

Souhrnná zpráva z realizace projektu

Projekt: Průzkum slepotiskové výzdoby knižních vazeb z Piaristické knihovny v Litomyšli pokročilými 3D technologiemi

Registrační číslo projektu: SGS_2018_017

Hlavní řešitel: Ing. Jiří Kmošek, Katedra chemické technologie, Fakulta restaurování, Univerzita Pardubice

Spoluřešitel: BcA. Martina Zychová, Ateliér restaurování papíru, knižní vazby a dokumentů, Fakulta restaurování, Univerzita Pardubice

Popis projektu:

Nejrůznější 3D technologie stále častěji nacházejí uplatnění v oblasti péče o kulturní dědictví. Jedná se zejména o technologie 3D akvizice dat (3D skenování), tvorby prostorových modelů (3D tisk, CNC obrábění) nebo nejrůznější prezentační nástroje (např. 3D animace). Stále častěji je diskutována otázka možností reálného zapojení těchto technologií do řešení nejrůznějších restaurátorských projektů. Jako největší překážka pro širší zapojení nejrůznějších 3D technologií do procesu péče o kulturní dědictví je aktuálně výrazný nedostatek kvalitních případových studiích, které by zohledňovaly finanční a odbornou náročnost a kritické zhodnocení použitých metod a dosažených výsledků.

Tento projekt si klade za cíl otestovat metodu 3D skenování s vysokým rozlišením na konkrétním úkolu - průzkumu přibližně 80 slepotiskových výzdobných prvků pokryvů knižních vazeb z Piaristické knihovny v Litomyšli. V současné době je za účelem dokumentace a vzájemného porovnávání slepotiskových výzdobných prvků pokryvů knižních vazeb používána metoda frotážování. Bohužel metoda frotážování neumožňuje zachytit detailní morfologické informace slepotiskové výzdoby, nezohledňuje hloubku reliéfu, a tudíž neumožňuje ani přesné vzájemné porovnání těchto zdobných prvků.

V rámci této případové studie bude soubor předem vybraných pokryvů knižních vazeb dokumentován 3D skenerem ATOS Compact Scan 5M s rozlišením 0,05 mm. Data získaná 3D skenováním budou následně upravena do statisticky zpracovatelné formy. Jednotlivé slepotiskové výzdobné prvky ve formě polygonálních sítí budou vzájemně porovnány v softwarech GOM Inspect a Geomagic design X s cílem rozpoznat drobné odchylky tvarů, způsobené různými druhy raznic a způsoby jejich aplikace. Závěrečné statistické vyhodnocení bude spočívat ve výpočtu tvarových odchylek jednotlivých slepotiskových zdobných prvků. Součástí průzkumu bude i určení datace a provenience zkoumaných knižních vazeb a chemicko-technologický a restaurátorský průzkum zkoumaných pokryvů knižních vazeb. Výsledky získané 3D průzkumem budou vyhodnoceny společně s výsledky chemicko-technologického a restaurátorského průzkumu.

Cíle projektu:

- Hlavním cílem projektu je rozlišení mezi různými, na první pohled identickými, druhy slepotiskových raznic, které byly použity při výzdobě povrchů barokních knižních vazeb.
- Dokumentace přibližně 80 slepotiskových výzdobných prvků různých knižních vazeb pomocí technologie 3D skenování s vysokým rozlišením.
- Vyhodnocení získaných 3D skenů prostřednictvím speciálních 3D softwarů, následné porovnání jednotlivých morfologických znaků a statistické vyhodnocení získaných výsledků.
- Určení datace a provenience zkoumaných knižních vazeb.
- Chemicko-technologický a restaurátorský průzkum zkoumaných knižních vazeb s cílem charakterizovat použité materiály a konstrukční detaily knižní vazby.

Průběh realizace a metodika řešení projektu:

Tato studie se zaměřila na dokumentaci šesti různých knižních vazeb z Piaristické knihovny v Litomyšli, pocházející ze šestnáctého a sedmnáctého století. Historické knižní vazby byly pokryty tříslučinnými usněmi a jirchami ze skopovice, vepřovice a kozlečiny.

Hlavním cílem této studie byl výběr nejvhodnější technologie 3D akvizice a následného zpracování dat pro dokumentaci souboru výjimečných slepotiskových zdobných prvků knižních vazeb. Dalším cílem bylo vytvořit 3D dokumentaci vybraných knižních vazeb ve vysokém rozlišení. Při realizaci projektu byla věnována velká pozornost zhodnocení časové a finanční náročnosti zhotovené 3D dokumentace tohoto typu.

V této studii byly testovány čtyři různé skenovací technologie, které jsou v současné době dostupné na trhu a využívající pro tvorbu 3D modelů různé akviziční technologie. Technické detaily těchto 3D skenovacích technologií jsou sumarizovány v tabulce 1. Kategorii ručních skenerů se strukturovaným bílým světlem zastupoval skener Artec Spider od společnosti Artec. Testovaný FARO SCANARM® s FaroBlu s FaroBlu Laser Line Probe od FARO Technologies zastupoval skupinu laserových skenerů s liniovým paprskem, manipulovaných prostřednictvím speciálního 8 cestného ramena. Skupina stacionárních skenerů se strukturovaným světlem ve formě LED paprsku je zastoupena skenerem ATOS Compact Scan od společnosti GOM a SmartSCAN od Aicon 3D Systems. Rozlišení použitých kamer bylo ve všech případech 5 mpix. 3D rozlišení a 3D přesnost byly velmi důležité parametry při posuzování výsledné kvality a rozlišení 3D skenů. 3D rozlišení je schopnost skenovacího systému rozlišit detail objektu, které je skenován. V testovaných skenerech se hodnoty 3D rozlišení pohybovaly od 10 do 100 μm . 3D přesnost označuje rozsah chyby vlastního měření. V tomto případě se hodnoty 3D přesnosti pohybovaly mezi 4 a 30 μm . Tyto dva parametry byly více méně závislé na rozlišení kamery a zároveň na skenovacím objemu. Skenovací objem definuje oblast skenování a liší se při skenování malých

objektů v detailu nebo celých soch. ATOS Compact Scan a SmartSCAN umožňují výměnu skenovací optiky a tím pádem i skenování malých i velkých objektů v odpovídajícím rozlišení za použití jednoho 3D skeneru.

Šest vybraných knižních vazeb bylo skenováno pomocí tří různých 3D skenerů a tím bylo zhotoveno 18 různých 3D modelů. Kvůli srovnatelným technickým parametrům a podobnosti skenovací technologie byla ve skupině stacionárních skenerů se strukturovaným světlem testována pouze technologie ATOS Compact Scan. Skenování ve většině případů zabralo několik minut nebo desítek minut. V případě systému ATOS byly referenční body umístěny kolem skenovaného objektu a pro každou knižní vazbu bylo pořízeno několik skenů z různých úhlů pohledu. Následné zpracování a vyhodnocení dat bylo prováděno pomocí softwaru Geomagic Design X a sestávalo z operací jako: spojení jednotlivých skenů, převodu mračna bodů do polygonových sítí, vyplňování děr a defektů, optimalizaci sítí a kalkulaci objemů a prostorových parametrů vytvořených 3D modelů.

Tabulka 1 Parametry testovaných 3D skenovacích technologií.

Typ skeneru	Artec Spider®	FARO SCANARM® s FaroBlu Laser Line Probe	ATOS Compact Scan	SmartSCAN-HE
Výrobce	Artec	FARO Technologies, Inc.	GOM	Aicon 3D Systems
Skenovací technologie	ruční skenere využívající strukturované světlo	lineární laserový skener s pohyblivým ramenem	stacionární skener se strukturovaným světlem	stacionární skener se strukturovaným světlem
Světelný zdroj	modré LED světlo	laser třídy 2	modré LED světlo	modré LED světlo
Skenování textury	ano, rozlišení 1,3 mpx	ne	ne	ne
Rozlišení kamery	5 mpx	-	5 mpx	5 mpx
3D rozlišení	100 μm	25 μm	20 μm	10 μm
3D přesnost	30 μm	5 μm	5 μm	4 μm
Skenovací objem	90x70 mm až přibližně 1 m	80x80 mm až přibližně 1 m	45x35 mm až 1200x1000 mm	25x20 mm až 500x380 mm
Manipulace	manuální	8 cestné pohyblivé rameno	tripod	tripod
Přibližná cena	20 000/25 000 €	35 000/60 000 €	40 000/70 000 €	40 000/60 000 €

Srovnání výsledných 3D skenů

Pokud se zaměříme na detail různých 3D skenů, můžeme pozorovat, že nejlepšího rozlišení bylo docíleno s technologií ATOS Compact Scan. Rozlišení skenu při použití skeneru Artec je nedostatečné a FARO technologie poskytuje dobré rozlišení, ale vykazuje problém s modelováním detailních morfologických rysů. Detaily modelů získané z různých skenovacích technologií jsou vyobrazeny na obrázku 1. Na binárním grafu (obrázek 2) je srovnání poměru velikosti a počtu polygonů jednotlivých skenovacích technologií. Poměr mezi velikostí skenu a počtem polygonů je nejvyšší v případě 3D skenů pořízených technologií ATOS Compact Scan. Průměrná velikost modelu vytvořeného technologií

ATOS se pohybuje okolo 500 MB a obsahuje kolem třech milionů trojúhelníků. Na základě těchto zjištění byla technologie ATOS Compact Scan vybrána jako nejvhodnější pro další experimentální práci.

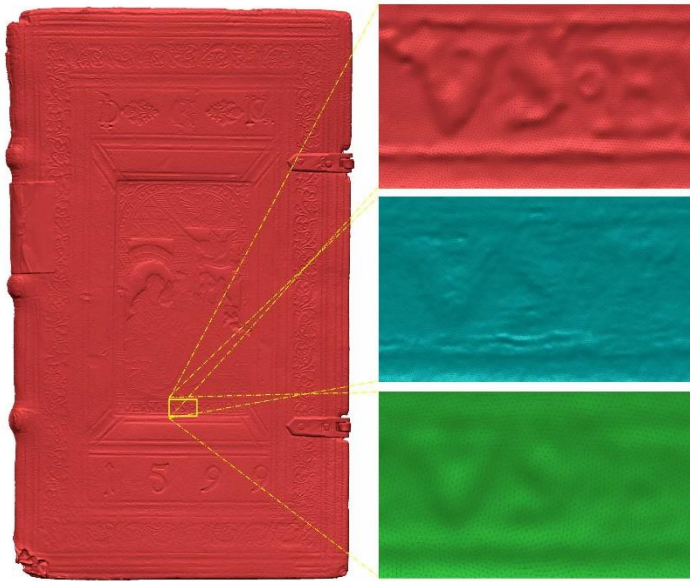
Vyhodnocení 3D dat

Na obrázku 3 je vyobrazen detail naskenované knižní vazby pomocí ATOS Compact Scan s barevně zvýrazněnými výškovými rozdíly. Rozdíl mezi nejvyššími a nejnižšími bory reliéfu modelu je menší než 2 mm. Rozdíl v kvalitě a vypovídající hodnotě výstupů ze současně používané techniky frotáže a vytvořeným 3D modelem je jednoznačný (obrázek 4).

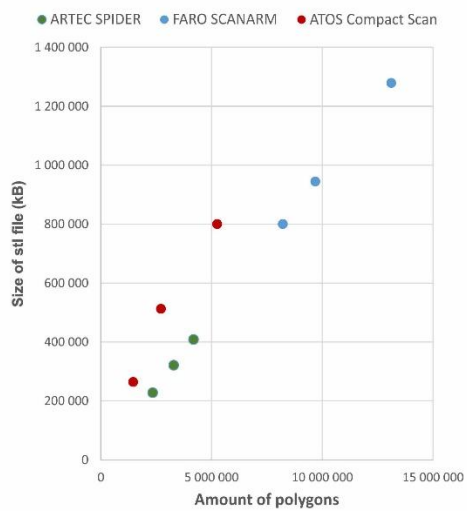
Geomagic Design X software umožňuje při zpracování a vyhodnocení 3D skenů měření jejich tvarových odchylek. Tato část studie zatím nebyla plně vyhodnocena, ale jak je možné vidět na obrázku č. 5, je to velmi užitečná technologie pro vzájemné porovnávání různých výzdobných prvků. Tato část studie bude dále rozpracována s cílem použít přesnější skenování pro srovnání typologicky podobných výzdobných prvků. Tato metoda se jeví jako velmi vhodná pro diskusi různé provenience studovaných knižních vazeb nesoucí podobné nebo shodné slepotiskové zdobné prvky. Získané 3D skeny nebo jejich detaily mohou být zároveň použity jako přesné předlohy pro zhotovení kovových raznic pro slepotiskovou výzdobu a to kombinací technologií 3D tisku modelů pro následné odlévání nebo CNC obrábění. Tyto nástroje jsou obvykle používány restaurátory, kteří vytvářejí repliky nebo kopie historických knižních vazeb.

Závěr

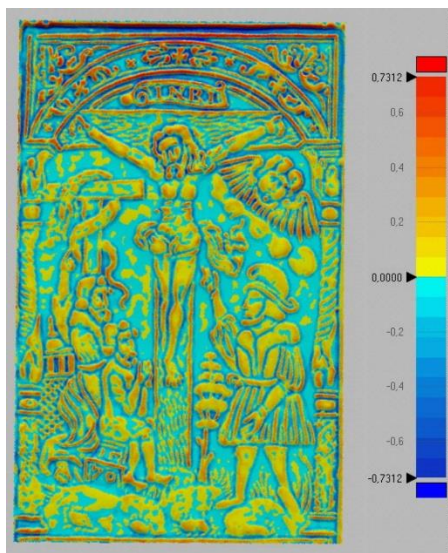
Ze série uskutečněných experimentů vyplývá, že technologie 3D skenování s vysokým rozlišením je výkonným nástrojem pro tvarovou dokumentaci usňových povrchů knižních vazeb a dalších objektů kulturního dědictví. Jako nejvhodnější a nejvýkonnější skenovací technologie byl pro malé skenovací objemy vyhodnocen ATOS Compact Scan, případně AICON SmartSCAN. Tato metoda digitálního zpracování dat umožňuje široké spektrum možností ve srovnání s tradičně používanými technikami, například frotážování. Slabostí této technologie je velmi časově náročná následná editace dat, která vyžaduje hodiny a hodiny práce s počítačem. Projekt bude v blízké době pokračovat podrobnějším vyhodnocením získaných 3D dat s cílem nalézt způsob jednoduchého a efektivního porovnávání morfologických rozdílů zdobných prvků.



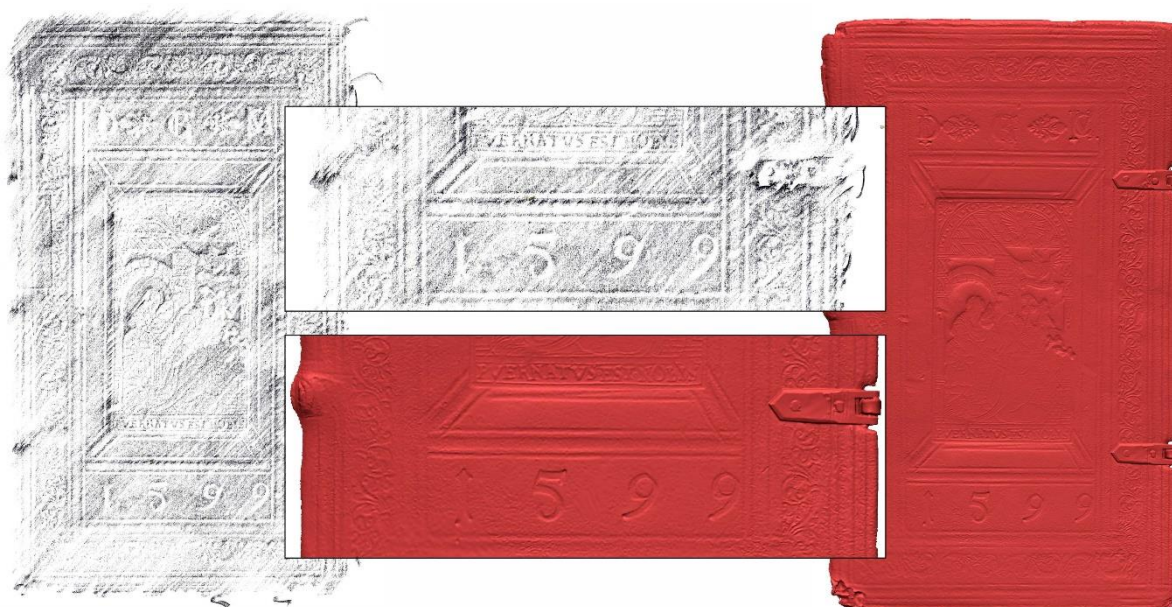
Obrázek 1 Detaily 3D modelů knižního usňového pokryvu získané technologiemi ATOS (červeně), FARO (modře) and Artec (zeleně).



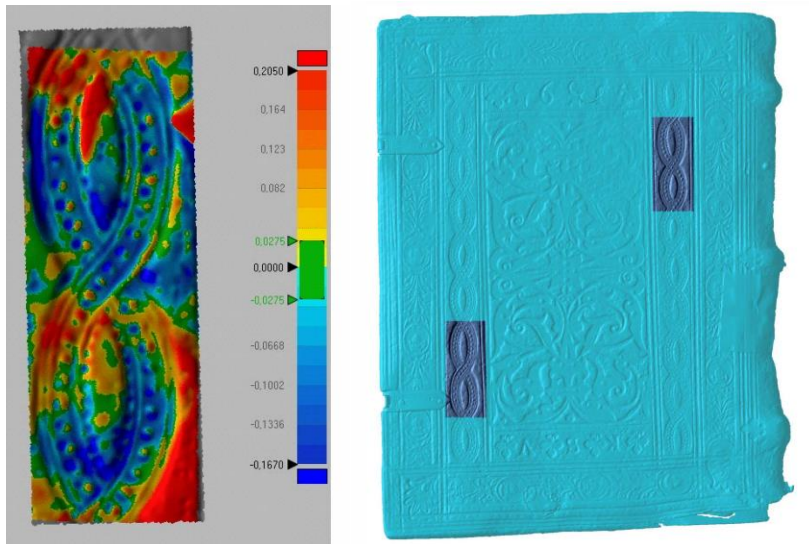
Obrázek 2 Binární diagram poměrů velikosti 3D skenů a počtu polygonů u skenů získaných různými skenovacími technologiemi.



Obrázek 3 Naskenovaný detail knižního pokryvu technologií ATOS Compact Scan s barevně zvýrazněnými výškovými úrovněmi.



Obrázek 4 Srovnání výstupu dokumentace slepotiskové výzdoby knižního pokryvu technikou frotáže s 3D modelem vytvořeným technologií ATOS Compact Scan.



Obrázek 5 Ukázka srovnání vybraných slepotiskových zdobných prvků v software Geomagic Design X.

Poděkování

Velký dík náleží všem, kdo se podíleli na realizaci tohoto projektu, ale zejména spolupracující společnosti MCAE Systems, s.r.o., ABBAS, a.s., PRIMA Bilavčík s.r.o., 3Dees Industries s.r.o., Hexagon Manufacturing Intelligence a také kolegové z Fakulty restaurování - Martina Zychová, Radomír Slovík a Ivan Kopáček.

V Litomyšli, dne 28. 1. 2019

Ing. Jiří Kmošek