.1	< 0.1	(0.1 ± 0.03)	NLK
21	2-Ethyl Toluen	< 0.1	< 0.1	< 0.1	NLK
22	Myrcen	< 0.1	< 0.1	< 0.1	NLK
23	1,2,4-Trimethyl-Benzen	< 0.1	(0.1 ± 0.03)	< 0.1	NLK
24	α-Phellandren	< 0.1	< 0.1	< 0.1	NLK
25	3-δ-Caren	< 0.1	(0.1 ± 0.03)	< 0.1	NLK
26	1,2,3-Trimethyl-Benzen	< 0.1	< 0.1	< 0.1	NLK
27	Limonen	< 0.1	(0.2 ± 0.1)	(1.2 ± 0.4)	NLK
28	γ-Terpinen	< 0.1	< 0.1	< 0.1	NLK
29	Bornyl Acetát	< 0.1	(0.1 ± 0.03)	< 0.1	NLK
30	TVOC <sub>MS</sub>	(19 ± 6)	(92 ± 28)	(68 ± 20)	NLK

31	$\Sigma$ VOC	13,6	16,1	7,00	NLK
----	--------------	------	------	------	-----

Graf č. 3 uvádí celkové množství těkavých organických látek v různých NH



kde TVOC - celkové množství tj. celkové zatížení např testovaných vzorkem  
 $\Sigma$ VOC - součet jednotlivých vyjmenovaných látek č. 1 – č. 29

## 7. DISKUZE A ZHODNOCENÍ DOSAŽENÝCH VÝSLEDKŮ

Hlavní náplní experimentální části práce bylo ověření kvality povrchové úpravy dětských hraček. Za podkladové materiály byla zvolena smrková a buková spárovka. Tyto zvolené materiály byly následně dokončeny nitrocelulózovou, polyuretan-akrylátovou a UV vytvrzující nátěrovou hmotou. Po jednom měsíci od dokončení následovalo stanovení fyzikálně-mechanických a chemických vlastností dokončených povrchů zkušebních vzorků.

Uvedené ověření kvality povrchové úpravy probíhalo v několika krocích:

- 1) Stanovení vlastností nátěrových hmot
  - tato část sloužila k ověření některých vlastností zvolených nátěrových systémů
  - jednalo se o stanovení netěkavých podílů v nátěrových hmotách a pojivech (tzv. sušina)
  - dále byla stanovena doba zasýchání NH do stupňů zasýchání
- 2) Stanovení fyzikálně-mechanických vlastností dokončených povrchů
  - zde se ověřovaly fyzikálně-mechanické vlastnosti povrchové úpravy zkušebních vzorků
  - uvedené ověření kvality povrchové úpravy probíhalo pomocí řady zkoušek, jež vychází z příslušných technických norem
  - zjišťovala se tloušťka nánosu nátěrového filmu, stanovení stupně lesku povrchu, povrchová tvrdost (tvrdost podle Buchholze a tvrdost tužkami), přílnavost nátěrového filmu k podkladu (mřížková zkouška) a také odolnost povrchové úpravy vůči různým vlivům (odolnost povrchu vůči působení suchého a vlhkého tepla, odolnost povrchu proti působení studených kapalin a odolnost povrchu proti padající kuličce)
- 3) Stanovení chemických vlastností dokončených povrchů
  - tato část sloužila k ověření chemických vlastností zvolených nátěrových systémů
  - toto ověření mělo za cíl stanovení emisí těkavých organických látek (VOC) z testovaných materiálů

## **Nitrocelulózová nátěrová hmota**

Nitrocelulózová nátěrová, která se hojně využívala v minulosti, vykazovala průměrné nebo až podprůměrné odolnosti fyzikálně-mechanických vlastností povrchové úpravy. Na podkladovém materiálu, vyrobeného ze smrkové spárovky byl zjištěn vyšší stupeň lesku povrchu než u buku. Co se týče povrchové tvrdosti, vykazovala nitrocelulózová nátěrová hmota průměrné hodnoty, přičemž u zkoušky povrchové tvrdosti byly zjištěné průměrné hodnoty a u zkoušky povrchové tvrdosti tvrdoměrem (tvrdost podle Buchholze) dokonce podprůměrné, přičemž nižší tvrdost vykazoval podklad ze smrkové spárovky. Tloušťka nánosu nátěrového filmu u nitrocelulózové nátěrové byla ze všech použitých nátěrových systémů nejvyšší. Přilnavost nátěrového filmu k podkladu vykazovala tato nátěrová hmota uspokojivé hodnoty, s tím že u dřeviny smrku bylo hodnocení udáno stupně 2, což již není vyhovující pro nábytkové plochy A a B dle požadavkové normy ČSN 91 0102 (Nábytek – Povrchová úprava dřevěného nábytku – Technické požadavky). Rovněž u odolnosti proti působení studených kapalin vykazovala tato nátěrová hmota nižší odolnosti, zejména pak u kapaliny jako je čaj, kde došlo k mírné změně barvy. Odolnost povrchu vůči padající kuličce byla u tohoto nátěrového systému vyhovující, u dřeviny buku dokonce dosahovala stupně č.4. Obsah netěkavých podílů (sušiny) byl u této nátěrové hmoty velmi nízký, dosahoval necelých 17 % (16,86%), z čehož plyne, že u této nátěrové hmoty je velký podíl prchavých složek (cca 83%).

## **Polyuretanová nátěrová hmota**

Polyuretanová nátěrová hmota vykazovala ve většině případů velmi vysoké odolnosti fyzikálně-mechanických vlastností dokončených povrchů. Z naměřených výsledků plyne, že tento nátěrový systém vykazoval nejvyšší stupeň lesku a také nejvyšší povrchovou tvrdost. Co se týče přilnavosti nátěrové filmu k podkladu, dosahovala tato nátěrová hmota stupně 1, což je vyhovující. Odolnost povrchu vůči suchému a vlhkému teplu byla také vysoká, u vlhkého tepla byl stupeň poškození určen na č.4, u odolnosti vůči suchému teplu dosahovala dokonce stupně č.5. Stejněho stupně dosáhla také zkouška odolnost povrchu vůči působení studených kapalin, z čehož plyne, že dokončený povrch nebyl nikterak působením kapalin narušen.

U této nátěrové hmoty byla zjištěna malá tloušťka nátěrového filmu, přičemž průměrné hodnoty tloušťky nánosu se pohybovaly v rozmezí 35 – 43  $\mu\text{m}$ .

Za výhodu tohoto nátěrového systému v porovnání s nitrocelulózovou nátěrovou hmotou lze považovat mnohem vyšší procentické zastoupení netěkavých podílů v této nátěrové hmotě (téměř 30%).

### **UV vytvrzovací nátěrová hmota**

Tato nátěrová hmota vykazovala velmi nízký stupeň lesku povrchu a také nižší povrchovou tvrdost, především z pohledu testování povrchové tvrdosti tužkami. Co se týče určení povrchové tvrdosti tvrdoměrem (podle Buchholze), zde dosahovaly povrchové tvrdosti průměrných hodnot.

Přilnavost nátěrového filmu k podkladu dosahovala u tohoto nátěrového systému stupně č.2 u smrku a u bukového podkladu dokonce stupně č.1, což vyhovuje daným požadavkům na přilnavost nátěru.

Odolnost této nátěrové hmoty vůči suchému a vlhkému teplu a také vůči studeným kapalinám, byla velmi vysoká a dosahovala u všech jmenovaných zkoušek stupně poškození č.5, z čehož plyne, že povrch nebyl těmito vlivy nikterak narušen.

Nižší odolnost povrchu u tohoto nátěrového systému vykazovala zkouška odolnost povrchu vůči padající kuličce.

### **Vliv podkladového materiálu na kvalitu dokončeného povrchu**

Povrchová úprava provedená na bukové spárovice vykazovala vyšší kvalitu povrchové úpravy než u smrkového podkladu, a to především z pohledu vyšších odolností dokončeného povrchu vůči fyzikálně-mechanickému opotřebení.

Bukový podklad vykazoval vyšší hodnoty povrchové tvrdosti tužkami, lepší přilnavost k podkladu, byl rovněž odolnější, co se týče pádu kuličky na podklad. Odolnost vůči suchému a vlhkému teplu byla na obou podkladech srovnatelná.



## **8. ZHODNOCENÍ PŘÍNOSŮ PRÁCE PRO VYUŽITÍ V PRAXI**

Tato předkládaná bakalářské práce může sloužit jako teoretická pomůcka pro truhláře nebo menší firmy, které se zabývají výrobou dětských dřevěných hraček a dětským nábytkem.

Na základě experimentální části práce mohou výrobci zvolit nátěrový systém, který svými vlastnosti nejlépe vyhovuje požadavkům na dětský nábytek či dřevěné hračky.

Další možnost využití této práce lze vidět jako teoretickou příručku pro spotřebitele, která jim může pomoci se lépe rozhodovat při koupi dětských dřevěných hraček nebo dětského nábytku. Prostřednictvím práce si mohou prostudovat zjištěné poznatky a podle svých požadavků a priorit, se rozhodnout při výběru konkrétního produktu.

## 9. ZÁVĚR

Předkládaná bakalářská práce se zabývala problematikou povrchové úpravy dřevěných hraček. Hlavním cílem práce bylo analyzovat kvalitu povrchové úpravy dřevěných hraček za předpokladu splnění požadavků, které jsou kladené na tyto výrobky dle platné legislativy.

U výrobků, jako jsou dětské dřevěné hračky, je velice důležité, aby povrchová úprava byla zdravotně nezávadná. Jelikož jsou dětské hračky a dětský nábytek velice zatěžovaným druhem výrobku, je důležité klást na toto téma důraz a zabývat se složením, kvalitou a vlastnostmi povrchové úpravy, jež je na tyto výrobky použita. Povrchová úprava dětských hraček musí být odolná vůči olizování, kousání, oděru a úderu. Velmi důležité je rovněž klást důraz na ekologickou stránku věci a posuzovat emisní zatížení VOC látkami, které mohou být z těchto předmětů uvolňovány.

Na základě výsledků experimentální části práce se jako nevhodnější nátěrový systém pro dokončení dětských dřevěných hraček jeví poluretan-akrylátová nátěrová hmota. Tato skutečnost je dána především vysokou povrchovou odolností vůči fyzikálně-mechanickému opotřebením. Za nedostatek u tohoto nátěrového systému lze považovat vyšší hodnotu u parametru TVOC, který udává celkové emisní zatížení posuzovaného předmětu (dětské dřevěné hračky).

Jako další vhodná alternativa pro povrchovou úpravu dřevěných hraček, se jeví povrchová úprava provedená pomocí UV tvrditelného nátěrového systému, což je dáno především dobrými odolnostmi povrchové úpravy vůči fyzikálně-mechanickému opotřebením. Jako drobné negativum se jeví nižší přilnavost nátěru na podkladu a také nižší odolnost vůči úderu kuličkou.

Jako neméně vhodná varianta povrchové úpravy dětských hraček se jeví dokončení pomocí nitrocelulózkové nátěrové hmoty. Tento nátěrový systém je charakteristický nižšími odolnostmi z pohledu fyzikálně-mechanického opotřebením povrchové úpravy výrobků, jako jsou dětské hračky.

Na základě dosažených výsledků experimentální části práce byl rovněž zjištěn vliv podkladového materiálu, který ovlivňuje celkovou kvalitu povrchové úpravy dětských hraček. Jako mnohem vhodnější se jeví použití tvrdé listnaté dřeviny jako buk, oproti měkkému dřevu smrku.

## 10. SUMMARY

The aim of the thesis has been to evaluate the quality of coatings on children's toys. It is very important to have harmless coatings on children's toys. As children's toys and children's furniture are very loaded, it is important to put emphasis on this issue and deal with the composition, quality and properties of used coatings.

Coatings on toys must also be resistant to licking, biting, abrasion and impact. It is also important to put emphasis on the environmental side of the thing and examine VOC emissions. After testing selected coatings the polyurethane coatings appear to be the most suitable. Their physical and mechanical properties are appropriate for use on children's toys according to performed tests. They are the most resistant to impact, dry and humid heat, which is an important aspect due to the load. The disadvantage of polyurethane coatings is the longer drying time and higher emissions of toluene.

Nitrocellulose coatings have been less resistant. However, their advantage is quick drying, low emissions of toluene and high gloss, which looks aesthetically. I consider UV curing coatings to be the least appropriate. They are resistant to mechanical stress, but they have low gloss. I also see their biggest disadvantage in high emissions of VOCs where the emissions of toluene have been by far the highest. This is inappropriate for children's use of toys. After performing resistance tests, I have also checked that it is more acceptable to make toys of beech which is more resistant to mechanical stress.

## 11. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

NC NH	Nitrocelulózová nátěrová hmota
NH	Nátěrová hmota
PUR NH	Polyuretanová nátěrová hmota
VOC	Těkavé organické látky
SM	Smrk
BK	Buk
PF	Fenolformaldehydová
UF	Močovinoformaldehydová
RF	Resorcinol-formaldehydová
MF	Melaminoformaldehydová
OSB desky	plošně lisované desky z orientovaných velkoplošných třísek

## 12. POUŽITÁ LITERATURA

- [1] JAROŠOVÁ, Tereza. *Technicko-ekonomické vyhodnocení vybraných vybraných nátěrových hmot pro povrchovou úpravu hraček*. Brno, 2006. Bakalářská práce. MENDELOVA ZEMĚDĚLSKÁ A LESNICKÁ UNIVERZITA V BRNĚ.
- [2] MELOUN, Ing. Milan. *Rozhodující faktory ovlivňující tvorbu a vlastnosti vybraných nátěrových filmů vodou ředitelných hmot nanesených na podkladovém materiálu na bázi dřeva*. Brno, 2008. Disertační práce. MENDELOVA ZEMĚDĚLSKÁ A LESNICKÁ UNIVERZITA V BRNĚ.
- [3] ROWELL, Rogen. *Handbook of wood chemistry and wood composites*. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press, 2013.
- [4] POLÁŠEK, Josef. MENDELOVA ZEMĚDĚLSKÁ A LESNICKÁ UNIVERZITA. LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ FAKULTA. *Zkoušení nátěrových hmot a povrchových úprav. Část II., Nábytek*. Brno, 2003.
- [5] KŘUPALOVÁ, Zdeňka. *Nauka o materiálech : pro 1. a 2. ročník SOU učebního oboru truhlář*. Praha: Sobotáles, 2008.
- [6] KNÁPEK, Zdeněk a Daniel TITĚRA. *Rukověť sběratele hraček : katalog hraček*. Olomouc: Rubico, 2002.
- [7] TITĚRA, Daniel. *Hračky : konstrukce a výroba*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1963.
- [8] LUKAVSKÝ, Ladislav. *Nátěrové hmoty a přípravky pro povrchové úpravy*. Praha: Merkur, 1985.
- [9] HARTMAN, Emil, Ladislav LUKAVSKÝ a Ladislav SVOBODA. *Povrchové úpravy nátěrovými hmotami v nábytkářském průmyslu*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1988.
- [10] ELMANOVÁ, Olga. *Dítě a hračka*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1964.
- [11] ČECH, Petr. *Vliv technologie, kompozitních materiálů a povrchové úpravy na emise VOC emitované nábytkem*. Brno, 2007/2008. Disertační práce. MENDELOVA ZEMĚDĚLSKÁ A LESNICKÁ UNIVERZITA V BRNĚ.
- [12] ŠPLÍCHAL, Václav, Marie OTAVOVÁ a Miroslava PECHÁČKOVÁ. *Nekonečný svět české hračky*. Pelhřimov: Nová tiskárna, 2014.
- [13] SMITH, Mike a TATTERSALL. *Simple wooden toy designs*. London: S. Paul, 1975.
- [14] HOŘEJŠ, Viktor. *Speciální nátěry*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1970.

- [15] MILLETT, a Roy MOLE. *Wooden toys that work*. London: Mills & Boon, 1974.
- [16] BERGER, Vladimír a Oto KIMLÍČEK. *Lepidlá na drevo a ich vlastnosti*. Bratislava: Slovenské vydavateľstvo technickej literatúry, 1958.
- [17] *Česká hračka - komplexní služby a poradenství pro Vás* [online]. [cit. 2015-05-31]. Dostupné z: <http://ceska-hracka.cz/vyrobci/drevene-hracky>

## **Technické normy a zákony**

- [1] ČSN EN 71-1. *Bezpečnost hraček - Část 1: Mechanické a fyzikální vlastnosti*. 2006.
- [2] ČSN EN 71-3. *Bezpečnost hraček - Část 3: Migrace určitých prvků*. 1996.
- [3] ČSN EN 71-9. *Bezpečnost hraček - Část 9: Organické chemické sloučeniny - Požadavky*. 2005.
- [4] ČSN EN 71-10. *Bezpečnost hraček - Část 10: Organické chemické sloučeniny – Příprava vzorků a extrakce*. 2006.
- [5] ČSN EN 71-11. *Bezpečnost hraček - Část 11: Organické chemické sloučeniny – Analytické metody*. 2006.
- [6] ZÁKON Č. 102/2001 SB. *O obecné bezpečnosti výrobků, ve znění pozdějších předpisů*. 2001.
- [7] ZÁKON Č. 22/1997 SB. *O technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů*. 1997.
- [8] NAŘÍZENÍ VLÁDY Č. 86/2011 SB. *O technických požadavcích na hračky*. 2011.
- [9] PŘEDPIS Č. 84/2001 SB. *O hygienických požadavcích na hračky a výrobky pro děti ve věku do 3 let*. 2011.

## 13. SEZNAM TABULEK

<b>Tabulka č.1.</b> uvádí migrační limity v mg/kg .....	24
<b>Tabulka č.2.</b> udává stupně zasýchání .....	41
<b>Tabulka č.3.</b> udává stupně odolnosti proti padající kuličce .....	44
<b>Tabulka č.4.</b> stanoví dobu zasýchání NH do stupňů zasýchání .....	47
<b>Tabulka č. 5.</b> udává tloušťku nátěru měřeného tloušťkoměrem .....	47
<b>Tabulka č.6.</b> udává stupeň lesku na stříkaných vzorcích ve směru podél a napříč vláken .....	48
<b>Tabulka č.7.</b> udává stupeň tvrdosti podle Buchholze .....	49
<b>Tabulka č.8.</b> udává odolnost nátěru proti oddělení od nátěru mřížkovou zkouškou ...	49
<b>Tabulka č.9.</b> udává stupeň přilnavosti nátěrových hmot .....	50
<b>Tabulka č.10.</b> udává stupeň změny po působení suchým teplem .....	50
<b>Tabulka č.11.</b> udává stupeň změny po působení vlhkým teplem .....	50
<b>Tabulka č.12.</b> udává stupeň poškození studenými kapalinami .....	51
<b>Tabulka č.13.</b> udává výsledky odolnosti nátěru proti pádu kuličky .....	51
<b>Tabulka č.14.</b> udává množství emisí těkavých organických látek (VOC) .....	52

## 14. SEZNAM OBRÁZKŮ

<b>Obr. č. 1.</b> Přístroj k měření tvrdosti nátěrového filmu podle Buchholze .....	38
<b>Obr. č. 2.</b> Ultrazvukový snímač tloušťky nánosu nátěrového filmu .....	38
<b>Obr. č. 3.</b> Emisní cela FLEC a její příslušenství .....	39



## 16. SEZNAM GRAFŮ

<b>Graf č. 1</b> znázorňuje stupeň lesku na dokončených zkušebních vzorcích ve směru podél a napříč vláken .....	48
<b>Graf č. 2</b> znázorňuje výsledky měření tvrdosti tvrdoměrem .....	49
<b>Graf č. 3</b> znázorňuje závislost celkových emisí těkavých organických látek na druhu nátěrové hmoty .....	53