



Biometrické systémy
Vytvoření otiskovací formy pro tvorbu falzifikátů
s využitím vypalovačky
2019/2020

Autori:

Petr Jůda (xjudap00)
Filip Januš (xjanus08)

10. listopadu 2019

Obsah

1	Zadání projektu	1
2	Cíl práce	1
3	Gravírovací zařízení	1
4	Testované materiály	2
4.1	Balza	2
4.2	Sololit	2
4.3	Smrkové dřevo	3
4.4	Lehčené PVC	3
4.5	Polypropylen	3
5	Pracovní postup	3
5.1	Instalace softwaru	3
5.2	Zkouška materiálů	3
5.3	Vypalování otisku	4
5.3.1	Balza	5
5.3.2	Sololit	6
5.3.3	Polypropylen	6
5.3.4	PVC	7
6	Dosažené výsledky	7
6.1	Otisky z PVC formy	7
6.2	Otisky z polypropylen formy	8
6.3	Otisky z formy ze sololitu	8
7	Závěr	9

1 Zadání projektu

Pomocí vypalování dostupného v místnosti S214 (přístup po předchozí domluvě) vytvořte otiskovací formu z vhodného materiálu (balza, tvrdý plast či jiný vhodný materiál) z dodaných syntetických otisků prstů. Formu vyzkoušejte s pomocí materiálů dostupných laboratoři/vlastních. Výsledné otisky prezentujte.

2 Cíl práce

Hlavním cílem projektu do předmětu Biometrické systémy bylo vyrobit z dodaných syntetických otisků prstů otiskovací formy, které by bylo možné použít pro výrobu falzifikátů. Cílem bylo především vyzkoušet vhodnost různých typů materiálů pro vypalování, experimentovat s nastavením gravírovacího zařízení a ověřit použitelnost materiálů pro výrobu formy za pomoci laserového gravírovacího zařízení



Obrázek 1: Gravírovací zařízení dostupné v laboratoři S214.

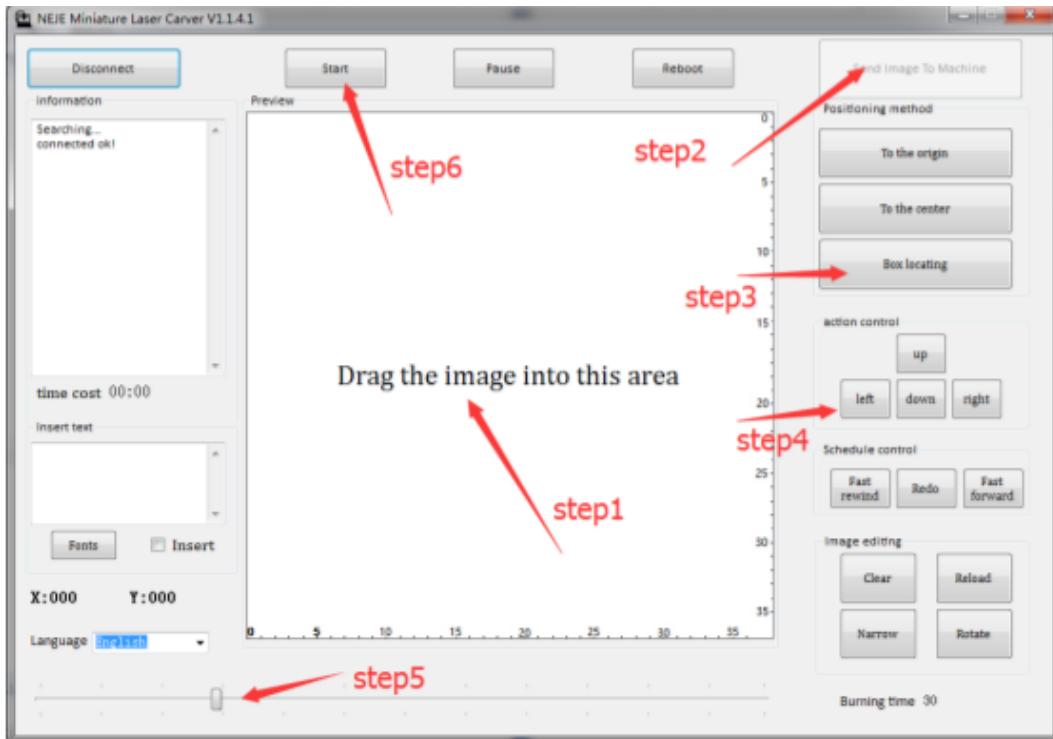
3 Gravírovací zařízení

Pro účely naší práce nám byl umožněn přístup do laboratoře S214. Tato laboratoř je vybavena gravírovacím zařízením **Mini Engraving Machine** (viz. obr. č.1), které je vybaveno USB porty pro komunikaci s počítačem. K zařízení je dostupný software a ovladače, které je možné nainstalovat na některé verze systému Windows. Tento software poskytuje velice jednoduché grafické uživatelské rozhraní (obr. č.2) dovolující ovládat několik základních funkcí:

- Nahrání bitmapového obrázku do zařízení.
- Upravení intenzity výkonu vypalovacího laserového paprsku v rozmezí mezi 0 a 120 jednotkami blíže nespecifikované veličiny.
- Odeslání příkazu lokalizace do zařízení, kdy laser vytyčí oblast, do které bude vypalovat.
- Přidání textu do nahraného obrázku, rotace obrazu a export obrazu do zařízení.

Pro vypalování výkonem vyšším než 40 jednotek je potřeba zařízení připojit přes externě napájený USB hub. Ačkoli se software zdá být relativně jednoduchý není výjimkou, že nastane nějaký problém při jeho běhu. Ať už dojde k chybě při nahrávání do zařízení, což vede k poškození nahrávané bitmapy

a gravírování poškozeného výstupu. Nebo náhodný pád aplikace za běhu programu. Dodaný software (obr. č. 2) se nám podařilo zprovoznit na počítači s operačním systémem Windows 10. Pokus o propojení se systém Windows 7 se nepodařil.



Obrázek 2: Grafické uživatelské rozhraní ke gravírovacímu zařízení

4 Testované materiály

Tato sekce se věnuje popisu jednotlivých materiálů, které byly vybrány za účelem experimentování s vypalovacím zařízením.

4.1 Balza

Balza je lehké a měkké dřevo, pocházející ze stromu jménem Balzovník jihoamerický, rostoucího v tropických deštných lesích Střední a Jižní Ameriky. Balzové dřevo je nejlehčí na světě. Díky této vlastnosti je hojně využíváno při stavbě leteckých modelů.

Tento materiál byl zvolen pro svou malou hustotu, kde byl předpoklad, že by i nízké intenzity laseru mohly poskytnout dostatečnou hlubku papilárních linií otisku prstů. Pro účely experimentování bylo pořízeno několik vzorků balzy rozdílné šířky (1mm - 5mm).

Bylo provedeno několik testů, které ukázaly, že ačkoliv balza je dost měkká na to, aby laser vypálil dostatečně hluboké vzory, tak je po vypalování natolik poškozená, že každý dotyk vypáleného vzoru jej zničí. I při nízkých intenzitách je vzor náhylný na poškození a také není dostatečně hluboký. Při vysokých intenzitách nebyl otisk ani přesný, jelikož je balza popálená.

4.2 Sololit

Sololit je tvrdá dřevovláknitá deska vyrobena mokrou cestou. Jedná se plošný materiál, který je využíván hlavně v nábytkářském průmyslu.

Pro testování byl zvolen tento materiál s jednostrannou povrchovou úpravou lakem, která zajišťuje hladký a lesklý povrch. S tímto materiálem bylo provedeno několik pokusů s různým nastavením

intenzity laseru. Při nízkých intenzitách laseru nebyl tento materiál použitelný neboť otisk byl příliš mělký, jelikož laser nepronikl ani vrstvou laku. Při vysokých intenzitách byla hloubka vzoru dostatečná, ale jelikož se jedná o dřevěný materiál trpí na zahelnatění a následnou křehkost. Pokud se intenzita laseru nastaví ideálně lze otisk považovat za relativně dobrý. Papilární linie jsou středně hluboké a materiál není příliš spálený.

4.3 Smrkové dřevo

Se smrkovým dřevem byl proveden pouze jeden pokus, neboť tento materiál je příliš tvrdý pro poskytnuté gravírovací zařízení. I při maximálním možném výkonu zařízení nebyl otisk skoro patrný na povrchu dřevěné destičky. Z tohoto testu bylo usouzeno, že experimenty s jinými typy dřeva nemají příliš smysl, protože smrkové dřevo je jedno z nejměkkčích.

4.4 Lehčené PVC

Tento materiál někdy také označován jako pěněné PVC je využíván v oblasti modelářství a především v reklamním sektoru. Hlavními přednostmi je příznivá cena, nízká hmotnost, snadná opracovatelnost a odolnost vůči korozi a chemikáliím. Zejména kvůli nízké hmotnosti, snadné opracovatelnosti a stupni tvrdosti bylo usouzeno, že by se mohlo jednat o ideální materiál pro tvorbu formy.

Po provedení několika testovacích vypalování byla hypotéza potvrzena. Struktura materiálu se zdá být vhodná, jelikož povrch plastu je tvrdý, což zabraňuje poškození vypáleného vzoru, ale jádro materiálu je relativně měkké, díky čemuž je laser oslabený pronikáním horní tvrdší vrstvou stále schopný vytvořit relativně hluboké linie. Jediným problémem PVC je značný zápal při jeho pálení laserem.

4.5 Polypropylen

Polypropylen (PP) je termoplastický polymer ze skupiny polyolefinů, které patří mezi nejběžnější plasty, používá se v mnoha odvětvích potravinářského a textilního průmyslu a v laboratorních vybaveních. Prodává se pod obchodním názvem Tipplen, Tatren, Mosten.

Pro účely testování s PP materiálem byl použit černý obal od DVD. Tento materiál byl zvolen kvůli svému hladkému povrchu a své tvrdosti. Pro nízké intenzity laseru se ukázal PP jako nevhodný. Při vyšší intenzitě vykazovaly otisky dobrou odolnost vůči mechanickému poškození, linie byly středně hluboké.

5 Pracovní postup

Tato sekce popisuje jednotlivé kroky, které vedly k vytvoření výsledné otiskovací formy.

5.1 Instalace softwaru

Prvním krokem bylo zprovoznění dodaných ovladačů a softwaru NEJE Miniature Laser Carver gravírovacího zařízení. Vzhledem k tomu, že dodaný software pochází z Číny a jeho kompatibilita se systémy OS Windows 7, Linux nebo MacOS je pochybná, zabral tento úkol překvapivě více času, než bylo předpokládáno. Nakonec se zařízení podařilo zprovoznit na OS Windows 10 64-bit pomocí propojení s externě napájeným USB hubem.

5.2 Zkouška materiálů

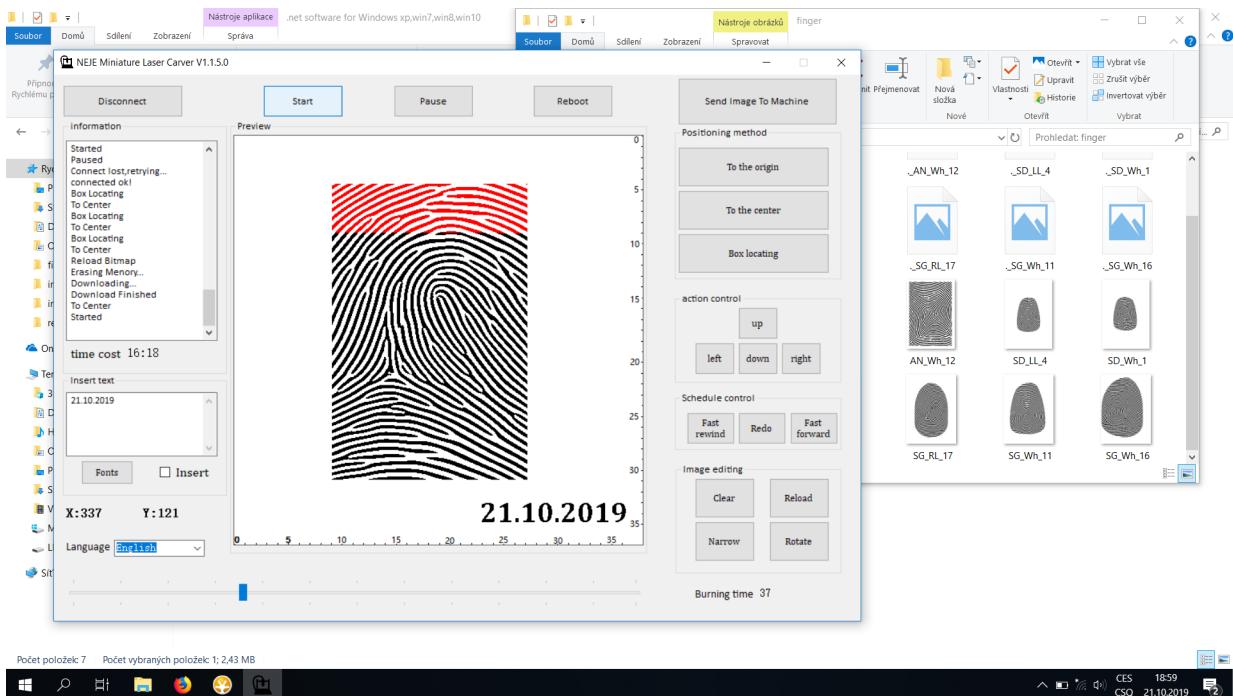
Jako druhý krok bylo provedeno několik experimentů s jednotlivými vybranými materiály, které jsou popsány výše. Dostupný software umožňuje nastavit pouze intenzitu laseru. Ta ve výsledku ovlivňuje i dobu vypalování celkového obrazu. Vzhledem k tomu, že celková doba vypálení jednoho kompletního otisku se pohybuje v rozmezí 20 - 35 minut, bylo cílem prvotního testování vypálit do materiálu kruh.

Na základě toho jsme byli schopni určit, jak široké mají být papilární linie ve vstupním obrazu a jakou intenzitu laseru pro jednotlivé materiály je potřeba nastavit.

Z tohoto experimentování bylo zjištěno, že dodané bitmapy odpovídají potřebám pro vypalování. Je třeba zajistit, aby vstupní obrazy otisků byly ve formátu BMP. V případě šedotónových obrázků je vhodné je převést na čistě černobílé obrazy s rozlišením cca. 320 x 400 pixelů, kde černobílá oblast otisku je zhruba v rozmezí 220 x 350 pixelů. (Ostatní oblast je bílá.) Jako vhodná šířka papilárních linií při tomto rozlišení byla zvolena hodnota 5 pixelů.

5.3 Vypalování otisku

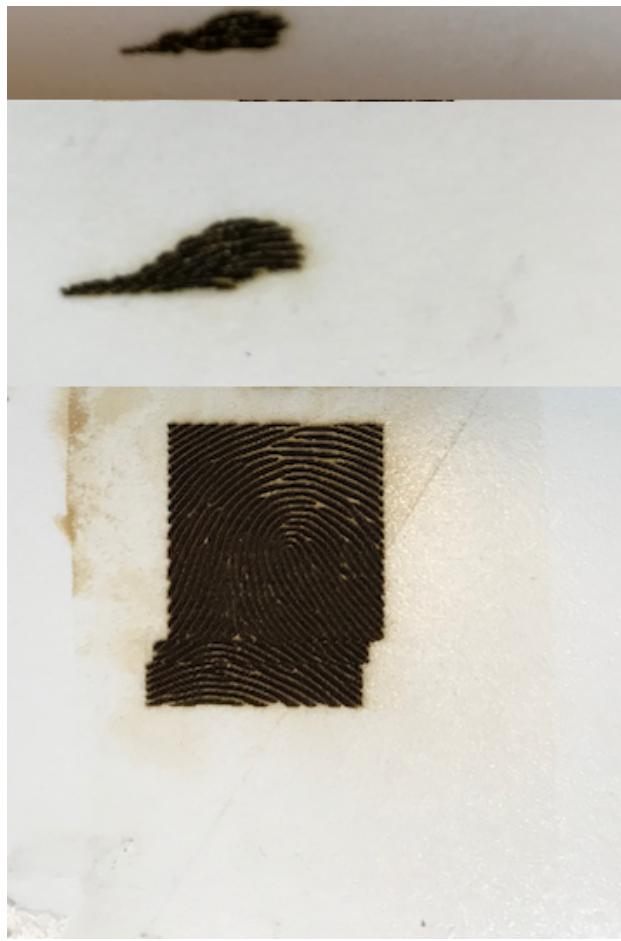
Po dokončení dílčích úkolů jsme zahájili pokusy o vypálení celého otisku. Proces vypalování je vyobrazen na obr. č. 3, kde již vypálená část je znázorněna červeně.



Obrázek 3: Proces vypalování otisku.

Při tomto procesu jsme narazili na několik **problémů**:

1. Pohyb vypalovacího laseru po materiálu je řízen krokovými motory, které způsobují značné vibrace. Z tohoto důvodu je nutné materiál pevně připevnit k základně. Následně je vhodné pomocí příkazu **Box locating** vytyčit oblast vypalování. Po zvolení příkazu **To the center** pak bude vypalování umístěno do této vytyčené oblasti. V opačném pořadí příkazů dochází k deformaci výstupního obrazu.
2. Krokové motory občas z ničeho nic přeskočí o krok vedle, což vede k znehodnocení celého výsledku. Tato situace nastávala poměrně často (cca 2 z 5 případů). Není výjimkou, že výsledný vypálený obraz uskočí těsně před koncem vypalování. To je vzhledem k době trvání vypálení jednoho otisku značně frustrující. Obrázek č. 4 zachycuje tento jev, na jehož příčinu se nám nepodařilo přijít.
3. Obrázek s otiskem je potřeba orientovat tak, aby špička prstu směřovala nahoru v ose y. Při pokusu o urychlení procesu a pootočení otisku o 90 stupňů došlo kvůli nepřesnosti synchronizace laseru a motorů k nekonzistence v navazování papilárních linií.



Obrázek 4: Znehodnocená forma úskokem motorů.

V následujících odstavcích budou popsány dosažené výsledky a nastavení intenzity laseru pro jednotlivé materiály.

5.3.1 Balza

Na obrázku č. 5 jsou seřazeny jednotlivé pokusy o vytvoření otiskovací formy z balzy. Vzorky jsou seřazeny zleva doprava, podle použité intenzity laseru (10, 17, 23, 40). Při použití intenzity 23 a 40 je výsledná forma nepoužitelná, protože výsledek neobsahuje potřebné papilární linie, ale pouze spálený flek. Při nižších intenzitách se však nepodařilo dosáhnout potřebné hloubky linií pro tvorbu otisku.



Obrázek 5: Otiskovací formy z balzy.

5.3.2 Sololit

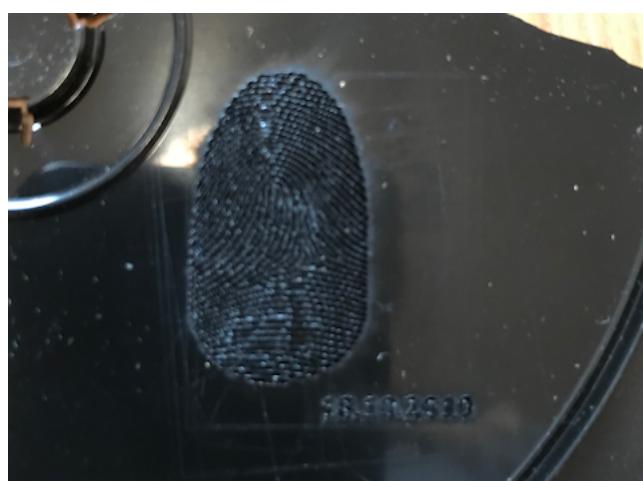
Při pokusu o vypálení otisků do sololitu byly použity intenzity laseru: 40, 80, 120. (obr. č. 6) Při maximální intenzitě 120 byl výsledný otisk značně spálený. Při intenzitě 40 je otisk sice celý kontinuálně vypálen, avšak jeho hloubka není dostatečná. Ideální hodnota se pohybuje v rozmezí 60 - 80. Vzhledem k povaze materiálu je forma náchylná na vlhkost a není vhodná pro tvorbu falzifikátů z tekutin, které mají tendenci se nasáknout do dřeva.



Obrázek 6: Otiskovací formy ze sololitu.

5.3.3 Polypropylen

Pro vypalování do polypropylenu byl jako materiál zvolen obal na DVD. To především kvůli dostupnosti, hladkému a lesklému povrchu. Do hladké části černého obalu se podařilo otisk vypálit s intenzitou laseru 37. Do hrubé strany se otisk vypálit nepodařilo ani s maximální dostupnou intenzitou. Výsledná otiskovací forma (viz. obr. č. 7) dosahuje poměrně uspokojivých výsledků. Hloubka papilárních linií je dostatečná, avšak v husté oblasti linií má materiál tendenci se spékat. Zápach, který vzniká při vypalování není tak hrozný jako v případě PVC.



Obrázek 7: Otiskovací formy z polypropylenu.

5.3.4 PVC

Otiskovací formy vyrobené z reklamních materiálů, kterou jsou vytvořeny PVC dosahovaly nejlepších výsledků. Jako vhodná intenzita laseru byla na základě experimentů určena hodnota 37. Při tomto nastavení je hloubka papilárních linií dostačující pro tvorbu odlitků (viz. obr. č. 8).

Vzhledem k povaze materiálu je formu možné opakovaně bez poškození používat. U tohoto materiálu jsme nenašli žádné problémy, které se vyskytovaly u výše popsaných případů. Jedinou nevýhodou je, že vypalování do tohoto materiálu způsobuje značný zápach.



Obrázek 8: Otiskovací formy z PVC.

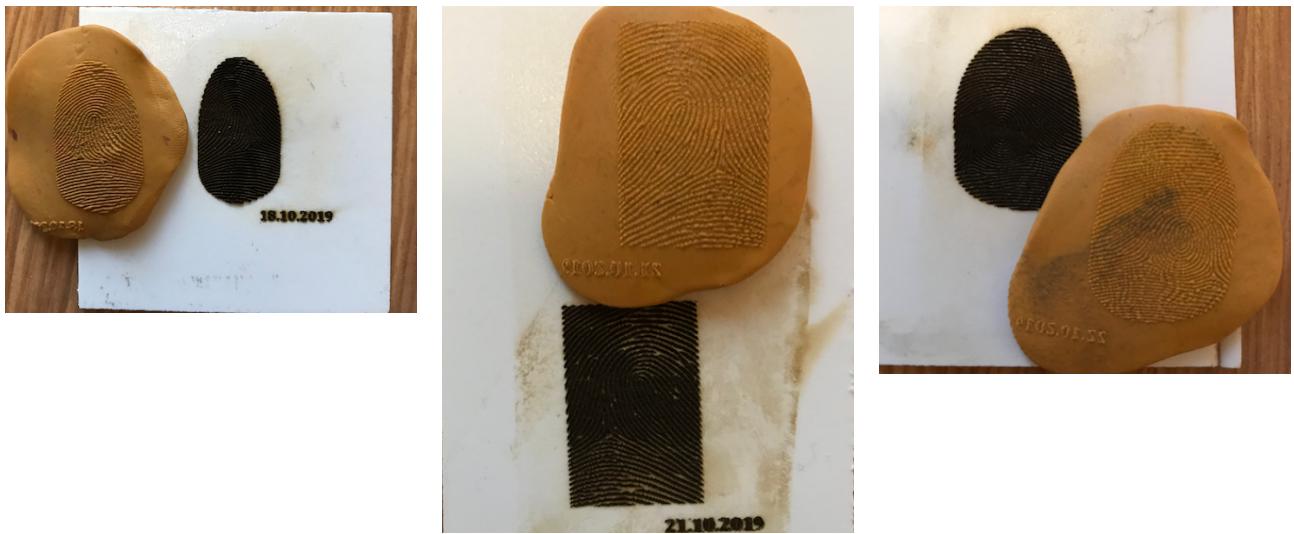
6 Dosažené výsledky

V této sekci jsou prezentovány nejlepší dosažené výsledky. Jako metoda pro ověření, zda je z otiskovací formy možné vytvořit původní otisk, bylo zvoleno obtisknutí do modelovací plastelíny. Ta byla vzhledem ke své elasticitě a mastnotě ideální, jelikož se s výjimkou balzy vůbec nelepila na formu.

Pokusy byly provedeny i se samotvrchnoucí hmotou. Její struktura však není pro tyto účely ideální a má tendenci se drobit. S tímto materiálem se nepodařilo otisk od formy jednolitě oddělit a došlo k poškození otiskovací formy.

6.1 Otisky z PVC formy

Nejlepší otisky byly obtisknuty z PVC formy. Struktura otisků dosahuje uspokojivých výsledků. (viz. obr. č. 9) Papilární linie mají jednolitou strukturu a dostatečnou hloubku.



Obrázek 9: Otisky z PVC formy

6.2 Otisky z polypropylen formy

Otisk pořízený z polypropylen formy (viz. obr. č. 10) není nejhorší. Nedosahuje však takové kvality jako PVC forma. Struktura papilárních linií je v některých částech lehce poškozena, kvůli spečení formy.



Obrázek 10: Otisk z polypropylen formy.

6.3 Otisky z formy ze sololitu

Obtisknutí plastelíny do sololitu sice vytvořilo otisk, jehož struktura vypadá přijatelně. Hloubka papilárních linií je však oproti PVC cirka poloviční (viz. obr. č. 11).



Obrázek 11: Otisk z formy ze sololitu.

7 Závěr

Cílem projektu bylo vytvořit otiskovací formu, která by na základě dodaného obrázku syntetického otisku prstu umožnila vytvoření jeho odlitku. Otiskovací forma byla pomocí gravírovacího zařízení vypálena do vybraných typů materiálů. Bylo potřeba provést experimenty s jednotlivými materiály a zvolit vhodné nastavení gravírovacího zařízení.

Během vypalování bylo potřeba řešit několik problémů, jako jsou úskoky motoru gravírovacího zařízení nebo zprovoznění potřebného softwaru.

Nejlepších výsledků dosáhly formy vypálené do PVC a polypropylenu. Naopak se ukázalo, že balza je jako materiál pro vypalování zcela nevhodný.

Možnost zpětné rekonstrukce otisků byla ověřena pomocí obtisku do modelovací plasteliny.