

UNIVERZITA PARDUBICE
FAKULTA CHEMICKO-TECHNOLOGICKÁ
KATEDRA POLYGRAFIE A FOTOFYZIKY

Hodnocení nátěrů rekvizit vytvořených 3D tiskem

Jana Šťovíčková, DiS.

Bakalářská práce
2018

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jana Šťovíčková**
Osobní číslo: **C14176**
Studijní program: **B3441 Polygrafie**
Studijní obor: **Polygrafie**
Název tématu: **Hodnocení nátěrů rekvizit vytvořených 3D tiskem**
Zadávající katedra: **Katedra polygrafie a fotofyziky**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Z dostupné literatury nastudujte a popište způsoby vytváření rekvizit. Zaměřte se zejména na technologie 3D tisku a používané materiály.
2. Připravte vzorky vytištěné na 3D tiskárně metodu vytlačování nataveného polymeru. Tyto vzorky natřete vybranými nátěry.
3. Pomocí vhodných parametrů posuďte kvalitu nátěrů a výsledky přehledně interpretujte.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Ondrej Panák, Ph.D.

Katedra polygrafie a fotofyziky

Konzultant bakalářské práce:

prof. Ing. Andréa Kalendová, Dr.

Ústav chemie a technologie makromolekulárních látek

Datum zadání bakalářské práce:

21. února 2017

Termín odevzdání bakalářské práce:

4. července 2018



prof. Ing. Petr Kalenda, CSc.
děkan

L.S.



prof. Ing. Petr Němec, Ph.D.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 28. února 2017

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracovala samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využila, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byla jsem seznámena s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

V Pardubicích dne 4.7.2018

Tímto bych chtěla poděkovat vedoucímu bakalářské práce Ing. Ondřej Panákovi, PhD. za odborné vedení, a i poskytnutí pomoci při vypracování bakalářské práce. Chtěla bych poděkovat konzultantce bakalářské práce prof. Ing. Andrée Kalendové, Dr. Za její ochotnou pomoc při hledání referencí a odbornou konzultaci. Dále mé poděkování patří rodině a příteli Honzovi za podporu během mého studia.

Anotace

Tato bakalářská práce se věnuje tématu 3D tisku v odvětví vytváření filmových či cosplay rekvizit. Jsou v ní zahrnuty základní teoretické poznatky týkající se Cosplay, výrobě kostýmu v Hollywoodu a výrobě kostýmů v domácím prostředí, a také technologie 3D tisku nejvíce používané v tomto odvětví. Dále jsou v práci uvedeny materiály pro 3D tisk a to podrobněji popsané materiály polymery ABS a PLA a poté jsou v práci obsažené nátěrové hmoty a používané metody hodnocení nátěrových hmot. V této práci byly testovány nátěry na materiálech ABS a PLA. Vyhodnocení pomocí metody stanovení odtrhové přilnavosti a pomocí Scratch testu.

Klíčová slova

Cosplay, 3D tisk, ABS, PLA

Annotation

This bachelor thesis deals with the topic of evaluation of coatings on props prepared by 3D printing. It includes basic theoretical knowledge about Cosplay, costume production in Hollywood, the production of costumes at home and also contains information about type of 3D printing technology which is the most widely used in this sector. In addition, to this there are also described materials for 3D printing (ABS and PLA polymers in detail) as well as the paint materials and the methods used for the evaluation of paints. In this work the coatings on ABS and PLA materials were studied. Evaluation was made by using the tear adhesion test method and the Scratch test.

Keywords

Cosplay, 3D printing, ABS, PLA

Obsah

| | |
|--|----|
| 1. Úvod..... | 9 |
| 2. Cosplay | 10 |
| 2.1 Výroba kostýmů | 11 |
| 2.1.1 Filmová výroba kostýmů v Hollywoodu | 11 |
| 2.1.2 Cosplay výroba kostýmů v domácím prostředí | 12 |
| 3. 3D tisk..... | 14 |
| 3.1. Historie 3D tisku | 14 |
| 3.2 3D tisk v České republice..... | 15 |
| 3.3. Metody 3D tisku | 16 |
| 3.3.1 I.skupina – metody pracující na vytvrzování fotopolymery..... | 17 |
| 3.3.2 II.skupina – metody pracující na tavení polymerní nebo kovové struny, nebo tavení jiného materiálu | 18 |
| 3.3.3 III.skupina – metody založení na spékání práškového materiálu | 19 |
| 3.3.4 IV.skupina-metoda založená na vrstevní materiálu..... | 19 |
| 3.4 Materiály ve 3D tisku | 20 |
| 3.4.1 Akrylonitril butadien styren | 21 |
| 3.4.2 PLA..... | 22 |
| 3.5 Nátěrové hmoty a jejich rozdělení | 23 |
| 3.6 Metody hodnocení nátěrových hmot | 24 |
| 4. Experimentální část..... | 25 |
| 4.1 Přístroje | 25 |
| 4.2 Použité materiály | 26 |
| 4.2.1 Filamenty..... | 26 |
| 4.2.2.Barvy | 26 |
| 4.2.3 Další použité materiály..... | 26 |
| 4.3 Experimentální postup | 27 |
| 4.3.1 Příprava vzorků | 27 |
| 4.3.2 Odtrhová zkouška | 29 |
| 4.3.3 Scratch test..... | 31 |
| 4.4 Výsledky a diskuze..... | 32 |
| 4.4.1 Odtrhová zkouška | 32 |
| 4.4.2 Scratch test..... | 34 |

| | |
|-------------------------|----|
| 5. Závěr..... | 37 |
| 6. Reference | 38 |
| 7. Bibliografie | 41 |
| 8. Seznam obrázků | 41 |
| 9. Přílohy | 42 |

1. Úvod

Cílem této práce je vyhodnotit nátěry rekvizit vytvořené 3D tiskem, který je v poslední době v cosplay tvorbě na vzestupu. Celá práce se skládá z několika částí. Pro lepší orientaci v textu bude vysvětlen pojem cosplay.

„Cosplay“ je termín skládající se ze složeniny dvou anglických slov: „costume“ a „play“. Pokud se nějaká aktivita označuje jako cosplay, tak se tím myslí osoba nebo skupiny osob, které jsou oblečeny v kostýmu z různých materiálů. Ve výsledku tito lidé reprezentují určité existující, nebo fiktivní „postavy“. Slovo postavy je v uvozovkách záměrně, protože se lze velmi často setkat se zobrazováním charakterů, které mají neživou podstatu, či dokonce ztvárnění skutečně neživých předmětů. [1]

Cosplayi je hned v úvodu věnovaná stručná kapitola a dále je zde také v krátkosti zmíněna tvorba rekvizit v rámci cosplay komunity v České republice, tedy jak takový kostým vzniká nejen v domácím prostředí, ale i například ve filmových studiích.

Druhá část bakalářské práce je věnována technologiím 3D tisku, jejich historii a stručnému nástinu vývoje. V rámci jedné z obsáhlých kapitol bude čtenář seznámen s nejběžnější technologií, která je užívána právě za účelem tvorby rekvizit ke kostýmům.

Třetí část bakalářské práce obsahuje samotnou experimentální část s popisem tvorby testovacích pomůcek a metod, které byly pro tento účel zvoleny. Pro tuto práci byly pro tvorbu rekvizit zvoleny dva nejběžnější používané materiály (Akrylonitril butadien styren a kyselina polymléčná). Dále se pak diskutují výsledky ze získaných hodnot a na závěr jsou zde shrnuty jednotlivé výsledky.

Inspirací pro napsání této práce byl kontakt s tvůrci kostýmů, kteří vlastní 3D tiskárnu a také dlouholetý zájem autorky o cosplay. Autorce je toto téma velice blízké a na mnoha akcích, které jsou věnované cosplayi, autorka o 3D tisku přednášela. S ohledem na rozvoj 3D tisku v domácím prostředí a s rozvojem otevřených dílen je tato práce zaměřena na testování nátěrů pro potřeby výroby rekvizit.

2. Cosplay

Rozdíl mezi kostýmem a cosplayem je veliký. Kostým je jen převlek, který se jen nosí na různé příležitosti (karnevaly), ale cosplay napodobuje konkrétní postavu, díky kombinaci mnoha faktorů. V porovnání s pouhým kostýmem, např. zlá královna ze Sněhurky, se v rámci cosplaye jedná o konkrétní postavu, která má magické vlastnosti a snaží se být nejkrásnější na světě. Nositel kostýmu se v moment, kdy napodobuje její pohyby a chová se podle charakteristiky, stává cosplayerem. Samotná prezentace je tvořena dvěma hlavními složkami. Kostým, který by měl být rozpoznatelný a lehce spojitelný s konkrétním zobrazovaným charakterem a role-playem. Role-play je slovo označující chování, které se shoduje

s osobnostními a charakterovými prvky dané postavy. Cosplayer se snaží vystihnout podstatu prezentovaného charakteru např. mluvou, grimasami, oblíbenými frázemi, nebo jen řečí těla. Je přirozeně jednodušší prezentovat postavu, která má jasně definované charakterové prvky, jak tomu bývá u seriálových, či komiksových postav. [1]

Cosplay se v posledních letech projevil i v rámci marketingu, a to především u herních společností. Kontakty od herních společností jsou velmi žádané a ceněné fanoušky i výrobci kostýmu např. v roce 2014 byla uspořádána akce od vývojářského studia CD Projekt Red k příležitosti vydání populárního herního titulu s názvem The Witcher. [2]

2.1 Výroba kostýmů

2.1.1 Filmová výroba kostýmů v Hollywoodu

Hollywood je často celosvětově považován za největší filmový zábavní průmysl. [3] Zábavní filmový průmysl kromě tvorby samotných filmů vydělává také na výrobě předmětů jako jsou sběratelské předměty, filmové repliky, akční figurky nebo jiné fanouškovské předměty. V posledních deseti letech se 3D technologie uplatňují při výrobě těchto herních, filmových a seriálových předmětů. [4]

Tiskové 3D technologie se objevují i v samotných filmech. Například ve filmu Iron man, kde hlavní hrdina Tony Stark má speciální tiskárnu, která umožňuje tisk jeho vlastnoručně navrhnutých superhrdinských obleků z různých kovů. Dále také v animované pohádce Velká šestka od studia Disney, kde hrdina má Hero k dispozici 3D skener a 3D tiskárnu na oblek pro Baymaxe ¹. [4]

Filmová studia v Hollywoodu spolupracují s firmami, které se zabývají 3D tiskem. Smlouvané společnosti, které v současné době filmovým studiím poskytují 3D tisk, vytvářely kostýmy pro filmový průmysl již před zavedením této technologie. 3D tisk začaly velmi rychle využívat a postupně zlepšovat schopnosti pracovníků a vylepšují 3D technologii svými poznatky ze zakázek. Tyto společnosti přijímají žádosti od firem v širokém spektru (tvorba masek, filmových rekvizit nebo zbraní). Málokdy se však 3D tisk využívá na konečný produkt. Obvykle to probíhá tak, že se vytvoří model ve 3D programu, vytištěný model se pak používá k odlévání ze silikonu. Silikonová forma se pak naplní pryskyřicí, a vytvoří se tak konečný výrobek. Tento způsob se hojně používá z toho důvodu, že obvykle užívané materiály na 3D tisk bývají měkké a ne moc pevné. Žádná společnost také nemá stejné výrobní vybavení, a proto je každá firma tohoto typu speciální a stává se jedinečnou pro filmový průmysl. [4]

Jak bylo zmíněno, jedním z odvětví v zábavním filmovém průmyslu je výroba sběratelských předmětů a zboží z filmů, seriálů a her. Na výrobu těchto produktů se získává zvláštní povolení na Úřadu průmyslového vlastnictví, protože na ně existuje ochranná známka.

Tato povolení mají samozřejmě dopad i na cosplay. Kupříkladu v Americe musí být vydáno povolení na vytvoření kostýmů např. Star Wars. [5]

¹*Baymax – nafukovací robot postavený bratrem hlavního protagonisty, sloužící jako zdravotní robot.*

2.1.2 Cosplay výroba kostýmů v domácím prostředí

Zatímco výroba kostýmů ve filmových studiích poměrně odborná, v domácím prostředí tomu tak většinou není. V České republice je sice cosplay komunita docela velká, ale 3D tiskárnu vlastní pouze malý zlomek cosplayerů. Většina výrobců kostýmů vyrábí rekvizity nejjednoduššími technikami (Papier-mâché²), pomocí pěnových materiálů, termoplastů, nebo kartonu. Pro vytvoření rekvizity ke cosplayi je potřeba znát přesné postupy. Za tímto účelem jsou vytvářené tutoriály, ale v České republice se těmto článkům věnuje málo lidí, proto se musí pro odbornější pomoc sahat do zahraničních zdrojů, kde je tento koníček mnohem více rozšířený.

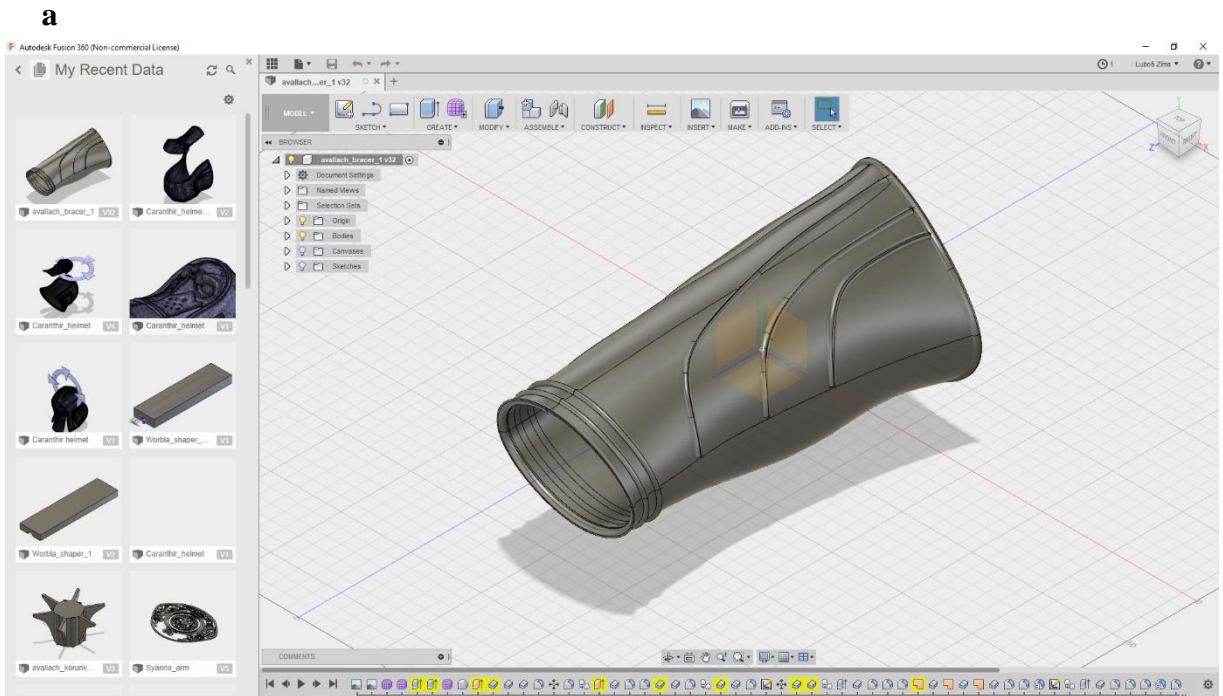
Výrobě rekvizit a kostýmů na zakázku pro firmy se věnuje světoznámá německá cosplayerka Kamui. [6] Vyrábí cosplay rekvizity z pěnových materiálů a termoplastů, věnuje se také tvorbě tutoriálů pro méně zkušené cosplayery a knihy s tutoriály prodává na svém e-shopu. [7] Dalším cosplayerem, který vyrábí rekvizity na zakázku, je švýcarská cosplayerka Folkenstal. Na svém e-shopu prodává své vlastní knížky, které se zabývají výrobou kostýmu.[8]

V České republice existuje mnoho firem a profesionálních dílen zabývajících se 3D tiskem (více bude uvedeno v kapitole 3.2). Jak bylo řečeno, svou vlastní dílnu má málokterý cosplayer a nedávno v Brně vznikla malá domácí dílna³.

Tato dílna je situována v menším pokoji v jednom obytném bytě. V dílně je umístěn stůl s 3D tiskárnou modelu MK2S od firmy Prusa Research s.r.o. (více o firmě v kapitole 3.2). V místnosti jsou všechny pomůcky pro 3D tisk a pro jeho dokončovací zpracování, např. ruční mini bruska, smirkové papíry, laky vyhlazující povrch, tmely, barvy ve spreji a laky pro dokončující úpravu. Pánové, kteří tuto dílnu založili si své 3D modely připravují sami a upravují přímo na svojí velikost. Na obrázcích 1 až 3 lze vidět postup výroby jedné části kostýmu na postavu Avallac'ha z Witchera 3.

² **Papier-mâché** – je to kompozitní materiál z kusů papíru spojený s lepidlem nebo škrobem

³ **Dílna** – tato informace vychází z autorčiny osobní zkušenosti, dílna je ve zkušebním provozu a zatím nemá žádné web stránky a funguje zatím pouze přes osobní kontakt na doporučení, jedná se o projekt dvou nadšenců



Obr. č 1 Postup výroby části zbroje

a Vytvořený model zbroje ve 3D programu.

b Vytisknutá část zbroje před dokončujícími pracemi

c Hotová část zbroje

3. 3D tisk

3.1. Historie 3D tisku

Přestože je technologie 3D tiskáren známá již více než dvacet let, opravdovým fenoménem se stala teprve nedávno. Před více než třiceti pěti lety, v době vzniku prvních počítačů, se pro tvorbu reliéfních objektů běžně používali řezací plotry, které byly opatřeny noži a z archů lepenky pak byly ořezány jednotlivé vrstvy. Samotné vyřezané vrstvy se dále skládali na sebe a vznikl tak trojrozměrný objekt. Vytvořené makety sloužili například při analýze terénu v topografických studiích. [9]

V roce 1976 byl vynalezen Inkoustový tisk a stal se základní technikou pro technologie 3D tisku. [10] Za opravdového vynálezce 3D technologie tisku většina zdrojů považuje Charlese W. Hulla, který si v lednu 1986 nechal patentovat technologii nazvanou Stereolitografie. [11] Založil společnost 3D Systems, která se 3D tisku věnuje dodnes. Hull vyvinul první komerční 3D tiskárnu v roce 1987, bylo prodáno pouze několik kusů. [10] Tehdy byla původně navržená tiskárna vylepšena a od roku 1989 prodávána pod názvem SLA-250. V roce 2014 se první typ tiskárny (z roku 1987) jmenoval Viper SLA-250 a dnes je technologie více vyvinutá a nejlepší SLA tiskárna této společnosti se jmenuje ProJet 1200. [11]

Další techniky 3D tisku začaly vznikat v průběhu osmdesátých a devadesátých let. Jako další technika 3D tisku byla v roce 1991 patentována metoda LOM (Laminated object manufacturing), jejímž vývojem se zabývala společnost Helisys of Torrance se sídlem v Kalifornii. [10] Metoda Selective laser sintering (SLS) byla vynalezena na University of Texas v Austin's Mechanical Engineering Department (UT ME) ve spolupráci se společností 3D Systems. Metodu SLS objevil student Carl Deckard spolu se svým vedoucím práce doktorem Joeem Beamanem. V roce 2015 se Carl Deckard věnoval vývoji práškových materiálů pro SLS a pro další technologie. [12] Mezi technologie 3D tisku patří také Fused deposition modeling (FDM). Tato technologie byla vynalezena roku 1989 Scottem Crumpem, který spolu se svojí manželkou Lisou Crump založil společnost Stratasys. [10] V roce 1993 si nechala Massachusetts Institute of Technology (MIT) patentovat technologii nazývanou „3 Dimensional printing techniques“ (3DP). Později tuto techniku rozvíjela firma Z Corporation. [10] V roce 1944 byla světu představena metoda Direct metal laser sintering (DMLS) a hned v následujícím roce pak metoda Selective laser melting (SLM). Výše zmíněná společnost 3D Systems v roce 1996 představila technologii Multi Jet Modeling (MJM). [13] Firma Stratasys uvedla na trh v roce 2000 technologii Polyjet Modeling. [14] Významným

mezníkem v historii 3D tisku se stal rok 2005, kdy byl zahájen open source projekt s názvem RepRap. Tento projekt založil doktor Adrian Bowyer z University of Bath, přičemž se do projektu se mohli zapojit nadšenci z celého světa. Idea doktora Bowyera byla navrhnout takovou 3D tiskárnu, která si bude sama umět vytisknout nejvíce vlastních součástí. [15] Technologií 3D tisku existuje stále více a nadále pokračuje jejich rozvoj. Například nedávno česká firma Prusa Reasearch s.r.o. zahájila předprodej Original Prusa i3 MK3 Multi Material upgrade, což je součástka, která umožňuje tisk až 4 materiálů najednou pomocí čtyř podavačů materiálu pouze s jednou tryskou. [16]

3.2 3D tisk v České republice

Mezi největší a nejvýznamnější prodejce a výrobce 3D tiskáren patří výše zmíněná firma Prusa Reasearch s.r.o. Zakladatelem je Josef Průša a věnuje se 3D tiskárnám od roku 2009 a je také jedním z představitelů projektu RepRap. 3D tiskárna Josefa Průši je třetí nejpoužívanější tiskárnou na světě. [16] Další společností, co stojí za zmínku, je dílna MakersLab se sídlem v Praze. Tato společnost tiskárny nevyrábí, ale jsou zde školení pracovníci, pořádají se zde kurzy pro veřejnost a přeprodávají 3D tiskárny od Prusa Reasearch. Nabízejí firemní a individuální školení, zakázkový 3D tisk a modelování. Mezi jejich projekty patří tisk z čokolády, ve spolupráci s Fashion Councilem je každoročně pořádána módní přehlídka, tisk náhradních dílů, a pro Cosplay komunitu masky, brnění a jiné doplňky ke kostýmům. [17]

V Brně byla otevřena dílna FabLab. Jedná se o digitální dílnu, kde jsou k dispozici 3D technologie (skener, tiskárna), řezací plotr, laserová řezačka, termolis a elektro dílna. [18] Další firma zabývající se výrobou tiskáren je RepRap Obchod. Založil ji Michal Dyntar, jeden z prvních lidí, který postavil 3D tiskárnu s dostupnými díly na trhu. Po mnoha letech sestavil tiskárnu Poseidon, ryze českou tiskárnu, tehdy s jednou tryskou, dnes se tiskárna jmenuje Poseidon Duo a má dvě tiskové trysky. [19] Další společností je MCAE Systems, která byla založena v roce 1995 a sídlí v Kuřimi u Brna. Firma je současně školicím střediskem a inovačním centrem, od roku 2016 se stala také součástí globální servisní sítě Stratasys Direct Manufacturing a poskytuje služby v oblasti 3D technologií po celém světě. [20]

3.3. Metody 3D tisku

Jak již bylo naznačeno v kapitole věnující se 3D tisku, je dostupných mnoho metod pro výrobu trojrozměrných objektů. Všechna zařízení na výrobu 3D objektů pracují na principu rozložení digitálního modelu na vrstvy, které jsou tenké a následně postupně vytištěné, čímž se vytvoří 3D model. Jednotlivé technologie jsou rozdílné jen v tom, jakým způsobem jsou vytvářeny tenké vrstvy a jaký materiál jsou schopni tisknout. Na základě toho jsou technologie rozřazeny do čtyř skupin. [21]

První skupinou jsou metody pracující na vytvrzování fotopolymeru. Fotopolymerní materiál se aktivuje lasery nebo UV zářením, čímž dochází k jeho polymeraci. Do této skupiny patří nejstarší technologie 3D tisku, metoda SLA (stereolitografie) a DLP (Digital light processing). Dalšími metodami jsou LCM (Lithography based Ceramic Manufacturing), Polyjet, Polyjet Matrix, Multi Jet Printing a Jetted Photopolymer.

Druhou skupinou jsou metody pracující na tavení polymerní, popřípadě kovové struny (tzn. filamentu) Tavenina se nanáší pomocí jedné nebo více trysek. Do této skupiny patří nejrozšířenější technologie a to FDM (Fused deposition modeling. Další metodou patřící do druhé skupiny je Thermoplastic Inkjet with Milling [21]

Do předposlední skupiny 3D technologií patří metody založené na spékání práškového materiálu laserem. Patří sem SLS (Selective laser sintering), což se dále rozděluje na DMLS (Direct metal laser sintering) a SLM (Selective laser melting). Jiná metoda spadající do této skupiny je EBM (Electron beam melting). [22]

Poslední čtvrtá skupina obsahuje jen jednu metodu, a to je LOM (Laminated Object Manufacturing) což je metoda založená na vrstevní materiálu. Všechny metody mají své výhody a limity. Mezi hlavní rozdíly metod patří rychlost tisku, cena tištěného modelu, použitelné materiály, barvy materiálů a cena tiskárny. [21]

Nejrozšířenější technologií v problematice této bakalářské práce je FDM (Fused deposition modeling), protože má nízké pořizovací náklady a široké využití plastů, které jsou brousitelné a dají se dále upravovat podle představ uživatele.

3.3.1 I.skupina – metody pracující na vytvrzování fotopolymeru

SLA (stereolitografie)

Stereolitografie je založena na principu postupného vytvrzování polymeru pomocí UV laseru, který je na základě dat přicházející z počítače zaměřován složitou optickou soustavou na hladinu polymeru. Nevýhodou technologie je poměrně pomalý proces vytvrzování fotopolymeru a u některých materiálů také nižší odolnost modelu oproti vyšším teplotám. [23]

LCM (Lithography based Ceramic Manufacturing)

LCM technologie je tvořena keramickými částicemi dispergovanými v polymeru, který tvoří matrici. Matrice je vytvrzována LED světlem vrstvu po vrstvě. Pro tento proces je speciálně navržen zobrazovací systém, který umožňuje přenos vrstvy pomocí nejnovějších LED technologií. [24]

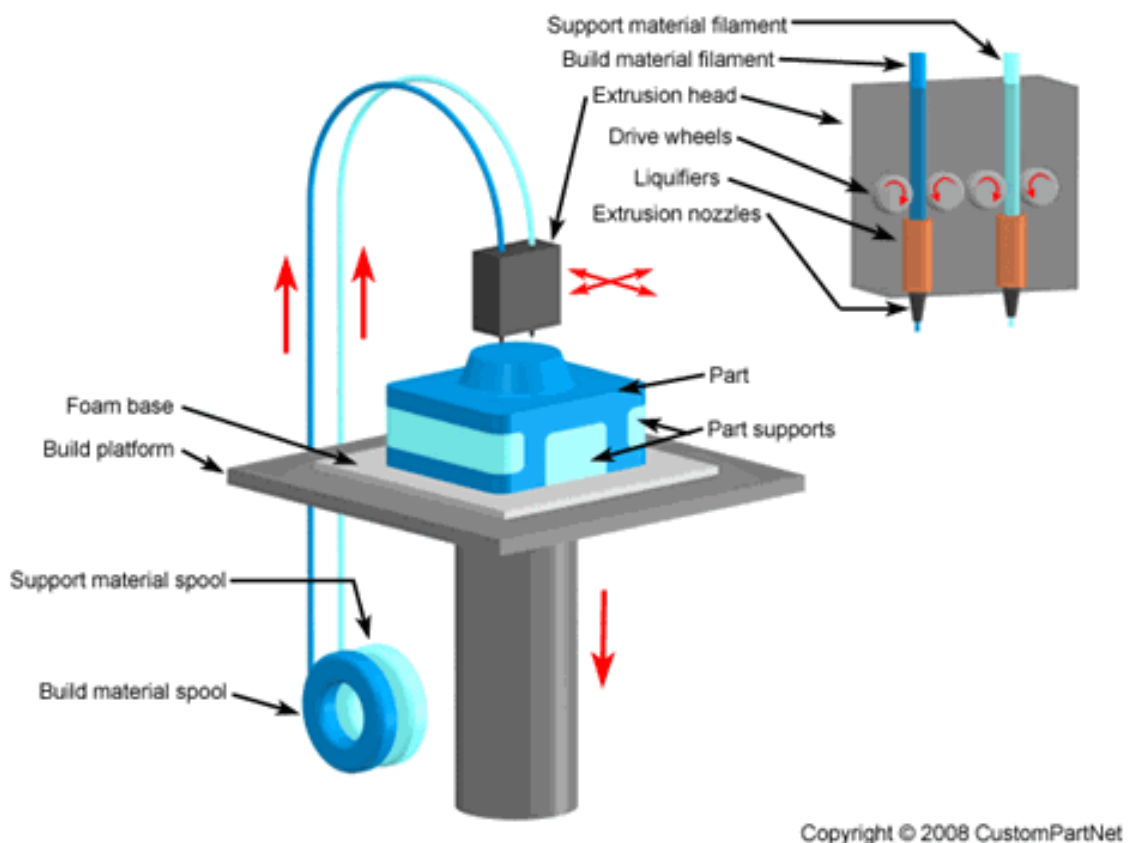
Multi Jet Printing

Technologie Multi Jet Printing (MJP) je známa také jako Multi Jet Modeling (MJM). Tato technika je velice podobná Inkjetu, ale místo kapalného inkoustu je tiskovým materiálem kapalná pryskyřice. [25] Tisková hlava obsahuje velký počet trysek umístěných v jedné rovině, přičemž každá tryska je samostatně řízená z počítače. Po vytvoření vrstvy je materiál utvrzen UV zářením. [26] Specialitou této metody je technologie PolyJet Matrix od izraelské firmy Objet. Tato technologie umožňuje rychlou výrobu kvalitních a přesných modelů z různých materiálů (biomateriály, materiály podobné ABS, materiály podobné pryži a pevné číré materiály). [27]

3.3.2 II.skupina –metody pracující na tavení polymerní nebo kovové struny, nebo tavení jiného materiálu

FDM (Fused deposition modeling)

Princip FDM spočívá v tavení plastu nebo kovu ve formě tenkého vlákna (filament nebo struna) odvíjeného z cívky. [28] Materiál u některých modelů zařízení může být dodáván ve formě granulí, a to přímo ze zásobníku s násypkou do extruzní hlavy (trysky). [28] Tavení je prováděno uvnitř extruzní hlavy, která taveninu vytlačuje na podložku pomocí pohybu ve dvou osách a postupně nanáší tenkou vrstvu materiálu v rovině. Tloušťka vrstev a rozměrová přesnost je dána průměrem otvoru trysky, která se pohybuje v rozmezí od 0,1 do 0,3 mm. U této technologie je velká rozmanitost používaných materiálů, většinou jsou to termoplasty např. PLA (Kyselina polymléčná), ABS (Akrylonitril butadien styren), polyamidy, polykarbonát, polyethylen, polypropylen. [28] Nevýhodou je hrubá struktura a nerovný povrch vrstvy. Výhodou je ovšem minimální odpad. Využívá se na pevné a tvarově stálé modely bez požadavku na kvalitu povrchu, ale je nevhodný na nosné konstrukce. [21]



Obr. č.2 Schéma konstrukce tiskárny FDM (Fused deposition modeling)

Thermoplastic Inkjet with Milling

Tato technologie využívá kombinaci vytlačování termoplastického materiálu-vosku a horizontální frézování. [22] Jedná se o přesnou metodu stavby modelu a je vhodná pro odlévání metodou ztraceného modelu, tj. nejpřesnější metoda vytvoření formy pro odlévání, při níž se voskový model zničí. [29] Vyžití modelů z vosku je ve šperkařství nebo v keramickém průmyslu.

3.3.3 III.skupina –metody založení na spékání práškového materiálu

SLS (Selective laser sintering)

Selective laser sintering lze do češtiny přeložit jako selektivní spékání laserem CO₂. Výrobek může vznikat z různých práškových modelovacích materiálů, např. plast, kov, keramika nebo slévárenský písek, a proto se i technologie podle materiálů rozlišuje. [30] Obecně technologie využívá pohybující se vysoce výkonný laser, který slouží ke spékání práškového materiálu po tenkých vrstvách v ploše řezu dle digitálního modelu. Velkou výhodou této technologie je že veškerý nepoužitý prášek slouží jako podpora modelu, která obklopuje vytvářený model. Kovy (kovový prášek) jsou většinou spékány pomocí technologií Direct metal laser sintering a Selective laser melting [31]

3.3.4 IV.skupina-metoda založená na vrstevní materiálu

LOM (Laminated Object Manufacturing)

Metoda Laminated Object manufacturing je oproti jiným metodám rychlejší ve výrobě prototypu a je založena na vrstvení lepivého materiálu. Model je vytvářen ze speciálních plastových folií nebo z více vrstev papíru napuštěných zpevňující hmotou. Jednotlivé vrstvy jsou seříznuty do požadovaného tvaru pomocí CO₂ laseru. [32] Nevýhodou téhle technologie je velký odpad, papír pohlcuje vlhkost při lepení, nebezpečí bobtnání ve směru lepení a vysoká potřeba dokončovacích prací (broušení, tmelení, nátěry). Výhodou je, že tato metoda je velmi jednoduchá, vhodná pro velké části, výrobek nevykazuje žádné smrštění a vykazuje velkou stabilitu a není potřeba podpor. [33]

3.4 Materiály ve 3D tisku

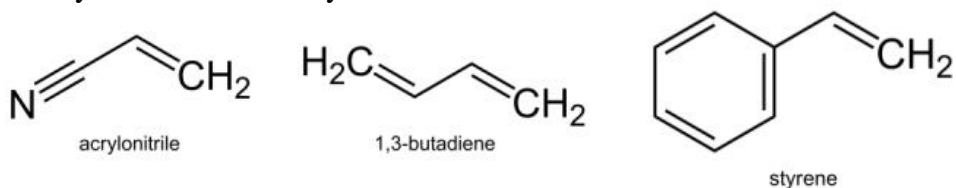
Existuje široká škála materiálů pro každou technologii, od plastů až po kovy. Jak již bylo zmíněno, tato bakalářská práce se zabývá zejména velmi rozšířenou technologií FDM (Fused deposition modeling), která (jak je vysvětleno v kapitole 3.3.2) pracuje na tavení polymerních nebo kovových strun (filamentů). Proto v této části budou uvedené jen materiály vhodné pro tuto technologii, a to ty nejčastěji nejpoužívanější. Mezi tyto materiály patří ABS (Akrylonitril butadien styren), PLA (Kyselina polyléčná), HIPS (High Impact Polystyrene) a PC (Polykarbonát). Při domácí výrobě kostýmů jsou z těchto 5 materiálů nejvíce používané ABS a PLA. Výrobci kostýmů také ale experimentují s různými materiály např., s PETG, Nylon, PMMA atd., přičemž výsledky jejich práce jsou uspokojivé.

Existují dva typy plastů, a to termosety a termoplasty. Výše zmíněné plasty patří do kategorie termoplastů. Termoplast se stává kapalný při jeho teplotě tání. Hlavní vlastností materiálu je to, že může být zahříván na teplotu tání, ochlazen a poté znovu zahřán, a tento proces lze opakovaně použít bez významné degradace. Termosety mohou být ohřívány a následně tvarovány pouze jednou. [34]

3.4.1 Akrylonitril butadien styren

ABS je amorfní termoplastický kopolymer, který je odolný vůči mechanickému poškození, některým kyselinám, hydroxidům, uhlovodíkům, olejům, tukům a je také odolný proti nízkým a vysokým teplotám (od 80 až do 105 °C je tvarově stálý a při teplotách do 280 °C se taví). [33] Tento materiál je tvořený kombinací monomerů akrylonitrilu, butadienu a styrenu. Poměr jednotlivých složek se pohybuje od 45-70 % styrenu, 10-30 % akrylonitrilu a 15-50 % butadienu. Každý výrobce filamentů si jednotlivé složky míchá podle sebe. Poměry všech složek mohou ovlivnit výsledné vlastnosti ABS. Akrylonitrilová složka zvyšuje chemickou odolnost a butadienová složka zvyšuje houževnatost. Polymer ABS se vyznačuje dobrou chemickou odolností a houževnatostí při zachování dostatečné tuhosti, pevnosti v tahu anebo ohybu. Díky tomu, že je heterogenní, je ABS neprůhledný (může být i průhledný, ale vykazuje menší tvrdost) termoplastický materiál. Jeho hustota je velmi nízká a pohybuje se v rozmezí od 1,02 do 1,08 g.cm⁻³. V technické praxi lze ABS dobře zpracovávat všemi běžnými technologickými postupy používanými u termoplastů např. vstřikováním, válcováním, vyfukováním, tvarováním za tepla i lisováním. Nejčastěji se jedná o vstřikování do forem při teplotě 180 až 250 °C. [33]

ABS je jeden z nejpoužívanějších materiálů pro 3D tisk a to díky své ceně a dobrým mechanickým vlastnostem. [34] Na trhu je k dostání ve velké škále barev. Tento materiál lze tisknout při 220 až 250 °C a lze snadno opracovávat broušením, vrtáním a ostatními technikami pro opracování povrchu. Při tisku se doporučuje vytisknout základní mřížku a na tu pak tisknout model, protože rozlehlejší objekty mají tendenci se snadno odtrhnout od tiskové destičky. Proto tento materiál nelze doporučit pro běžný tisk velkých objektů (toto platí pro objekty přesahující 80 mm na šířku). [16] Velkou výhodou je pořizovací cena, nejnižší závislost na přesném nastavení tiskové hlavy, odolnost produktů a přijatelný sklon ke kroucení. [35] Při jeho použití uniká škodlivý zápach, a proto se doporučuje při tisku v místnosti větrat. ABS je náchylný na teplotu, a to se projevuje smršťováním materiálu při tisku. [36] Proto se doporučuje tisknutý model pomalu ochlazovat odvětráváním a podložka při tisku musí být vyhřívána. Je rozpustný v esterech, ketonech, etylén dichloridu nebo acetonu. [37] Obrázek 3 zobrazuje monomery kopolymeru akrylonitril butadien styrenu.



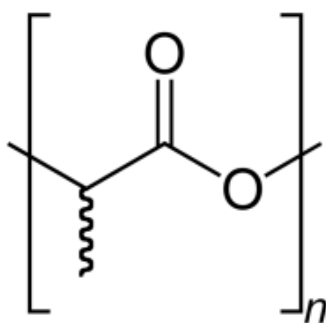
Obr. č.3 Monomery ABS kopolymeru

3.4.2 PLA

Kyselina polymléčná je druhým nejpoužívanějším plastem ve 3D tisku. Na rozdíl od ABS je kyselina polymléčná vyrobená z obnovitelných zdrojů jako je např. kukuřičný škrob a patří do skupiny bioplastů. [38] Kyselina mléčná je nejčastěji se vyskytující karboxylová kyselina. Kyselina mléčná je přirozeně vyskytující se organická kyselina s chemickým názvem kyselina 2-hydroxypropionová. [39] Polymer je ve srovnání s ABS snadněji a rychleji zpracovatelný při stejných výchozích podmínkách a výrobky jsou výrazně méně odolné vůči vyšším teplotám (začíná měknout kolem 60 °C, zatímco ABS měkne od 105 °C). [40]

PLA není tolik náchylné k deformacím a vadám vlivem chladnutí vytištěného materiálu, nevyžaduje tedy použití vyhřívané podložky. Při tavení produkuje vůni připomínající smažený rostlinný olej. Kyselina polymléčná je méně pružná a má vyšší lesk než ABS a může být průhledná. [40] PLA je za určitých podmínek biologicky rozložitelná a výrobky lze kompostovat v průmyslových zařízeních, ve kterých lze řídit a kontrolovat teplotu a vlhkost. Materiál je hydroroskopický, tj. schopnost látky snadno pohlcovat a udržovat vzdušnou vlhkost, a před zpracováním potřebuje předsušení. Materiál je nejčastěji používán ve směsích pro zlepšení vlastností různých materiálů. [35]

Tento materiál je vhodný pro tisk modelů, které mají složitý povrch, ale velkou nevýhodou je, že ve velmi vlhkém prostředí absorbuje vodu a na povrchu předmětu se vytvoří bublinky. Další nevýhodou je zápach při tisku a jeho rozpustnost v hydroxidu sodném. Jedná se o poměrně nový materiál, který má mnoho využití ať už ve 3D tisku, nebo v obalovém, stavebním a automobilovém průmyslu a v oblasti medicíny. [42]



Obr. č.4 Schématický vzorec kyseliny polymléčné

3.5 Nátěrové hmoty a jejich rozdělení

Nátěrové hmoty jsou všechny hmoty, jejichž hlavní součástí jsou filmotvorné látky a které se nanášejí v tekutém stavu na předmět, aby se na něm vytvořil souvislý nátěr požadovaných vlastností. Nátěrové hmoty jsou tříděny do skupin se stejnými nebo podobnými vlastnostmi, eventuálně podle dalších hledisek. [43]

Podle složení základní pojivkové složky se dělí nátěrové hmoty na asfaltové, celulózoové, polyesterové, olejové, alkydové, chlórkaučukové, epoxidové, polyuretanové, silikonové aj. Také je možné rozdělení podle rozpouštědla, a to na rozpouštědlové nebo vodou ředitelné. Rozpouštědla jsou důležité složky ovlivňující kvalitu nátěrových hmot. Slouží k převedení filmotvorné látky do tekutého stavu, ve kterém se zpracovává a nanáší. Ovlivňuje se tím hustota nátěrové hmoty, aby odpovídala příslušné technice nanášení, nebo zajišťuje potřebnou smáčivost nebo potřebné vysoušecí parametry. Typ a množství použitých rozpouštědel se volí podle typu rozpouštěného pojiva. [44]

Nátěrové hmoty se rozdělují také podle způsobu zasychání nátěru, a to je buď fyzikální zasychání, chemické zasychání nebo fyzikálně-chemické zasychání. Nátěrové hmoty zasychající fyzikálním způsobem pracují tak, že zasychání probíhá odpařením rozpouštědel. Chemický způsob zasychání je ten, že při tvorbě filmu probíhají chemické reakce (např. oxidace, polymerace apod.), při kterých se z původních nízkomolekulárních látek stávají vysokomolekulární. A třetím typem je fyzikálně-chemické zasychání, přičemž film vzniká odpařením rozpouštědel a chemickou reakcí. Patří sem např. nátěrové hmoty epoxidové nebo polyuretanové. [45]

3.6 Metody hodnocení nátěrových hmot

Pro tuto bakalářskou práci byly vybrány dvě metody pro hodnocení nátěrových hmot.

Stanovení odtrhové přilnavosti

Tato metoda posuzuje přilnavost jednotlivých nebo vícevrstevných systémů změřením minimálního tažného napětí, popř. odtrhové síly potřebné k oddělení nebo odtržení nátěru kolmo od podkladového substrátu. Výsledkem zkoušky je určení minimální hodnoty odtrhové síly, jenž je potřeba vynaložit k rozrušení nejslabší mezifáze – adhezní lom nebo nejslabší složky-kohezní lom zkoušeného uspořádání. Při zkoušce se mohou vyskytovat oba typy lomů. [46]

Scratch test

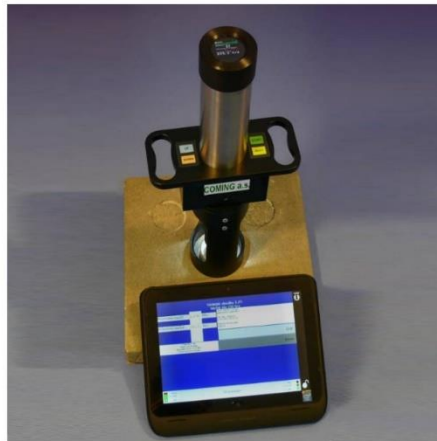
Tato metoda využívá motorizované (ale může být i mechanická varianta) zařízení pro hodnocení tvrdosti povlaků na základě metody odolnosti proti poškrábání. Testovací kovová deska je sevřena ve svorkách a pomalu se pohybuje, zatímco jehla škrábe do povrchu (délka vrypu je 90 mm). Zařízení má voltmetr, který přichází do styku s kovovou deskou. [47] Měření se uskutečnilo na přístroji Motorised Scratch Tester Sheen 705 dle normy ISO 1518/BS3900 E2 Automatický scratch test. (norma 1)

4. Experimentální část

4.1 Přístroje

Vzorky použité pro tuto bakalářskou práci byly vytištěné na 3D tiskárně reppap Rebel II. Je to jedna z tiskáren patřící pod projekt RepRap. Tato tiskárna má jednoduchou konstrukci složenou z plastových ABS částí, které jsou vytištěné na jiné RepRap tiskárně, dále obsahuje také hliníkové profily a elektroniku. Konstrukce tiskárny také obsahuje tiskovou hlavu, topná tělíska, krokové motory, větrák a vyhřívanou podložku.

Odrhová zkouška byla provedena dle ČSN EN ISO 4624 Nátěrové hmoty-odrhová zkouška přilnavost. (norma 2) Zkouška byla provedena odtrhovým přístrojem COMTEST®OP3P (Česká republika).



Obr.č. 5 Přístroj COMTEST®OP3P

Scratch test byl proveden na motorově poháněném stroji Motorised Scratch Tester Sheen 705. Rychlost skluzu tohoto přístroje je 3-4 cm za sekundu a má vlastní zvedací mechanismus ramena.



Obr.č. 6 Přístroj Motorised Scratch Tester Sheen 705

4.2 Použité materiály

4.2.1 Filamenty

Vzorky byly vytištěny ze dvou materiálů, konkrétně ABS a PLA. Tyto materiály byly vybrány pro tuto práci z důvodu, že se jedná o nejběžnější používané materiály ve výrobě cosplay rekvizit na 3D tiskárnách. Vzorky byly vytištěny z PLA bílého filamentu od firmy 3D Factories. [48] Na vzorky ABS byly použity dva typy tohoto materiálu. Prvním typem je ABS filament PRINTPLUS white (ABS1) od firmy 3D factories. Jako druhý typ byl použit Traffic white RAL 9016 (ABS2), který je vyráběn firmou Fillamentum. [49]

4.2.2. Barvy

Obsahem této bakalářské práce jsou i nátěrové hmoty ve formě syntetických barev a disperzních barev, které se mohou být aplikovány na produkty z 3D tiskárny. V tomto případě na testovací destičky vytištěné ABS nebo PLA. Barvy jsou zvolené s ohledem na zaměření bakalářské práce, protože se jedná o barvy dostupné na trhu, takže každý cosplayer má přístup k níže uvedeným barvám.

Použité barvy byly vybrány na základě dvou kritérií. Jedním z nich je snadná dostupnost barev na trhu a druhým pak konzultace s českými cosplayery, kteří si své rekvizity vytváří pomocí 3D tisku nebo za použití pěnového materiálu. Tyto konkrétní barvy se většinou používají na rekvizity z pěnových materiálů nebo termoplastů a jsou ve formě aerosolu. Aerosol byl zvolen také z důvodu lepšího nanášení barev na vytvořené testovací destičky a menší vrstvě nánosu. První barvou, která byla doporučena, je barva na bázi alkydové pryskyřice Color Spray Quality Paint od Dupli-Color (bezpečnostní list 1, v příloze) (Barva 1). Druhou barvou je akrylová barva na bázi vody (90 % bez rozpouštědel) Aqua, rovněž od firmy Dupli-Color (bezpečnostní list 2, v příloze) (Barva 2). Jako základ pod barvu byl použit primer: Color Spray základová barva, kterou také vyrábí již zmiňovaný Dupli-Color. [50] Jako poslední byl použit lak na bázi alkydové pryskyřice Color Spray čirý lak, výrobcem je opět Dupli-Color (bezpečnostní list 1, v příloze)

4.2.3 Další použité materiály

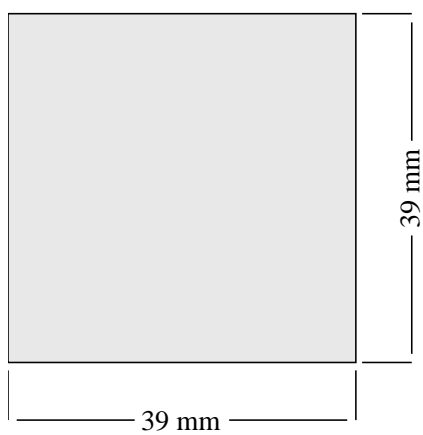
- Brusné papíry o hrubosti 320 a 400
- Lepící oboustranná páska
- Epoxydové dvousložkové lepidlo Pattex Repair Epoxy
- fotoaparát Olympus Digital Camera

4.3 Experimentální postup

4.3.1 Příprava vzorků

Prvním krokem před samotným tiskem na 3D tiskárně bylo vytvoření modelu v modelovacím 3D programu. Pro Stanovení odtrhové přilnavosti byly vytvořeny vzorky, které mají velikost 39×39 mm (Obr. č. 7). Pro Scratch test pak byly vytvořeny vzorky o velikosti 135×65 mm (Obr. č.8). Všechny použité vzorky byly vytištěny ze dvou materiálů, ABS a PLA. Pro experimentální účely a porovnání byly vytvořené destičky ze dvou typů ABS. Vytištěné vzorky bylo nutné lehce zbrousit, protože tisková hlava nedokáže vytvořit jednolitý povrch. Povrch vzorků byl obroušen za pomoci brusného papíru. Prvním krokem tedy bylo zbrousit vzorek na brusném papíru o hrubosti 320 (toto číslo odpovídá měrné velikosti zrna podle jeho šířky v určitém rozsahu) za mokra do požadované hladkosti. Aby byl vzorek obroušen rovnoměrně, byla použita destička, na kterou se pomocí oboustranné pásky připevnil vzorek a takto se zbrousil. Druhým krokem bylo následné broušení na brusném papíru o hrubosti 400 za mokra pro úplné vyhlazení povrchu vzorků. Než bylo provedeno nanášení povrchových nátěrů, destičky byly očištěny v čisté vodě a poté pečlivě usušeny. Poté byly vzorky rozděleny do tří skupin. První skupina vzorků byla určena jen pro vrstvu barvy (b), druhá skupina pro vrstvu primeru a barvy (p+b) a třetí skupina pak pro vrstvu primeru, barvy a laku (p+b+l). Povrchové nátěry byly nanášeny v bezprašném prostředí a po jejich úplném zaschnutí bylo provedeno testování vybranými metodami.

Cílem této práce bylo zhodnotit nátěr na vytvořených vzorcích z 3D tiskárny. Zkoušky se prováděly pomocí dvou zvolených metod. První metodou bylo Stanovení odtrhové přilnavosti a druhou metodou bylo rytí do vzorků se závažím. Odtrh byl testován proto, protože některé cosplay rekvizity, se nejdříve natrou barvou a potom k sobě lepí lepidlem. Tímto testem mělo být zjištěno, zda vydrží nejen vrstva barvy, ale i vrstva primeru s barvou nebo vrstva primeru s barvou a lakem. Scratch test byl zvolen za účelem, do jaké hloubky se barva odstraní pomocí cizího předmětu (zde to byl hrot se závažím). Nositel cosplay rekvizity nebo části kostýmu, může omylem šokbrtnout při procházení, např. dveřmi a může se tím poškodit nátěr.



Obr.č. 7 Destička pro Stanovení odtrhové pevnosti



Obr.č. 8 Destička pro Scratch test

4.3.2 Odtrhová zkouška

Pro odtrhovou zkoušku bylo vytvořeno celkem 144 destiček o velikosti 39x39 mm. Byly použity dva materiály PLA a ABS (byly použity dva druhy, značení materiálů ABS 1 a ABS 2 je rozděleno v kapitole 4.2.1), přičemž na každý materiál spadá 48 ks destiček. Tento počet destiček byl pak dále rozdělen na počet 24 ks destiček pro barvu na bázi alkydové pryskyřice (Barva 1) a 24 destiček pro akrylovou barvu na bázi vody (rozdělení barev Barva 1 a Barva 2 viz kapitola 4.2.2). Dále bylo 24 destiček rozděleno do tří skupin po 8 destičkách. V první skupině byla nanášena na destičku pouze barva (b) (obr.č. 10), ve druhé skupině primer a barva (p+b) (obr.č.11) a ve třetí skupině primer, barva a lak (p+b+l) (obr.č.12).

Na vzorky byl připevněn pomocí epoxidového dvousložkového lepidla Pattex Repair Epoxy ocelový terč (průměr 20 mm) (obr.č 9). Po zaschnutí lepidla byly terče jednotlivě vkládány do testovacího stroje a byl vykonán proces odtrhu (jak je ilustrováno na obr. 10 až 12). Získaná data z přístroje jsou průměrný nárůst napětí kPa/s a síla (odtrhová síla) kN. Odtrhová pevnost by měla být udávána v megapascálech (MPa) pro všechna zkušební uspořádání a je dána vzorcem:

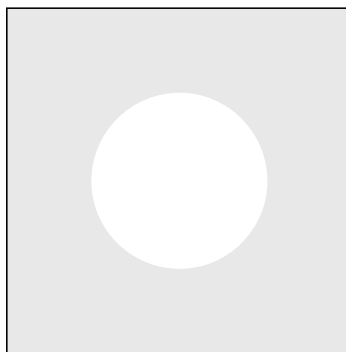
$$\frac{4F}{\pi d^2}$$

(vzorec č.1)

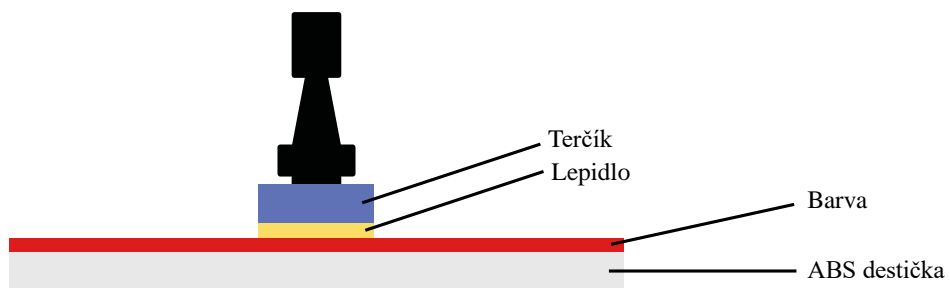
kde F je odtrhová síla v newtonech (N), d je průměr zkušebního válečku v mm. V případě této práce je zkušební terč 20 mm a odtrhová pevnost MPA je dána vzorcem:

$$\frac{4F}{400\pi} = \frac{F}{314}$$

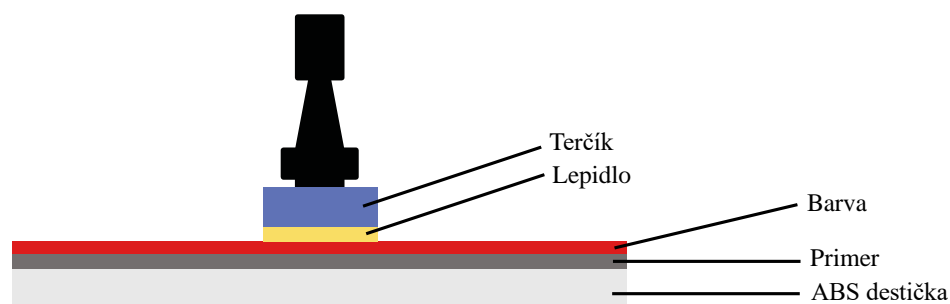
(vzorec č. 2)



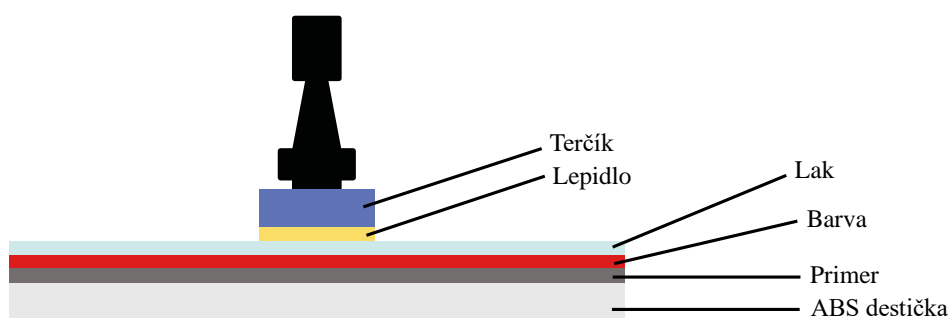
Obr. č. 9 Znáznorňuje umístění ocelového terče



Obr. č. 10 Schéma odtrhové zkoušky s barvou



Obr.č. 11 Schéma odtrhové zkoušky s primerem a barvou

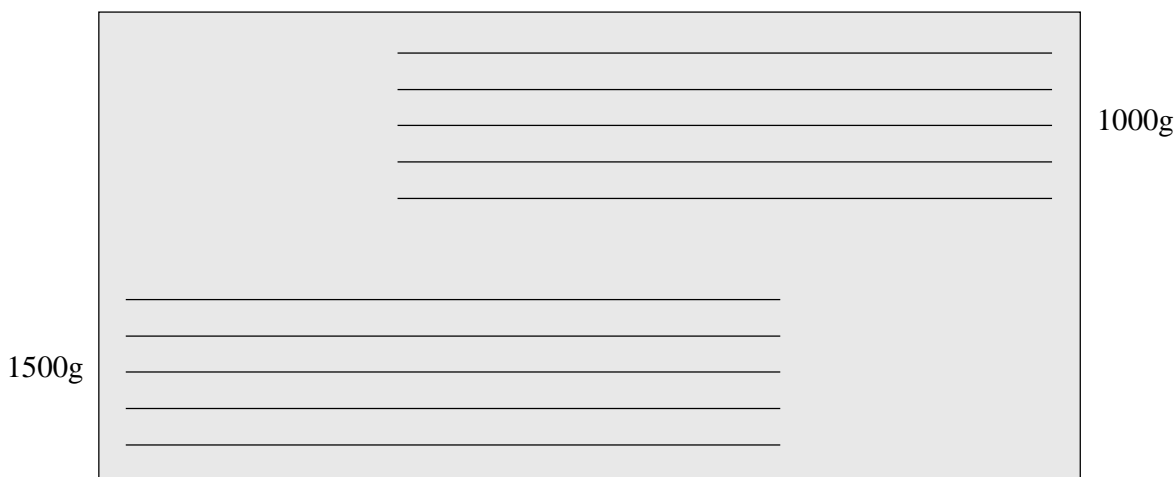


Obr. č. 12 Schéma odtrhové zkoušky s primerem , barvou a lakem

4.3.3 Scratch test

Pro Scratch test bylo vytvořeno celkem 36 ks destiček o velikosti 135×65 mm. Byly použity stejné materiály jako u Odrhové zkoušky, a to PLA a ABS 1 a ABS 2. Pro každý materiál byl spočítán počet destiček na 12 ks. Z tohoto počtu bylo po 6 ks destiček určeno pro Barvu 1 i Barvu 2. Dále bylo těchto 6 destiček rozděleno do tří skupin vždy po 2 destičkách. V první skupině byla opět použita jen barva na destičce (b), ve druhé skupině primer a barva (p+b) a ve třetí skupině primer, barva a lak (p+b+l).

Do svorek byla umístěna destička a bylo provedeno pět měření z každé strany (zleva a zprava) pomocí dvou závaží o různých hmotnostech. Pro první variantu z jedné strany (zprava destičky) se uskutečnilo měření se závažím o hmotnosti 1000 g a druhá varianta z druhé strany (zleva destičky) se závažím o hmotnosti 1500 g. Pro tento test nebylo možné využít voltmetr, protože byl substrát z polymeru. Proto byl zvolen jiný postup pro vyhodnocení. Po scratch testu byly destičky jednotlivě nafoceny fotoaparátem Olympus Digital Camera v manuálním režimu s jednotným nastavením. Velikost každé fotografie je 4032×2272 obr. bodů a rozlišení 314 obr.bodů na palec. Fotografie byly v Adobe Photoshop oříznuty na plochu destičky, převedené na stupně šedí, práh: 50 a barevný režim RGB. Poté byl vytvořen výřez pro pět rýh pro každou hmotnost závaží a za použití histogramu bylo zjištěno zastoupení černé v daném políčku. Velikost všech políček byla 330 000 obrazových bodů a získaná hodnota byla od této hodnoty odečtena, a čímž bylo zjištěno, zda se barva prodřela až na bílou plochu destičky.



Obr.č.13 Rozvržení vrypu do destičky

4.4 Výsledky a diskuze

4.4.1 Odtrhová zkouška

Po měření byly všechny hodnoty zprůměrovány a byla spočítána Odtrhová pevnost pomocí vzorce č. 2. Po dosazení do rovnice vyšla výsledná Odtrhová pevnost v MPa.

Tabulka 1. Naměřené hodnoty pro materiál PLA

| | | Odtrhová síla (N) | Průměrný nárůst napětí (kPa/s) |
|----------------|-------|-------------------|--------------------------------|
| Barva 1 | | | |
| | b | 364 | 457,66 |
| | p+b | 232 | 428,89 |
| | p+b+l | 274 | 490,28 |
| Barva 2 | | | |
| | b | 223 | 387,33 |
| | p+b | 172 | 346,75 |
| | p+b+l | 258 | 476,44 |

Z tabulky 1 je patrné, že největší síla pro odtrh terče od destičky musela být vynaložena za použití vzorku Barvy 1 a jen na destičce, která je pokryta pouze barvou (b). Naopak u Barvy 2, u vzorku p+b, je odtrhová síla nejmenší v porovnání s nejvyšší možnou odtrhovou silou z tabulky. Z vizuálního hodnocení těchto vzorků (p+b) vyplývá, že se barva odtrhla od vrstvy primeru. To znamená, že Barva 1, která je na bázi alkydové pryskyřice je vhodná jen pro využití bez primeru pro materiál PLA. Výsledek může být ovlivněn špatnou adhezí barvy k primeru.

Tabulka 2. Naměřené hodnoty pro materiál ABS 1

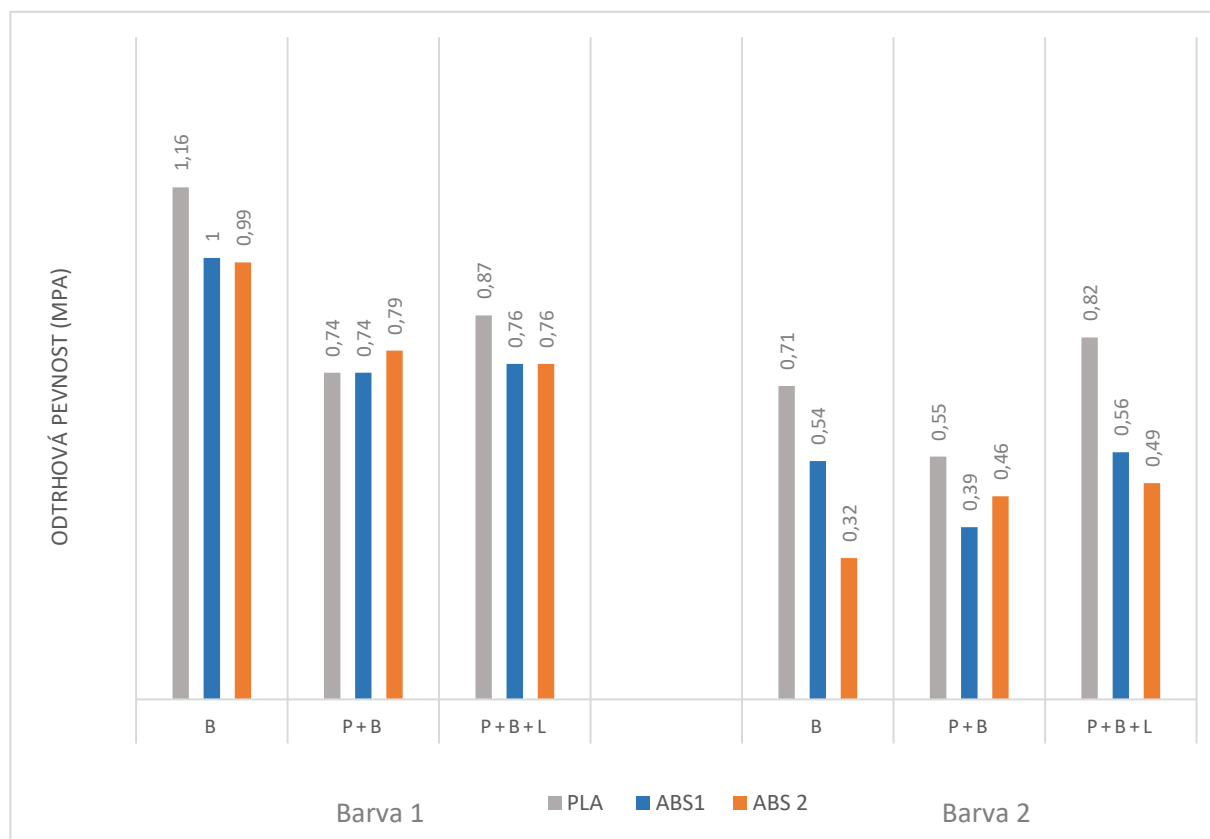
| | | Odtrhová síla (N) | Průměrný nárůst napětí (kPa/s) |
|----------------|-------|-------------------|--------------------------------|
| Barva 1 | | | |
| | b | 317 | 302,94 |
| | p+b | 233 | 447,61 |
| | p+b+l | 239 | 472 |
| Barva 2 | | | |
| | b | 168 | 419,84 |
| | p+b | 124 | 302,61 |
| | p+b+l | 177 | 501,6 |

Tabulka 2 vykazuje stejné výsledky jako tomu bylo u tabulky 1. Největší odtrhová síla byla vynaložena pro Barvu 1 vzorku b. Materiál ABS 1 byl tedy ideální pro barvu na bázi alkydové pryskyřice bez použití primeru a laku.

Tabulka 3. Naměřené hodnoty pro materiál ABS 2

| | | Odtrhová síla (N) | Průměrný nárůst napětí (kPa/s) |
|----------------|-------|-------------------|--------------------------------|
| Barva 1 | b | 312 | 512,33 |
| | p+b | 247 | 477,11 |
| | p+b+l | 239 | 470,88 |
| Barva 2 | b | 101 | 135,08 |
| | p+b | 144 | 316,91 |
| | p+b+l | 154 | 342,31 |

Tabulka 3 potvrzuje výsledek z předešlých dvou tabulek pro Barvu 1, vzorek b. U Barvy 2 a vzorku b, byla vynaložena nejmenší odtrhová síla. Z těchto výsledků lze vyčíst, že akrylová barva na bázi vody není pro materiál ABS 2 vhodná, protože může dojít k rychlejšímu poškození povrchu nátěru u cosplay rekvizit. Z této tabulky vyplývá, že při použití primeru u ABS 2 s barvou 2, může dojít k lepší adhezi k povrchu destičky. U výsledků materiálu ABS 1, je pozorováno, že primer zhoršuje adhezi k povrchu destičky.



Graf č. 1 Porovnání hodnot odtrhové pevnosti (MPa)

Z grafu č. 1 je vidět srovnání Odtrhové pevnosti pro všechny použité materiály a barvy. Výsledek je patrný na první pohled, největší odtrhovou pevnost má v porovnání s ABS materiálem materiál PLA ve všech skupinách, z čehož vyplývá, že materiál PLA je vhodný pro nátěr Barvy 1 a i Barvy 2.

4.4.2 Scratch test

Získané hodnoty z histogramu (v obr. bodech) byly odečteny od 330 000 obr. bodů a pak získaný rozdíl (bílé obrazové body) zprůměrován a vložen do následujících tabulek. (tabulka 4 až 6)

Tabulka č. 4 Hodnoty bílých obrazových bodů pro materiál PLA

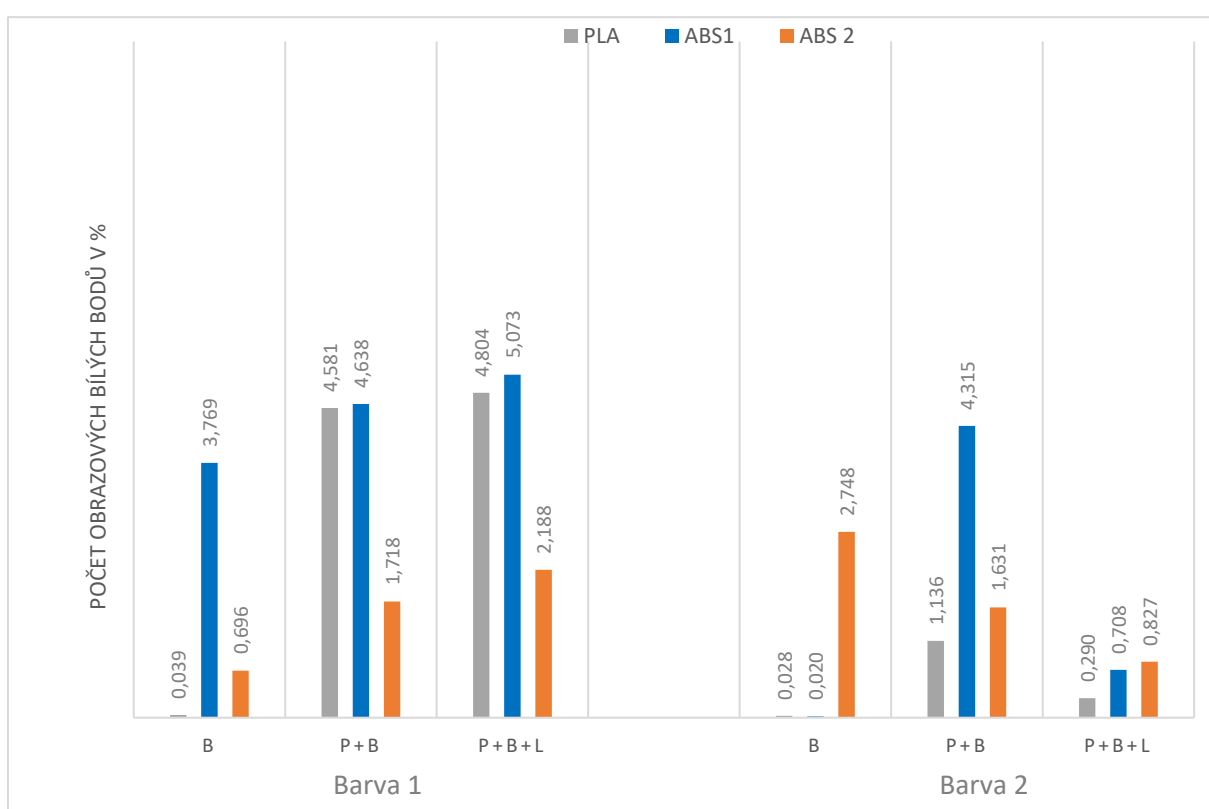
| | | bílé obr. body | |
|----------------|-------|-----------------------|--------------|
| | | 1000g | 1500g |
| Barva 1 | | | |
| | b | 129,5 | 1476,5 |
| | p+b | 15117 | 23291 |
| | p+b+l | 15854 | 15358 |
| Barva 2 | | | |
| | b | 91 | 190 |
| | p+b | 3749,5 | 4895 |
| | p+b+l | 955,5 | 1735 |

Tabulka č. 5 Hodnoty bílých obrazových bodů pro materiál ABS 1

| | | bílé obr. body | |
|----------------|-------|-----------------------|--------------|
| závaží | | 1000g | 1500g |
| Barva 1 | | | |
| | b | 12438 | 145 |
| | p+b | 15307 | 28008 |
| | p+b+l | 16741 | 16470 |
| Barva 2 | | | |
| | b | 65 | 41 |
| | p+b | 14241 | 29478 |
| | p+b+l | 2338 | 33486 |

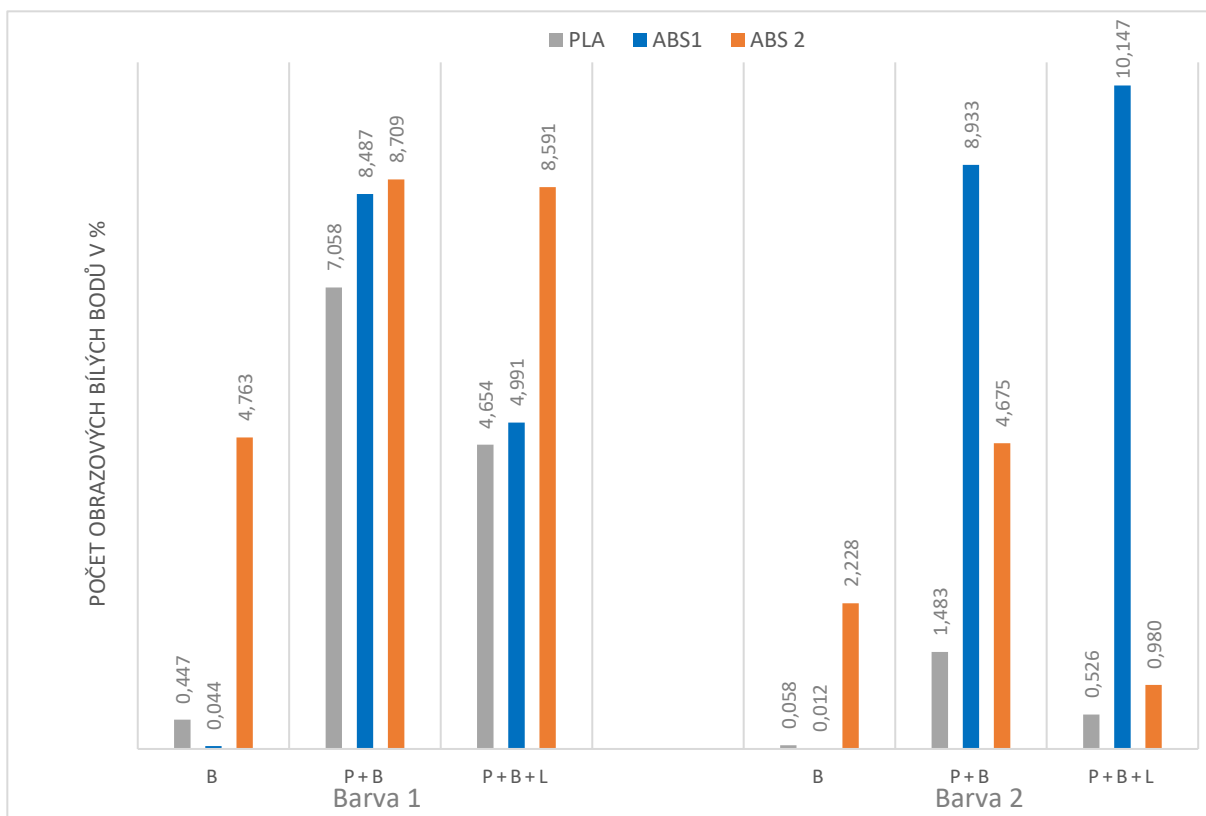
Tabulka č. 6 Hodnoty bílých obrazových bodů pro materiál ABS 2

| | | bílý obr. body | |
|----------------|-------|----------------|-------|
| | | 1000g | 1500g |
| Barva 1 | b | 2297 | 15718 |
| | p+b | 5668 | 28740 |
| | p+b+l | 7220 | 28349 |
| Barva 2 | b | 9069 | 7351 |
| | p+b | 5382 | 15426 |
| | p+b+l | 2729 | 3235 |



Graf č. 2 Porovnání počtu bílých obrazových bodů v % pro hmotnost závaží 1000 g

Bílé obrazové body mají znázorňovat, jak moc se barva odřela od zatíženého hrotu při zkoušce. Čím méně bodů zde je, tím méně se barva odřela na materiál, a tudíž se jeví jako odolnější. Podle grafu č. 2 je v porovnání s ostatními skupinami nejvíce odolná vrstva vzorku p+b+l u všech materiálů, ale jen za použití Barvy 2. Nejvyšší stupeň odolnosti vrstvy proti vrypu vykazují vzorky b u obou barev na materiálu PLA. Výsledkem tedy této zkoušky je tedy to, že pokud je potřeba vrstva primer+barva+lak, je vhodné použít vodou ředitelnou akrylovou barvu pro materiál PLA.



Graf č. 3 Porovnání počtu bílých obrazových bodů v % pro hmotnost závaží 1500 g

V grafu č. 3 je hodnota obrazových bodů nejnižší u Barvy 2 a materiálu ABS 1 vzorku b. U materiálu PLA je vidět, že obě použité barvy u vzorku b vydrží i větší zátěž (1500 g) a dokonce je vidět i větší odolnost než u použité hmotnosti zátěže 1000 g. Výsledek je velmi překvapivý, protože byla očekávána větší odolnost vrypu u hmotnosti 1000 g, důsledkem výsledku může být i nerovnoměrný nános barvové vrstvy nebo špatně opracovaný materiál u destiček pro hmotnost zátěže 1000 g.

5. Závěr

Cílem této práce bylo prokázat, že cosplay rekvizity po dostatečném opracování povrchu (tzn. obroušení do hladka pomocí brusných papírů) a poté natřené konkrétními barvami (Barva 1 a Barva 2) jsou do určité míry odolné proti vrypu a odtrhu.

Teoretická část práce byla věnována metodám 3D tiskových technologií, které se rozdělují do několika kategorií. Metody zde byly stručně popsány, přičemž byl více kladen důraz na nejpoužívanější metodu, kterou je FDM (Fused deposition modeling), a to z toho důvodu, že byla využita v experimentální části a je také hojně využívána cosplayery a tvůrci filmových rekvizit. Část byla rovněž věnována nejpoužívanějším materiálům v metodě FDM. Jsou to materiály PLA a ABS.

Experimentální část byla zaměřena na hodnocení kvality nátěru pomocí dvou metod, metody Stanovení odtrhové přilnavosti a Scratch test. Pro každou z těchto metod byly vyhotoveny destičky z materiálů PLA a ABS, které pak byly následně opatřeny vrstvami primeru, dvou druhů barev a laku pro účelné testování.

Výsledkem testování vzorků metodou Stanovení odtrhové přilnavosti je, že nejlepší adheze dosahují barvy na bázi alkydových pryskyřic na materiálu PLA, ale jen při použití vrstvy samotné barvy. Z toho vyplývá, že pro tisk cosplay rekvizit je ideální použít materiál PLA pro lepší odolnost v odtrhu, protože na zaschlou barvu lze bez problémů použít dvousložkové lepidlo za účelem přilepení jiné části rekvizity.

Výsledky Scratch testu jsou velice překvapivé v porovnání s metodou Stanovení odtrhové přilnavosti, zejména výsledek zobrazený v grafu č. 3. Zde je možné pozorovat, že nejlepšími vlastnostmi proti vrypu u materiálu PLA a ABS 1 bylo dosaženo za použití vzorků b obou barev, tudíž pro tvorbu rekvizit 3D tiskem lze použít oba materiály, které poté mohou být ošetřeny buď vodou ředitelnou akrylovou barvou nebo barvou na bázi alkydových pryskyřic. Z těchto výsledků dvou použitých metod je patrné, že i když je barva odolnější vůči odtrhu, zdá se stejná barva s použitím primeru více náchylnější na poškrábání.

Na základě všech měření, se cíl této bakalářské práce téměř podařilo prokázat a výsledky práce mohou být dále použity pro další možné testování na odolnost nátěru pro rekvizity. Jen je nutné podotknout, že pro další testování by bylo vhodné zvolit jiný primer a lak, protože očekávané výsledky byly takové, že při použití primeru a laku bude nátěr více odolnější vůči odtrhu nebo vrypu.

6. Reference

- [1] RAYMOND, Adam K. 75 Years Of Capes and Face Paint: A History of Cosplay. [cit. 2018- 12-06] Dostupné online z: www.yahoo.com/movies/75-years-of-capes-and-face-paint-a-historyof-cosplay-92666923267.html
- [2] Oficiální stránky CD Projekt Red, dostupné online z: en.cdprojektred.com
- [3] BORDWELL, David – THOMPSONOVÁ, Kristin. Dějiny filmu: přehled světové kinematografie. Praha: Akademie múzických umění a Nakladatelství Lidové noviny, 2007. ISBN 978-80-7331-091-2 (AMU)
- [4] článek Disruptive magazine, číslo 4, vydáno roku 2015
- [5] MCISAAC, Molly. What is cosplay and why do people do it?, 2012 [cit. 2017-12-14]. Dostupné online z: ifanboy.com/articles/what-is-cosplay-and-why-do-people-do-it
- [6] Dostupné online: www.kamuicosplay.com/
- [7] Dostupné online: www.kamuicosplay.com/product-category/books/
- [8] Dostupné online: www.folkenstal.com/
- [9] Příručka programování 3D tisk, Zpracoval: Mgr. Tomáš Blatňák
- [10] Dostupné online: www.3ders.org/3d-printing/3d-printing-history.html
- [11] Charles W. Hull Co-Founder and Chief Technology Officer, [cit. 2017-6-14]
- [12] Dostupné online: www.3dprint.com/106689/sls-2015-inventor-of-the-year/
- [13] Terry Wohlers and Tim Gornet: History of additive manufacturing, [cit. 2017-12-6].
- [14] Dostupné online: www.objet.cz/3D-tiskarny/technologie-polyjet
- [15] Dostupné online: www.all3dp.com/history-of-the-reprap-project/
- [16] Josef Průša: Základy 3D tisku, 2014, [cit. 2018-3-11]
- [17] Dostupné online: www.makerslab.cz/ [cit. 2018-3-11]
- [18] Dostupné online: www.fablabbrno.cz [cit. 2018-3-11]
- [19] Dostupné online: www.reprapobchod.cz/o-nas [cit. 2018-2-12]
- [20] Dostupné online: www.mcae.cz/cs/uvod [cit. 2018-2-11]

- [21] doc. Ing. Michal Veselý, CSc., 3D tisk, přednášky z hodin Tiskové a reprodukční techniky I, [cit. 2017-6-1]
- [22] Technologie 3D tisku. PKMODEL.CZ Dostupné online: www.pkmodel.cz/3Dtisk.html [cit. 2017-6-1]
- [23] Dostupné online: www.custompartnet.com/wu/stereolithography
- [24] Dostupné online: www.3ders.org/articles/20121211-a-closer-look-at-innovative-high-accuracyceramic-3d-printer-cerafab-7500.html
- [25] Dostupné online: www.stratasys.co/3d-printers/technologies/polyjet-technology
- [26] Samuel N. Bernier, Tatiana Reinhard, Bernier Luyt: Make: design for 3D printing [cit. 2018-3-11]
- [27] Dostupné online: www.proto3000.com/polyjet-matrix-3D-printing-technology-services.php
- [28] Dostupné online: www.custompartnet.com/wu/fused-deposition-modeling
- [29] Dostupné online: www.wholata.wz.cz/metodyodlevani.html
- [30] Aditivní technologie, Zpráva o stavu 3D tisku pro Českou technologickou platformu STROJÍTENSTVÍ, o.s. Josef Hodek, [cit. 2017-6-1]
- [31] Dostupné online: www.custompartnet.com/wu/selective-laser-sintering
- [32] Dostupné online: www.custompartnet.com/wu/laminated-object-manufacturing
- [33] HAGUE, R.J.M., REEVES, P.E., Rapid prototyping, Tooling and Manufacturing. Rapra technology Ltd., 2000. 107s. ISSN 0889-3144. [cit. 2017-6-1]
- [34] Starý M. a kol.: Terpolymery ABS, Zpracování a použití. STNL, Praha 1977
- [35] Dostupné online: www.abc3d.cz/eshop/spotrebni-material-pro-3d-tiskarny/pla-fillamentum-metallic-grey-750g-2,85mm-515-536-detail
- [36] Dostupné online: www.na3d.cz/blog/prehled-dostupnych-materialu
- [37] Dostupné online: www.dkmp.cz/o-nas/detail/prehled-technologie-3D-tisku
- [38] Dostupné online: www.creativemechanisms.com/blog/learn-about-poly-lactic-acid-pla-prototypes

- [39] článek: An overview of the recent developments in polylactide (PLA) research K. Madhavan Nampoothiri, Nimisha Rajendran Nair 1 , Rojan Pappy John 2 Biotechnology Division, National Institute for Interdisciplinary Science and Technology (NIIST), CSIR, Thiruvananthapuram 695019, India, dostupný online na www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960852410009508
- [40] Dostupné online: www.creativemechanisms.com/blog/learn-about-polylactic-acid-pla-prototypes
- [41] Dostupné online: www.resinex.cz/polymerove-typy/pla.html
- [42] Dostupné online: www.eko-plasty.cz/bioplasty-pla/
- [43] KALENDOVA, Andrea, KALENDA, Petr. Technologie nátěrových hmot : Pojiva, rozpouštědla a aditiva pro výrobu nátěrových hmot. 1. vyd. Pardubice : Univerzita Pardubice, 2004. 328 s. ISBN 80-7194-691-5. [cit. 2018-6-12]
- [44] POLÁŠEK, J. Zkoušení nátěrových a povrchových úprav. Část II. Nábytek. Brno: MZLU v Brno 2003 ISBN 80-7157-660-3, [cit. 2018-6-12]
- [45] LUKAVSKY, Ladislav. Nátěrové hmoty a přípravky pro povrchové úpravy. 1. vyd. Praha Merkur, 1985. [cit. 2018-6-12]
- [46] Dostupné online: www.proinex.cz/cs/256-odtrhomer-comtestop3-bezdratove-mereni-odtrhove-pevnosti-ve-stavebnictvi.html
- [47] Dostupné online: www.sheeninstruments.com/products/hardness/scratch-testers
- [48] Dostupné online: www.3dfactories.com/
- [49] Dostupné online: www.fillamentum.com/products/fillamentum-abs-extrafill-traffic-white
- [50] Dostupné online: www.motipdupli.com/cs/produkty/dupli-color/dekoracni/barva/color-spray/ipg-1451/tm-1451.html

7. Bibliografie

1. Norma dle ISO 1518/BS3900 E2 Automatický scratch test.
2. Norma dle ČSN EN ISO 4624 Nátěrové hmoty - odtrhová zkouška přilnavost

8. Seznam obrázků

Obr. č 1 Postup výroby části zbroje

Obr. č.2 Schéma konstrukce tiskárny FDM (Fused deposition modeling)

Obr. č.3 Monomery ABS kopolymeru

Obr. č.4 Schématický vzorec kyseliny polymléčné

Obr.č. 5 Přístroj COMTEST®OP3P

Obr.č. 6 Přístroj Motorised Scratch Tester Sheen 705

Obr.č. 7 Destička pro Stanovení odtrhové pevnosti

Obr.č. 8 Destička pro Scratch test

Obr. č. 9 Znázorňuje umístění ocelového terče

Obr. č. 10 Schéma odtrhové zkoušky s barvou

Obr.č. 11 Schéma odtrhové zkoušky s primerem a barvou

Obr. č. 12 Schéma odtrhové zkoušky s primerem , barvou a lakem

Obr.č.13 Rozvržení vrypu do destičky

9. Přílohy

1. Bezpečnostní list pro akrylovou barvu a lak
2. Bezpečnostní list pro vodou ředitelnou barvu

Bezpečnostní list
dle zákona č. 350/2011 Sb. a podle 1907/2006 EHS

Datum vydání: 23.03.2017

Číslo verze 3

Revize: 23.03.2017

ODDÍL 1: Identifikace látky/směsi a společnosti/podniku

- **1.1 Identifikátor výrobku**
- **Obchodní označení: DUPLI-COLOR AQUA Lackspray (Farbtöne und Klarlack)**
- **Číslo výrobku:**
246258, 246265, 246272, 246289, 246296, 246302, 246319, 252334, 252419, 252426, 252433, 252440, 252457, 252464, 252471, 252488, 252495, 252501, 252518, 252525, 252532, 252549, 252556, 252563, 252570, 373787, 373794, 373800, 373817, 373824, 373831, 373848, 373855, 373862, 373879, 373886, 373893, 373909, 373916, 373923, 373930, 373947, 373954, 373961, 373978, 377099, 377105, 377112, 377129, 377136, 377143, 377150
- **1.2 Příslušná určená použití látky nebo směsi a nedoporučená použití**
- **Oblast použití SU21** Spotřebitelská použití: soukromé domácnosti / široká veřejnost / spotřebitelé
- **Kategorie produktů PC9a** povrchové materiály a barvy, ředidla, odstraňovače povrchových materiálů
- **Použití látky / přípravku Lak**
- **1.3 Podrobné údaje o dodavateli bezpečnostního listu**
- **Identifikace výrobce / distributor pro ČR:**
Jméno nebo obchodní jméno výrobce:
MOTIP DUPLI GmbH
Kurt Vogelsang Strasse 6
D-74855 Haßmersheim
Tel.: +49/6266/75-0
msds@de.motipdupli.com
- **Jméno nebo obchodní jméno první příjemce:**
MOTIP DUPLI s.r.o.
Popovky 196
664 41 Troubsko
Czech Republic
Tel.: +420 547 424 700
Fax.: +420 547 228 686
Identifikační číslo: 607 40 59
- **Obor poskytující informace: Abteilung Produktsicherheit**
- **1.4 Telefonní číslo pro mimořádné situace:**
Toxikologické informační středisko (Praha):
Na Bojišti 1, 12000 Praha 2, CZ
Tel.: 224 919 293 (nepřetržitá služba)
nebo 224 915 402

ODDÍL 2: Identifikace nebezpečnosti

- **2.1 Klasifikace látky nebo směsi**
- **Klasifikace v souladu s nařízením (ES) č. 1272/2008**



GHS02 plamen

Aerosol 1 H222-H229 Extrémně hořlavý aerosol. Nádoba je pod tlakem: při zahřívání se může roztrhnout.

(pokračování na straně 2)

Bezpečnostní list

dle zákona č. 350/2011 Sb. a podle 1907/2006 EHS

Datum vydání: 23.03.2017

Číslo verze 3

Revize: 23.03.2017

Obchodní označení: DUPLI-COLOR AQUA Lackspray (Farbtöne und Klarlack)

(pokračování strany 1)

- 2.2 Prvky označení
- **Označování v souladu s nařízením (ES) č. 1272/2008** Produkt je klasifikován a označen podle nařízení CLP.
- **Výstražné symboly nebezpečnosti**



GHS02

- **Signální slovo Nebezpečí**
- **Standardní věty o nebezpečnosti**
H222-H229 Extrémně hořlavý aerosol. Nádoba je pod tlakem: při zahřívání se může roztrhnout.
- **Pokyny pro bezpečné zacházení**
 - P101 Je-li nutná lékařská pomoc, mějte po ruce obal nebo štítek výrobku.
 - P102 Uchovávejte mimo dosah dětí.
 - P210 Chraňte před teplem, horkými povrchy, jiskrami, otevřeným ohněm a jinými zdroji zapálení. Zákaz kouření.
 - P211 Nestříkejte do otevřeného ohně nebo jiných zdrojů zapálení.
 - P251 Nepropichujte nebo nespalujte ani po použití.
 - P260 Nevdechujte aerosoly.
 - P410+P412 Chraňte před slunečním zářením. Nevystavujte teplotě přesahující 50 °C.
 - P501 Odstraňte obsah/obal v souladu s místními předpisy.
- **Další údaje:**
Bez dostatečného větrání je možný vznik explozivních směsí.
- **2.3 Další nebezpečnost**
- **Výsledky posouzení PBT a vPvB**
- **PBT:** Směs ani složky nejsou k datu vyhotovení bezpečnostního listu klasifikovány jako PBT.
- **vPvB:** Směs ani složky nejsou k datu vyhotovení bezpečnostního listu klasifikovány jako vPvB.

* ODDÍL 3: Složení/informace o složkách

- 3.2 Chemická charakteristika: Směsi
- **Popis:** Směs obsahuje následné látky bez nebezpečných příměsí.

· **Výrobek obsahuje tyto nebezpečné látky:**

| | | | |
|---|---------------|---|---------|
| CAS: 115-10-6 EINECS: 204-065-8 Indexové číslo: 603-019-00-8 Reg.nr.: 01-2119472128-37 | dimethylether | Flam. Gas 1, H220 Press. Gas C, H280 | 25-<50% |
| CAS: 123-86-4 EINECS: 204-658-1 Indexové číslo: 607-025-00-1 Reg.nr.: 01-2119485493-29 | butyl-acetát | Flam. Liq. 3, H226 STOT SE 3, H336 | 5-<10% |

- **Dodatečná upozornění:**
Obsah benzenu (číslo EINECS: 200-753-7) ve složkách směsi je menší než 0,1 %. Klasifikace látek jako karcinogenní není povinná.
Znění uvedených údajů o nebezpečnosti látky je uvedeno v kapitole 16.

* ODDÍL 4: Pokyny pro první pomoc

- 4.1 Popis první pomoci
- **Při nadýchání:** Přívod čerstvého vzduchu, při obtížích vyhledat lékaře.
- **Při styku s kůží:** Tento produkt nemá všeobecně dráždicí účinek na pokožku.
- **Při zasažení očí:** Otevřené oči několik minut vyplachovat pod tekoucí vodou.
- **Při požití:** Bohatě zapíjet vodou a dýchat čerstvý vzduch. Neprodleně vyhledat lékaře.
- 4.2 Nejdůležitější akutní a opožděné symptomy a účinky Další relevantní informace nejsou k dispozici.

(pokračování na straně 3)

Bezpečnostní list

dle zákona č. 350/2011 Sb. a podle 1907/2006 EHS

Datum vydání: 23.03.2017

Číslo verze 3

Revize: 23.03.2017

Obchodní označení: DUPLI-COLOR AQUA Lackspray (Farbtöne und Klarlack)

(pokračování strany 2)

- **4.3 Pokyn týkající se okamžité lékařské pomoci a zvláštního ošetření**
Další relevantní informace nejsou k dispozici.

* ODDÍL 5: Opatření pro hašení požáru

- **5.1 Hasiva**
- **Vhodná hasiva:**
CO₂, hasící prášek nebo vodní paprsky. Větší ohně zdolat vodními paprsky nebo pěnou odolnou alkohol.
- **Nevhodná hasiva:** Plný proud vody
- **5.2 Zvláštní nebezpečnost vyplývající z látky nebo směsi** Další relevantní informace nejsou k dispozici.
- **5.3 Pokyny pro hasiče -**
- **Zvláštní ochranné prostředky pro hasiče:** Nejsou nutná žádná zvláštní opatření.

* ODDÍL 6: Opatření v případě náhodného úniku

- **6.1 Opatření na ochranu osob, ochranné prostředky a nouzové postupy**
Nosit ochrannou výstroj. Nechráněné osoby se nesmí přibližovat.
- **6.2 Opatření na ochranu životního prostředí:** Nesmí proniknout do kanalizace, vrchních vod, spodních vod.
- **6.3 Metody a materiál pro omezení úniku a pro čištění:** Zajistit dostatečné větrání.
- **6.4 Odkaz na jiné oddíly**
Informace o bezpečnému zacházení viz kapitola 7.
Informace o osobní ochranné výstroji viz kapitola 8.
Informace k odstranění viz kapitola 13.

* ODDÍL 7: Zacházení a skladování

- **7.1 Opatření pro bezpečné zacházení**
Zabezpečit dobré větrání a odsávání na pracovišti.
Nádrž opatrně otevřít a zacházet s ní opatrně.
- **Upozornění k ochraně před ohněm a explozí:**
Nepřibližovat se s ohněm-nekouřit.
Zajistit proti elektrostatickému náboji.
- **7.2 Podmínky pro bezpečné skladování látek a směsí včetně neslučitelných látek a směsí**
- **Pokyny pro skladování:**
- **Požadavky na skladovací prostory a nádoby:**
Skladovat na chladném místě.
Je třeba dodržet obecné předpisy o skladování tlakových obalů.
- **Upozornění k hromadnému skladování:** Není nutné.
- **Další údaje k podmínkám skladování:**
Nádrž neuzavírat vzduchotěsně.
Chránit před horkem a přímým slunečním světlem.
- **7.3 Specifické konečné / specifická konečná použití** Další relevantní informace nejsou k dispozici.

* ODDÍL 8: Omezování expozice / osobní ochranné prostředky

- **Technická opatření:** Žádné další údaje, viz bod 7.

· 8.1 Kontrolní parametry

- **Kontrolní parametry:**
nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci

115-10-6 dimethylether

| | |
|-----|--|
| NPK | Krátkodobá hodnota: 2000 mg/m ³ Dlouhodobá hodnota: 1000 mg/m ³ |
|-----|--|

(pokračování na straně 4)

Bezpečnostní list

dle zákona č. 350/2011 Sb. a podle 1907/2006 EHS

Datum vydání: 23.03.2017

Číslo verze 3

Revize: 23.03.2017

Obchodní označení: DUPLI-COLOR AQUA Lackspray (Farbtöne und Klarlack)

(pokračování strany 3)

123-86-4 butyl-acetát

| | |
|-----|---|
| NPK | Krátkodobá hodnota: 1200 mg/m ³ Dlouhodobá hodnota: 950 mg/m ³ |
|-----|---|

· **Další upozornění:** Jako podklad sloužily při zhotovení platné listiny.

· **8.2 Omezování expozice**

· **Osobní ochranné prostředky:**

· **Všeobecná ochranná a hygienická opatření:**

Před přestávkami a po práci umýt ruce.

Plyny/páry/aerosoly nevdechovat.

· **Ochrana dýchacích orgánů:** Při nedostatečném větrání ochrana dýchacího ústrojí.

· **Ochrana rukou:**

V případě kontaktu s prachovými spray ochranné rukavice vyrobené z butyl shoulderstand být použity (min. 0,4 mm tlustý), E. G. KCL Camatril, článek č. 898 nebo podobné produkty



Ochranné rukavice

Rukavice odolné ředidlům

Materiál rukavic musí být nepropustný a odolný proti produktu / látce / směsi.

Výběr materiálu rukavic proveďte podle času průniku, permeability a degradace.

· **Materiál rukavic**

přírodní kaučuk (latex)

Butylkaučuk

· **Doba průniku materiálem rukavic**

Butyl-gumové rukavice o tloušťce 0,4 mm, jsou odolné proti:

Aceton: 480 min

Butyl-acetát: 60 min

Ethyl-acetát: 170 min

Xylen: 42 min

Je nutno u výrobce rukavic zjistit a dodržovat přesné časy průniku materiálem ochranných rukavic.

· **Ochrana očí:** Ochranné brýle

* ODDÍL 9: Fyzikální a chemické vlastnosti

· **9.1 Informace o základních fyzikálních a chemických vlastnostech**

· **Všeobecné údaje**

· **Vzhled:**

Skupenství:

Aerosol

Barva:

Podle označení produktu

· **Zápach:**

Charakteristický

· **Prahová hodnota zápachu:**

Není určeno.

· **Hodnota pH při 20 °C:**

> 8

· **Změna stavu**

Bod tání/bod tuhnutí:

Není určeno.

Počáteční bod varu a rozmezí bodu varu: Nedá se použít, jde o aerosol.

· **Bod vzplanutí:**

Nedá se použít, jde o aerosol.

· **Hořlavost (pevné látky, plyny):**

Nedá se použít.

· **Zápalná teplota:**

235 °C

· **Teplota rozkladu:**

Není určeno.

· **Teplota samovznícení:**

Produkt není samozápalný.

(pokračování na straně 5)

Bezpečnostní list

dle zákona č. 350/2011 Sb. a podle 1907/2006 EHS

Datum vydání: 23.03.2017

Číslo verze 3

Revize: 23.03.2017

Obchodní označení: DUPLI-COLOR AQUA Lackspray (Farbtöne und Klarlack)

(pokračování strany 4)

| | |
|--|---|
| · Výbušné vlastnosti: | Při používání může vytvářet hořlavé nebo výbušné směsi par se vzduchem. |
| · Meze výbušnosti: | |
| Dolní mez: | 3,0 Vol % |
| Horní mez: | 18,6 Vol % |
| · Tlak páry při 20 °C: | 5200 hPa |
| · Hustota při 20 °C: | 0,88 g/cm ³ |
| · Relativní hustota | Není určeno. |
| · Hustota páry: | Není určeno. |
| · Rychlost odpařování | Nedá se použít. |
| · Rozpuštěnost ve / směsitelnost s vodě: | Vůbec nemísitelná nebo jen málo mísitelná. |
| · Rozdělovací koeficient: n-oktanol/voda: | Není určeno. |
| · Viskozita: | |
| Dynamicky: | Není určeno. |
| Kinematicky: | Není určeno. |
| · Obsah ředidel: | |
| VOC EC | 476,6 g/l |
| Obsah netěkavých složek: | 35,3 % |
| · 9.2 Další informace | Další relevantní informace nejsou k dispozici. |

ODDÍL 10: Stálost a reaktivita

- **10.1 Reaktivita** Další relevantní informace nejsou k dispozici.
- **10.2 Chemická stabilita**
- **Termický rozklad / Podmínky, kterých je nutno se vyvarovat:**
Nedochází k rozkladu při doporučeném způsobu použití.
- **10.3 Možnost nebezpečných reakcí** Žádné nebezpečné reakce nejsou známy.
- **10.4 Podmínky, kterým je třeba zabránit** Další relevantní informace nejsou k dispozici.
- **10.5 Neslučitelné materiály:** Další relevantní informace nejsou k dispozici.
- **10.6 Nebezpečné produkty rozkladu:** Nejsou známy žádné nebezpečné produkty při rozkladu.

ODDÍL 11: Toxikologické informace

- **11.1 Informace o toxikologických účincích**
- **Akutní toxicita** Na základě dostupných údajů nejsou kritéria pro klasifikaci splněna.

Zařazení relevantní hodnoty LD/LC 50:

115-10-6 dimethylether

| | | |
|-------------|----------|----------------|
| Inhalováním | LC50/4 h | 308 mg/l (rat) |
|-------------|----------|----------------|

123-86-4 butyl-acetát

| | | |
|-------------|----------|----------------------|
| Orálně | LD50 | 13100 mg/kg (rat) |
| Pokožkou | LD50 | >5000 mg/kg (rabbit) |
| Inhalováním | LC50/4 h | >21,0 mg/l (rat) |

- **Primární dráždivé účinky:**
- **Žíravost/dráždivost pro kůži** Na základě dostupných údajů nejsou kritéria pro klasifikaci splněna.
- **Vážné poškození očí / podráždění očí** Na základě dostupných údajů nejsou kritéria pro klasifikaci splněna.
- **Senzibilizace dýchacích cest / senzibilizace kůže**
Na základě dostupných údajů nejsou kritéria pro klasifikaci splněna.

(pokračování na straně 6)

Bezpečnostní list

dle zákona č. 350/2011 Sb. a podle 1907/2006 EHS

Datum vydání: 23.03.2017

Číslo verze 3

Revize: 23.03.2017

Obchodní označení: DUPLI-COLOR AQUA Lackspray (Farbtöne und Klarlack)

(pokračování strany 5)

- **Účinky CMR (karcinogenita, mutagenita a toxicita pro reprodukci)**
- **Mutagenita v zárodečných buňkách** Na základě dostupných údajů nejsou kritéria pro klasifikaci splněna.
- **Karcinogenita** Na základě dostupných údajů nejsou kritéria pro klasifikaci splněna.
- **Toxicita pro reprodukci** Na základě dostupných údajů nejsou kritéria pro klasifikaci splněna.
- **Toxicita pro specifické cílové orgány – jednorázová expozice**
Na základě dostupných údajů nejsou kritéria pro klasifikaci splněna.
- **Toxicita pro specifické cílové orgány – opakovaná expozice**
Na základě dostupných údajů nejsou kritéria pro klasifikaci splněna.
- **Nebezpečnost při vdechnutí** Na základě dostupných údajů nejsou kritéria pro klasifikaci splněna.

ODDÍL 12: Ekologické informace

- **12.1 Toxicita**
- **Aquatická toxicita:** Další relevantní informace nejsou k dispozici.
- **12.2 Perzistence a rozložitelnost** Další relevantní informace nejsou k dispozici.
- **12.3 Bioakumulační potenciál** Další relevantní informace nejsou k dispozici.
- **12.4 Mobilita v půdě** Další relevantní informace nejsou k dispozici.
- **Další ekologické údaje:**
- **Všeobecná upozornění:**
Třída ohrožení vody 1 (Samozařazení): slabé ohrožení vody
Nesmí se dostat nezředěný nebo ve větším množství do spodní vody, povodí nebo kanalizace.
- **12.5 Výsledky posouzení PBT a vPvB**
- **PBT:** Nedá se použít.
- **vPvB:** Nedá se použít.
- **12.6 Jiné nepříznivé účinky** Další relevantní informace nejsou k dispozici.

ODDÍL 13: Pokyny pro odstraňování

- **13.1 Metody nakládání s odpady**
- **Doporučení:** Nesmí se odstraňovat společně s odpady z domácnosti. Nepřipustit únik do kanalizace.
- **Kódové číslo odpadu:**
Doporučení: Odpady odstraňujte v souladu s ustanovením zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech v platném znění.
Odpadu přiřaďte odpovídající kód odpadu podle vyhlášky č. 381/2001 Sb. v platném znění.
Označený odpad včetně identifikačního listu odpadu předejte specializované firmě oprávněné pro nakládání s těmito odpady.
Nesmí se odstraňovat společně s komunálními odpady. Zabraňte úniku do kanalizace.

· Evropský katalog odpadů

| | |
|-----------|--|
| 08 01 11* | Odpadní barvy a laky obsahující organická rozpouštědla nebo jiné nebezpečné látky |
| 15 01 04 | Kovové obaly |
| 15 01 11* | Kovové obaly obsahující nebezpečnou tuhou pórovitou základní hmotu (např. azbest) včetně prázdných tlakových nádob |

- **Kontaminované obaly:**
- **Doporučení:** Odstranění podle příslušných předpisů.

ODDÍL 14: Informace pro přepravu

- **14.1 UN číslo**
- **ADR, IMDG, IATA** UN1950
- **14.2 Oficiální (OSN) pojmenování pro přepravu**
- **ADR** AEROSOLY, horlave
UN1950 AEROSOLY
- **IMDG** AEROSOLS

(pokračování na straně 7)

Bezpečnostní list
dle zákona č. 350/2011 Sb. a podle 1907/2006 EHS



Datum vydání: 23.03.2017

Číslo verze 3

Revize: 23.03.2017

Obchodní označení: **DUPLI-COLOR AQUA Lackspray (Farbtöne und Klarlack)**

(pokračování strany 6)

| | |
|---|--|
| · IATA | AEROSOLS, flammable |
| · 14.3 Třída/třídy nebezpečnosti pro přepravu | |
| · ADR | |
|  | |
| · třída | 2 5F Plyny |
| · Etiketa | 2.1 |
| · IMDG, IATA | |
|  | |
| · Class | 2.1 |
| · Label | 2.1 |
| · 14.4 Obalová skupina | |
| · ADR, IMDG, IATA | odpadá |
| · 14.5 Nebezpečnost pro životní prostředí: | Nedá se použít. |
| · 14.6 Zvláštní bezpečnostní opatření pro uživatele | Varování: Plyny |
| · Kemlerovo číslo: | - |
| · EMS-skupina: | F-D,S-U |
| · Stowage Code | SW1 Protected from sources of heat. SW22 For AEROSOLS with a maximum capacity of 1 litre: Category A. For AEROSOLS with a capacity above 1 litre: Category B. For WASTE AEROSOLS: Category C, Clear of living quarters. |
| · Segregation Code | SG69 For AEROSOLS with a maximum capacity of 1 litre: Segregation as for class 9. Stow "separated from" class 1 except for division 1.4. For AEROSOLS with a capacity above 1 litre: Segregation as for the appropriate subdivision of class 2. For WASTE AEROSOLS: Segregation as for the appropriate subdivision of class 2. |
| · 14.7 Hromadná přeprava podle přílohy II úmluvy MARPOL a předpisu IBC | Nedá se použít. |
| · Přeprava/další údaje: | |
| · ADR | |
| · Omezené množství (LQ) | 1L |
| · Vyňatá množství (EQ) | Kód: E0 Není dovoleno jako vyňaté množství |
| · Převážní kategorie | 2 |
| · Kód omezení pro tunely: | D |
| · IMDG | |
| · Limited quantities (LQ) | 1L |
| · Excepted quantities (EQ) | Code: E0 Not permitted as Excepted Quantity |
| · UN "Model Regulation": | UN 1950 AEROSOLY, 2.1 |

CZ

(pokračování na straně 8)

Bezpečnostní list

dle zákona č. 350/2011 Sb. a podle 1907/2006 EHS

Datum vydání: 23.03.2017

Číslo verze 3

Revize: 23.03.2017

Obchodní označení: DUPLI-COLOR AQUA Lackspray (Farbtöne und Klarlack)

(pokračování strany 7)

ODDÍL 15: Informace o předpisech

- **15.1 Předpisy týkající se bezpečnosti, zdraví a životního prostředí/specifické právní předpisy týkající se látky nebo směsi**
- **Národní předpisy:**
Zákon 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, v platném znění a související předpisy; Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., v platném znění, které stanoví podmínky pro zdraví zaměstnanců při práci, včetně limitů PEL a NPK; Zákon č. 350/2011 Sb. o chemických látkách a chemických přípravcích a o změně některých zákonů v platném znění; prováděcí předpisy k tomuto zákonu; Zákon č. 102/2001 Sb., o obecné bezpečnosti výrobků, v platném znění; předpisy ADR v platném znění; Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví v platném znění.
- **Stupeň ohrožení vody: VOT 1 (Samozařazení): slabě ohrožující vodní zdroje.**
- **15.2 Posouzení chemické bezpečnosti: Posouzení chemické bezpečnosti nebylo provedeno.**

ODDÍL 16: Další informace

Údaje se opírají o dnešní stav našich vědomostí, nepředstavují však záruku vlastností produktu a nevznikají tak žádné smluvní právní vztahy.

- **Relevantní věty**
H220 Extrémně hořlavý plyn.
H226 Hořlavá kapalina a páry.
H280 Obsahuje plyn pod tlakem; při zahřívání může vybuchnout.
H336 Může způsobit ospalost nebo závratě.
- **Zkratky a akronymy:**
RID: Règlement international concernant le transport des marchandises dangereuses par chemin de fer (Regulations Concerning the International Transport of Dangerous Goods by Rail)
IATA-DGR: Dangerous Goods Regulations by the "International Air Transport Association" (IATA)
ICAO: International Civil Aviation Organisation
ADR: Accord européen sur le transport des marchandises dangereuses par Route (European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road)
IMDG: International Maritime Code for Dangerous Goods
IATA: International Air Transport Association
GHS: Globally Harmonised System of Classification and Labelling of Chemicals
EINECS: European Inventory of Existing Commercial Chemical Substances
ELINCS: European List of Notified Chemical Substances
CAS: Chemical Abstracts Service (division of the American Chemical Society)
VOC: Volatile Organic Compounds (USA, EU)
LC50: Lethal concentration, 50 percent
LD50: Lethal dose, 50 percent
PBT: Persistent, Bioaccumulative and Toxic
vPvB: very Persistent and very Bioaccumulative
Flam. Gas 1: Hořlavé plyny – Kategorie 1
Aerosol 1: Aerosoly – Kategorie 1
Press. Gas C: Plyny pod tlakem – Stlačený plyn
Flam. Liq. 3: Hořlavé kapaliny – Kategorie 3
STOT SE 3: Toxicita pro specifické cílové orgány (jednorázová expozice) – Kategorie 3

CZ

Bezpečnostní list
dle zákona č. 350/2011 Sb. a podle 1907/2006 EHS

Datum vydání: 23.03.2017

Číslo verze 5

Revize: 23.03.2017

ODDÍL 1: Identifikace látky/směsi a společnosti/podniku

- **1.1 Identifikátor výrobku**
- **Obchodní označení: DUPLI-COLOR Color Spray Quality Paint (glossy)**
- **Číslo výrobku:**
106347 - 106439, 584961, 413049, 585005, 584954, 625725 - 625800, 640346 - 640575, 584947, 654350, 671234, 584930, 671807, 584923, 673238 - 673740, 584916, 674020 / 674037, 584909, 683831, 584893, 699405 - 699443, 584992, 584985, 745560, 745829 - 745850, 747120, 768910 / 768927, 893902 - 893995
- **1.2 Příslušná určená použití látky nebo směsi a nedoporučená použití**
- **Oblast použití SU21 Spotřebitelská použití:** soukromé domácnosti / široká veřejnost / spotřebitelé
- **Kategorie produktů PC9a** povrchové materiály a barvy, ředidla, odstraňovače povrchových materiálů
- **Použití látky / přípravku** Lak
- **1.3 Podrobné údaje o dodavateli bezpečnostního listu**
- **Identifikace výrobce / distributor pro ČR:**
Jméno nebo obchodní jméno výrobce:
MOTIP DUPLI GmbH
Kurt Vogelsang Strasse 6
D-74855 Haßmersheim
Tel.: +49/6266/75-0
msds@de.motipdupli.com

Jméno nebo obchodní jméno první příjemce:
MOTIP DUPLI s.r.o.
Popovky 196
664 41 Troubsko
Czech Republic
Tel.: +420 547 424 700
Fax.: +420 547 228 686
Identifikační číslo: 607 40 59
- **Obor poskytující informace:** Abteilung Produktsicherheit
- **1.4 Telefonní číslo pro mimořádné situace:**
Toxikologické informační středisko (Praha):
Na Bojišti 1, 12000 Praha 2, CZ
Tel.: 224 919 293 (nepřetržitá služba)
nebo 224 915 402

ODDÍL 2: Identifikace nebezpečnosti

- **2.1 Klasifikace látky nebo směsi**
- **Klasifikace v souladu s nařízením (ES) č. 1272/2008**



GHS02 plamen

Aerosol 1 H222-H229 Extrémně hořlavý aerosol. Nádoba je pod tlakem: při zahřívání se může roztrhnout.

(pokračování na straně 2)

Bezpečnostní list

dle zákona č. 350/2011 Sb. a podle 1907/2006 EHS

Datum vydání: 23.03.2017

Číslo verze 5

Revize: 23.03.2017

Obchodní označení: DUPLI-COLOR Color Spray Quality Paint (glossy)

(pokračování strany 1)



GHS07

Eye Irrit. 2 H319

Způsobuje vážné podráždění očí.

STOT SE 3 H336

Může způsobit ospalost nebo závratě.

- 2.2 Prvky označení
- Označování v souladu s nařízením (ES) č. 1272/2008 Produkt je klasifikován a označen podle nařízení CLP.
- Výstražné symboly nebezpečnosti



GHS02 GHS07

- Signální slovo Nebezpečí
- Nebezpečné komponenty k etiketování:
acetón
- Standardní věty o nebezpečnosti
H222-H229 Extrémně hořlavý aerosol. Nádoba je pod tlakem: při zahřívání se může roztrhnout.
H319 Způsobuje vážné podráždění očí.
H336 Může způsobit ospalost nebo závratě.
- Pokyny pro bezpečné zacházení
P101 Je-li nutná lékařská pomoc, mějte po ruce obal nebo štítek výrobku.
P102 Uchovávejte mimo dosah dětí.
P210 Chraňte před teplem, horkými povrchy, jiskrami, otevřeným ohněm a jinými zdroji zapálení.
Zákaz kouření.
P211 Nestříkejte do otevřeného ohně nebo jiných zdrojů zapálení.
P251 Npropichujte nebo nespalujte ani po použití.
P260 Nevdechujte aerosoly.
P410+P412 Chraňte před slunečním zářením. Nevystavujte teplotě přesahující 50 °C.
P501 Odstraňte obsah/obal v souladu s místními předpisy.
- Další údaje:
EUH066 Opakovaná expozice může způsobit vysušení nebo popraskání kůže.
Bez dostatečného větrání je možný vznik explozivních směsí.
- 2.3 Další nebezpečnost
- Výsledky posouzení PBT a vPvB
- PBT: Směs ani složky nejsou k datu vyhotovení bezpečnostního listu klasifikovány jako PBT.
- vPvB: Směs ani složky nejsou k datu vyhotovení bezpečnostního listu klasifikovány jako vPvB.

* ODDÍL 3: Složení/informace o složkách

- 3.2 Chemická charakteristika: Směsi
- Popis: Směs obsahuje následné látky bez nebezpečných příměsí.

· Výrobek obsahuje tyto nebezpečné látky:

| | | |
|------------------------------|-------------------------------------|---------|
| CAS: 67-64-1 | acetón | 25-<50% |
| EINECS: 200-662-2 | Flam. Liq. 2, H225 | |
| Indexové číslo: 606-001-00-8 | Eye Irrit. 2, H319; STOT SE 3, H336 | |
| Reg.nr.: 01-2119471330-49 | | |

(pokračování na straně 3)

Bezpečnostní list
dle zákona č. 350/2011 Sb. a podle 1907/2006 EHS

Datum vydání: 23.03.2017

Číslo verze 5

Revize: 23.03.2017

Obchodní označení: DUPLI-COLOR Color Spray Quality Paint (glossy)

(pokračování strany 2)

| | | |
|---|---|-----------|
| CAS: 74-98-6 EINECS: 200-827-9 Indexové číslo: 601-003-00-5 Reg.nr.: 01-2119486944-21 | propan ⚠ Flam. Gas 1, H220 Press. Gas C, H280 | 20-<25% |
| CAS: 106-97-8 EINECS: 203-448-7 Indexové číslo: 601-004-00-0 Reg.nr.: 01-2119474691-32 | Butan (obsahuje < 0,1 % butadien (203-450-8)) ⚠ Flam. Gas 1, H220 Press. Gas C, H280 | 12,5-<20% |
| CAS: 75-28-5 EINECS: 200-857-2 Indexové číslo: 601-004-00-0 Reg.nr.: 01-2119485395-27 | Isobutan (obsahuje méně než 0,1% butadienu (ES 203-450-8)) ⚠ Flam. Gas 1, H220 Press. Gas C, H280 | 5-<10% |

· Dodatečná upozornění:

Obsah benzenu (číslo EINECS: 200-753-7) ve složkách směsi je menší než 0,1 %. Klasifikace látek jako karcinogenní není povinná.

Znění uvedených údajů o nebezpečnosti látky je uvedeno v kapitole 16.

ODDÍL 4: Pokyny pro první pomoc**· 4.1 Popis první pomoci**

· **Při nadýchání:** Přívod čerstvého vzduchu, při obtížích vyhledat lékaře.

· **Při styku s kůží:** Tento produkt nemá všeobecně dráždicí účinek na pokožku.

· **Při zasažení očí:**

Otevřené oči vyplachovat po více minut pod tekoucí vodou. Při přetrvávajících potížích se poradit s lékařem.

· **Při požití:** Bohatě zapít vodou a dýchat čerstvý vzduch. Neprodleně vyhledat lékaře.

· **4.2 Nejdůležitější akutní a opožděné symptomy a účinky** Další relevantní informace nejsou k dispozici.

· **4.3 Pokyn týkající se okamžité lékařské pomoci a zvláštního ošetření**

Další relevantní informace nejsou k dispozici.

ODDÍL 5: Opatření pro hašení požáru**· 5.1 Hasiva**

· **Vhodná hasiva:**

CO₂, hasící prášek nebo vodní paprsky. Větší ohně zdotat vodními paprsky nebo pěnou odolnou alkohol.

· **Nevhodná hasiva:** Plný proud vody

· **5.2 Zvláštní nebezpečnost vyplývající z látky nebo směsi** Další relevantní informace nejsou k dispozici.

· **5.3 Pokyny pro hasiče -**

· **Zvláštní ochranné prostředky pro hasiče:** Nejsou nutná žádná zvláštní opatření.

ODDÍL 6: Opatření v případě náhodného úniku

· **6.1 Opatření na ochranu osob, ochranné prostředky a nouzové postupy**

Nosit ochrannou výstroj. Nechráněné osoby se nesmí přibližovat.

· **6.2 Opatření na ochranu životního prostředí:**

Při vniknutí do kanalizace nebo vodního toku informovat příslušné orgány.

Nesmí proniknout do kanalizace, vrchních vod, spodních vod.

· **6.3 Metody a materiál pro omezení úniku a pro čištění:**

Nesplachovat vodou nebo vodou obsahující čisticí prostředky.

Zajistit dostatečné větrání.

· **6.4 Odkaz na jiné oddíly**

Informace o bezpečném zacházení viz kapitola 7.

Informace o osobní ochranné výstroji viz kapitola 8.

(pokračování na straně 4)

Bezpečnostní list

dle zákona č. 350/2011 Sb. a podle 1907/2006 EHS

Datum vydání: 23.03.2017

Číslo verze 5

Revize: 23.03.2017

Obchodní označení: DUPLI-COLOR Color Spray Quality Paint (glossy)

Informace k odstranění viz kapitola 13.

(pokračování strany 3)

ODDÍL 7: Zacházení a skladování

- **7.1 Opatření pro bezpečné zacházení**
Zabezpečit dobré větrání a odsávání na pracovišti.
Nádrž opatrně otevřít a zacházet s ní opatrně.
- **Upozornění k ochraně před ohněm a explozí:**
Nepřibližovat se s ohněm-nekouřit.
Zajistit proti elektrostatickému náboji.
- **7.2 Podmínky pro bezpečné skladování látek a směsí včetně neslučitelných látek a směsí**
- **Pokyny pro skladování:**
- **Požadavky na skladovací prostory a nádoby:**
Skladovat na chladném místě.
Je třeba dodržet obecné předpisy o skladování tlakových obalů.
- **Upozornění k hromadnému skladování:** Není nutné.
- **Další údaje k podmínkám skladování:**
Nádrž neuzavírat vzduchotěsně.
Chránit před horkem a přímým slunečním světlem.
- **7.3 Specifické konečné / specifická konečná použití** Další relevantní informace nejsou k dispozici.

ODDÍL 8: Omezování expozice / osobní ochranné prostředky

- **Technická opatření:** Žádné další údaje, viz bod 7.

8.1 Kontrolní parametry

- **Kontrolní parametry:**
nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci

67-64-1 aceton

| | |
|-----|---|
| NPK | Krátkodobá hodnota: 1500 mg/m ³ Dlouhodobá hodnota: 800 mg/m ³ |
| I | |

- **Další upozornění:** Jako podklad sloužily při zhotovení platné listiny.

8.2 Omezování expozice

Osobní ochranné prostředky:

- **Všeobecná ochranná a hygienická opatření:**

-
Zdržovat od potravin, nápojů a krmiv.
Zašpiněné, nasáknuté šaty ihned vysvléci.
Před přestávkami a po práci umýt ruce.
Plyny/páry/aerosoly nevdechovat.
Zamezit styku s pokožkou a zrakem.

Ochrana dýchacích orgánů:

Díky dobré větrání není nutná.
Jinak filtr třídy A / P 2 nebo na vzduchu v místnosti.
Při nedostatečném větrání ochrana dýchacího ústrojí.

Ochrana rukou:

V případě kontaktu s prachovými spray ochranné rukavice vyrobené z butyl shoulderstand být použity (min. 0,4 mm tlustý), E. G. KCL Camatril, článek č. 898 nebo podobné produkty



Ochranné rukavice

Rukavice odolné ředidlům

Materiál rukavic musí být nepropustný a odolný proti produktu / látce / směsi.

(pokračování na straně 5)

Bezpečnostní list
dle zákona č. 350/2011 Sb. a podle 1907/2006 EHS

Datum vydání: 23.03.2017

Číslo verze 5

Revize: 23.03.2017

Obchodní označení: DUPLI-COLOR Color Spray Quality Paint (glossy)

(pokračování strany 4)

Výběr materiálu rukavic proveďte podle času průniku, permeability a degradace.

· **Materiál rukavic** Butylkaučuk

· **Doba průniku materiálem rukavic**

Butyl-gumové rukavice o tloušťce 0,4 mm, jsou odolné proti:

Aceton: 480 min

Butyl-acetát: 60 min

Ethyl-acetát: 170 min

Xylen: 42 min

Je nutno u výrobce rukavic zjistit a dodržovat přesné časy průniku materiálem ochranných rukavic.

· **Ochrana očí:** Ochranné brýle

ODDÍL 9: Fyzikální a chemické vlastnosti

· **9.1 Informace o základních fyzikálních a chemických vlastnostech**

· **Všeobecné údaje**

· **Vzhled:**

Skupenství:

Aerosol

Barva:

Podle označení produktu

· **Zápach:**

Charakteristický

· **Prahová hodnota zápachu:**

Není určeno.

· **Hodnota pH:**

Není určeno.

· **Změna stavu**

Bod tání/bod tuhnutí:

Není určeno.

Počáteční bod varu a rozmezí bodu varu: Nedá se použít, jde o aerosol.

· **Bod vzplanutí:**

Nedá se použít, jde o aerosol.

· **Hořlavost (pevné látky, plyny):**

Nedá se použít.

· **Zápalná teplota:**

240 °C

· **Teplota rozkladu:**

Není určeno.

· **Teplota samovznícení:**

Produkt není samozápalný.

· **Výbušné vlastnosti:**

Při používání může vytvářet hořlavé nebo výbušné směsi par se vzduchem.

· **Meze výbušnosti:**

Dolní mez:

1,5 Vol %

Horní mez:

13,0 Vol %

· **Tlak páry při 20 °C:**

8300 hPa

· **Hustota při 20 °C:**

0,73 g/cm³

· **Relativní hustota**

Není určeno.

· **Hustota páry:**

Není určeno.

· **Rychlost odpařování**

Nedá se použít.

· **Rozpustnost ve / směsitelnost s vodě:**

Vůbec nemísitelná nebo jen málo mísitelná.

· **Rozdělovací koeficient: n-oktanol/voda:**

Není určeno.

· **Viskozita:**

Dynamicky:

Není určeno.

Kinematicky:

Není určeno.

· **Obsah ředidel:**

VOC EC

640,4 g/l

· **Obsah netěkavých složek:**

3,2 %

(pokračování na straně 6)

Bezpečnostní list

dle zákona č. 350/2011 Sb. a podle 1907/2006 EHS

Datum vydání: 23.03.2017

Číslo verze 5

Revize: 23.03.2017

Obchodní označení: **DUPLI-COLOR Color Spray Quality Paint (glossy)**

(pokračování strany 5)

· **9.2 Další informace**

Další relevantní informace nejsou k dispozici.

ODDÍL 10: Stálost a reaktivita

- **10.1 Reaktivita** Další relevantní informace nejsou k dispozici.
- **10.2 Chemická stabilita**
- **Termický rozklad / Podmínky, kterých je nutno se vyvarovat:**
Nedochází k rozkladu při doporučeném způsobu použití.
- **10.3 Možnost nebezpečných reakcí** Žádné nebezpečné reakce nejsou známy.
- **10.4 Podmínky, kterým je třeba zabránit** Další relevantní informace nejsou k dispozici.
- **10.5 Neslučitelné materiály:** Další relevantní informace nejsou k dispozici.
- **10.6 Nebezpečné produkty rozkladu:** Nejsou známy žádné nebezpečné produkty při rozkladu.

ODDÍL 11: Toxikologické informace

- **11.1 Informace o toxikologických účincích**
- **Akutní toxicita** Na základě dostupných údajů nejsou kritéria pro klasifikaci splněna.

· **Zařazení relevantní hodnoty LD/LC 50:**

67-64-1 aceton

| | | |
|----------|------|----------------------|
| Orálně | LD50 | 5800 mg/kg (rat) |
| Pokožkou | LD50 | 20000 mg/kg (rabbit) |

106-97-8 Butan (obsahuje < 0,1 % butadien (203-450-8))

| | | |
|-------------|----------|----------------|
| Inhalováním | LC50/4 h | 658 mg/l (rat) |
|-------------|----------|----------------|

64742-82-1 nízkovroucí hydrogenovaná benzínová frakce

| | | |
|----------|------|------------------------------|
| Orálně | LD50 | >5000 mg/kg (rat) (OECD 403) |
| Pokožkou | LD50 | >2000 mg/kg (rat) |

64742-48-9 Benzínová frakce (ropná), hydrogenovaná těžká

| | | |
|----------|------|-------------------|
| Orálně | LD50 | >5000 mg/kg (rat) |
| Pokožkou | LD50 | >3000 mg/kg (rab) |

- **Primární dráždivé účinky:**
- **Žíravost/dráždivost pro kůži** Na základě dostupných údajů nejsou kritéria pro klasifikaci splněna.
- **Vážné poškození očí / podráždění očí**
Způsobuje vážné podráždění očí.
- **Senzibilizace dýchacích cest / senzibilizace kůže**
Na základě dostupných údajů nejsou kritéria pro klasifikaci splněna.
- **Účinky CMR (karcinogenita, mutagenita a toxicita pro reprodukci)**
- **Mutagenita v zárodečných buňkách** Na základě dostupných údajů nejsou kritéria pro klasifikaci splněna.
- **Karcinogenita** Na základě dostupných údajů nejsou kritéria pro klasifikaci splněna.
- **Toxicita pro reprodukci** Na základě dostupných údajů nejsou kritéria pro klasifikaci splněna.
- **Toxicita pro specifické cílové orgány – jednorázová expozice**
Může způsobit ospalost nebo závratě.
- **Toxicita pro specifické cílové orgány – opakovaná expozice**
Na základě dostupných údajů nejsou kritéria pro klasifikaci splněna.
- **Nebezpečnost při vdechnutí** Na základě dostupných údajů nejsou kritéria pro klasifikaci splněna.

(pokračování na straně 7)

Bezpečnostní list

dle zákona č. 350/2011 Sb. a podle 1907/2006 EHS

Datum vydání: 23.03.2017

Číslo verze 5

Revize: 23.03.2017

Obchodní označení: DUPLI-COLOR Color Spray Quality Paint (glossy)

(pokračování strany 6)

ODDÍL 12: Ekologické informace

12.1 Toxicita

Aquatická toxicita:

64742-82-1 nízkovroucí hydrogenovaná benzinová frakce

| | |
|------------|--|
| EC50 / 48h | 43,98 mg/l (bel) (berechnet) |
| | 10-20 mg/l (daphnia magna / Wasserfloh) (OECD 202) |
| NOEC | 0,22 mg/l (Pseudokirchneriella subcapitata) (OECD 201 (72h)) |

12.2 Perzistence a rozložitelnost Další relevantní informace nejsou k dispozici.

12.3 Bioakumulační potenciál Další relevantní informace nejsou k dispozici.

12.4 Mobilita v půdě Další relevantní informace nejsou k dispozici.

Další ekologické údaje:

Všeobecná upozornění:

Třída ohrožení vody 2 (Samozářazení): ohrožuje vodu

Nesmí vniknout do spodní vody, povodí nebo kanalizace.

Ohrožuje pitnou vodu už při proniknutí malého množství do zeminy.

12.5 Výsledky posouzení PBT a vPvB

PBT: Nedá se použít.

vPvB: Nedá se použít.

12.6 Jiné nepříznivé účinky Další relevantní informace nejsou k dispozici.

ODDÍL 13: Pokyny pro odstraňování

13.1 Metody nakládání s odpady

Doporučení: Nesmí se odstraňovat společně s odpady z domácnosti. Nepřipustit únik do kanalizace.

Kódové číslo odpadu:

Doporučení: Odpady odstraňujte v souladu s ustanovením zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech v platném znění.

Odpadu přiřadte odpovídající kód odpadu podle vyhlášky č. 381/2001 Sb. v platném znění.

Označený odpad včetně identifikačního listu odpadu předejte specializované firmě oprávněné pro nakládání s těmito odpady.

Nesmí se odstraňovat společně s komunálními odpady. Zabraňte úniku do kanalizace.

Evropský katalog odpadů

| | |
|-----------|--|
| 08 01 11* | Odpadní barvy a laky obsahující organická rozpouštědla nebo jiné nebezpečné látky |
| 15 01 04 | Kovové obaly |
| 15 01 11* | Kovové obaly obsahující nebezpečnou tuhou pórovitou základní hmotu (např. azbest) včetně prázdných tlakových nádob |

Kontaminované obaly:

Doporučení: Nekontaminované obaly se mohou použít k recyklaci.

ODDÍL 14: Informace pro přepravu

14.1 UN číslo

ADR, IMDG, IATA UN1950

14.2 Oficiální (OSN) pojmenování pro přepravu

ADR AEROSOLY, horlave
UN1950 AEROSOLY
IMDG AEROSOLS
IATA AEROSOLS, flammable

(pokračování na straně 8)

Bezpečnostní list
dle zákona č. 350/2011 Sb. a podle 1907/2006 EHS

Datum vydání: 23.03.2017

Číslo verze 5

Revize: 23.03.2017

Obchodní označení: DUPLI-COLOR Color Spray Quality Paint (glossy)

(pokračování strany 7)

· **14.3 Třída/třídy nebezpečnosti pro přepravu**

· **ADR**



· **třída** 2 5F Plyny
· **Etiketa** 2.1

· **IMDG, IATA**



· **Class** 2.1
· **Label** 2.1

· **14.4 Obalová skupina**

· **ADR, IMDG, IATA** odpadá

· **14.5 Nebezpečnost pro životní prostředí:** Nedá se použít.

· **14.6 Zvláštní bezpečnostní opatření pro uživatele** Varování: Plyny

· **Kemlerovo číslo:** -

· **EMS-skupina:** F-D,S-U

· **Stowage Code**

SW1 Protected from sources of heat.

SW22 For AEROSOLS with a maximum capacity of 1 litre: Category A. For AEROSOLS with a capacity above 1 litre: Category B. For WASTE AEROSOLS: Category C, Clear of living quarters.

· **Segregation Code**

SG69 For AEROSOLS with a maximum capacity of 1 litre: Segregation as for class 9. Stow "separated from" class 1 except for division 1.4. For AEROSOLS with a capacity above 1 litre: Segregation as for the appropriate subdivision of class 2. For WASTE AEROSOLS: Segregation as for the appropriate subdivision of class 2.

· **14.7 Hromadná přeprava podle přílohy II úmluvy MARPOL a předpisu IBC**

Nedá se použít.

· **Přeprava/další údaje:**

· **ADR**

· **Omezené množství (LQ)** 1L

· **Vyňatá množství (EQ)** Kód: E0

Není dovoleno jako vyňaté množství

· **Převážní kategorie** 2

· **Kód omezení pro tunely:** D

· **IMDG**

· **Limited quantities (LQ)** 1L

· **Excepted quantities (EQ)** Code: E0

Not permitted as Excepted Quantity

· **UN "Model Regulation":**

UN 1950 AEROSOLY, 2.1

CZ

(pokračování na straně 9)

Bezpečnostní list

dle zákona č. 350/2011 Sb. a podle 1907/2006 EHS

Datum vydání: 23.03.2017

Číslo verze 5

Revize: 23.03.2017

Obchodní označení: DUPLI-COLOR Color Spray Quality Paint (glossy)

(pokračování strany 8)

ODDÍL 15: Informace o předpisech

- **15.1 Předpisy týkající se bezpečnosti, zdraví a životního prostředí/specifické právní předpisy týkající se látky nebo směsi**
- **Národní předpisy:**
Zákon 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, v platném znění a související předpisy; Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., v platném znění, které stanoví podmínky pro zdraví zaměstnanců při práci, včetně limitů PEL a NPK; Zákon č. 350/2011 Sb. o chemických látkách a chemických přípravcích a o změně některých zákonů v platném znění; prováděcí předpisy k tomuto zákonu; Zákon č. 102/2001 Sb., o obecné bezpečnosti výrobků, v platném znění; předpisy ADR v platném znění; Zákon č.258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví v platném znění.
- **Stupeň ohrožení vody: VOT 2(Samozařazení): ohrožující vodní zdroje.**
- **15.2 Posouzení chemické bezpečnosti: Posouzení chemické bezpečnosti nebylo provedeno.**

ODDÍL 16: Další informace

Údaje se opírají o dnešní stav našich vědomostí, nepředstavují však záruku vlastností produktu a nevznikají tak žádné smluvní právní vztahy.

- **Relevantní věty**
H220 Extrémně hořlavý plyn.
H225 Vysoce hořlavá kapalina a páry.
H280 Obsahuje plyn pod tlakem; při zahřívání může vybuchnout.
H319 Způsobuje vážné podráždění očí.
H336 Může způsobit ospalost nebo závratě.
- **Zkratky a akronymy:**
RID: Règlement international concernant le transport des marchandises dangereuses par chemin de fer (Regulations Concerning the International Transport of Dangerous Goods by Rail)
IATA-DGR: Dangerous Goods Regulations by the "International Air Transport Association" (IATA)
ICAO: International Civil Aviation Organisation
ADR: Accord européen sur le transport des marchandises dangereuses par Route (European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road)
IMDG: International Maritime Code for Dangerous Goods
IATA: International Air Transport Association
GHS: Globally Harmonised System of Classification and Labelling of Chemicals
EINECS: European Inventory of Existing Commercial Chemical Substances
ELINCS: European List of Notified Chemical Substances
CAS: Chemical Abstracts Service (division of the American Chemical Society)
VOC: Volatile Organic Compounds (USA, EU)
LC50: Lethal concentration, 50 percent
LD50: Lethal dose, 50 percent
PBT: Persistent, Bioaccumulative and Toxic
vPvB: very Persistent and very Bioaccumulative
Flam. Gas 1: Hořlavé plyny – Kategorie 1
Aerosol 1: Aerosoly – Kategorie 1
Press. Gas C: Plyny pod tlakem – Stlačený plyn
Flam. Liq. 2: Hořlavé kapaliny – Kategorie 2
Eye Irrit. 2: Vážné poškození očí / podráždění očí – Kategorie 2
STOT SE 3: Toxicita pro specifické cílové orgány (jednorázová expozice) – Kategorie 3

CZ