FORUM / 2022 / ROČ. XII / Č. 1

PRO KONZERVÁTORY-RESTAURÁTORY
FORUM FOR CONSERVATORS-RESTORERS

2022 / Vol. XII / No. 1
Peer-reviewed open access journal

Chief editor: Ing. Alena Selucká
Editors: Mgr. Pavla Stöhrová, Mgr. Jana Fricová

Editorial Board:
Ing. Ivo Štěpánek (Head of Editorial Board)
doc. Dr. Ing. Michal Ďurovič
akad. mal. Igor Fogaš
Ing. Pavel Jirásek
Ing. Jan Josef
doc. akad. soch. Petr Kuthan
prof. RNDr. Jiří Příhoda, CSc.
Ing. Radka Šefců
Mgr. Pavla Stöhrová (Secretary)

Open acces since 2019 available for free
on https://mck.technicalmuseum.cz/casopis-fkr/
The journal is indexed and abstracted in EBSCO.

Published by:
Technické muzeum v Brně
Purkyňova 105, 612 00 Brno, Czech Republic

Contact for communication:
fricova@tmbrno.cz / stohrova@tmbrno.cz / selucka@tmbrno.cz

© Technické muzeum v Brně, 2022
ISSN (Online) 2571-4384
ISSN (Print) 1805-0050

TECHNICKÉ MUZEUM V BRNĚ

METODICKÉ CENTRUM KONZERVACE

PRŮZKUM RUKOPISU Z 18. STOLETÍ POMOCÍ VIDEOSPEKTRÁLNÍHO KOMPARÁTORU A RADIOGRAFIE

Petra Vávrová • Jitka Neoralová • Marie Benešová
Andrei Kazanskii • Tomáš Blecha • Magda Součková
Dana Novotná • Rita Lyons Kindlerová • Josef Blaho

(Petra.Vavrova@nkp.cz)

Národní knihovna ČR

Příspěvek ukazuje průzkum rukopisu ze Slovanské knihovny Národní knihovny ČR. Tento průzkum byl proveden v rámci projektu NAKI II DG18P02OVV024 s názvem „Využití zobrazovacích metod pro studium skrytých informací v knihách". Tento projekt se věnoval možnostem zobrazení skrytých informací v knihách. Cílem bylo zmapování možností a bezpečnosti vybraných neinvazivních zobrazovacích technologií k získání informací z nečitelných textů, informací skrytých v knižní vazbě nebo v použitém materiálu. V rámci projektu byl proveden průzkum vybraných knihovních jednotek ze Slovanské knihovny. Účelem projektu bylo omezení invazivních zásahů na knižní vazbě a rozšíření povědomí o těchto analýzách, které se mohou stát běžnou součástí historických výzkumů i restaurátorských průzkumů. V příspěvku jsou krátce představeny metody – multispektrální analýza a radiografie použité pro průzkum s jejich možným využitím a přednostmi. V závěru jsou ukázány konkrétní výsledky z průzkumu rukopisu pomocí videospektrálního komparátoru VSC 8000 a rentgenovou sestavou. Průzkum rukopisu videospektrálním komparátorem byl zaměřen na vlepené fragmenty cyrilského rukopisu ve vazbě knihy, mechanicky odstraněné a retušované texty. Rentgenovou soustavou byl zkoumán stav vazby knihy, kování, struktura knihy.
Klíčová slova: nedestruktivní zkoumání, rukopis, Slovanská knihovna, videospektrální komparátor, multispektrální analýza, radiografie

SURVEY OF AN 18TH CENTURY MANUSCRIPT USING A VIDEO SPECTRAL COMPARATOR AND RADIOGRAPHY
The paper shows the research of a manuscript from the Slavonic Library of the National Library of the Czech Republic. This survey was carried out within the NAKI II project DG18P02OVV024 entitled "Using imaging methods for the study of hidden information in books". This project focused on the possibilities of displaying hidden information in books. The aim was to map the possibilities and safety of selected non-invasive imaging technologies to obtain information from unreadable texts, information hidden in the book binding or in the material used. The project included a survey of selected library units from the Slavonic Library. The purpose of the project was to reduce invasive interventions on bookbinding and to increase awareness of these analyses, which can become a common part of historical research and restoration surveys. The paper briefly introduces the methods - multispectral analysis and radiography used for the survey with their possible applications and advantages. In conclusion, specific results from the survey of the manuscript using the VSC 8000 video-spectral comparator and the X-ray set-up are shown. The survey of the manuscript with the video spectral comparator focused on the inserted fragments of the Cyrillic manuscript in the binding of the book, mechanically removed and retouched texts. The X-ray system was used to examine the condition of the book binding, fittings, and the structure of the book.
Key words: non-destructive examination, manuscript, Slavonic Library, video-spectral comparator, multispectral analysis, radiography

Několikaleté úsilí věnované nalezení bezpečných a neinvazivních metod zobrazování skrytých informací v knihách v rámci národního projektu NAKI II DG18P02OVV024 „Využití zobrazovacích metod pro studium skrytých informací v knihách" bylo završeno v certifikovaných metodikách [VÁVROVÁ, 2022; VÁVROVÁ, 2022], odborných článcích a nakonec výstavou v prostorách Klementina. Zobrazovací metody, jimiž se identifikují materiály, jejich fyzický stav, zviditelňují skryté nebo odstraněné informace, byly v minulých letech součástí českých i zahraničních výzkumných projektů [CHABRIES, 2003], ale téměř výhradně se zaměřovaly na výtvarné umění, respektive barevné vrstvy. Kromě výtvarných děl byly zkoumány možnosti zobrazovacích metod [Hradilová – Hradil, 2015] také u archeologických nálezů nebo dílčím způsobem u předmětů z muzejních sbírek [Havlínová, 2010; Perlík, 2005]. Projekt vycházel nebo byl inspirován výsledky z těchto výzkumů a částečně také z forenzních aplikací. Aplikace zobrazovacích metod na průzkum knihovních fondů je ale v současné době nová a na území ČR i v zahraničí detailně nezpracovaná.
Cílem projektu bylo především nalezení neinvazivních zobrazovacích metod sloužících k získání skrytých informací. U vybraných metod byly zkoumány jejich možnosti zobrazování a bezpečnosti vůči knihovním jednotkám. Také byl proveden průzkum uceleného knihovního fondu Slovanské knihovny, která patří mezi největší a nejvýznamnější slavistické knihovny v Evropě. Získaná data byla následně poskytnuta pro vědecko-historický výzkum. Součástí projektu byla také metodika normalizace, ladění a komparace digitálních snímků rozdílných zobrazovacích technik.

SKRYTÉ INFORMACE

Hodnota knihovních dokumentů tkví především v jejich schopnosti nést informace. V knihovních fondech je mnoho exemplářů nesoucích skryté informace, které nemusí být pouhým okem patrné. Skryté jsou ve struktuře knižní vazby, ve vrstvách materiálů nebo pod mladšími úpravami a restaurátorskými zásahy. Informace zaznamenaná na papíru bývá skryta i v případě, kdy dojde ke slepení archů, spečení ohněm, vodou a jinými látkami či působením mikroorganismů. Dalším skrytým prvkem jsou například nečitelné texty způsobené chemicko-fyzikálními příčinami, cíleně odstraněné nebo zneviditelněné působením uživatele knihy. Mohou jimi tedy být například přípisky, poznámky, provenienční znaky a jiné textové či obrazové informace, které byly často záměrně odstraněny nebo poškozeny degradací materiálu.
Tyto skryté informace lze získat pomocí prozařovacích a ozařovacích technologií využívajících různé vlnové délky záření a takto nedestruktivně proniknout pod povrch vnějších vrstev k vnitřním strukturám a konstrukčním prvkům knižní vazby. K neinvazivnímu nedestruktivnímu zkoumání knihovních exemplářů bez porušení struktury knižní vazby jsou používány specializované přístroje, které umožňují průzkum

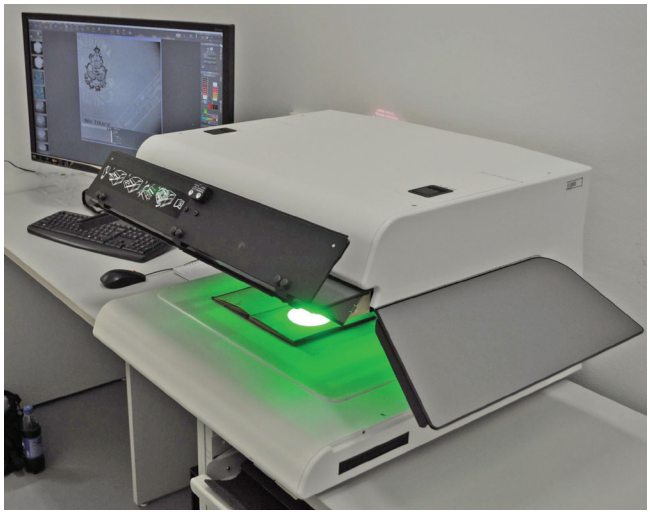
zkoumaného exempláře a záznam v digitální formě. Podstatnou částí průzkumu a následné dokumentace jsou i grafické úpravy pořízených snímků, které zvyšují jejich čitelnost a usnadňují interpretaci zviditelněných informací. Správná interpretace je důležitá z hlediska vědeckého výzkumu, materiálové analýzy a restaurátorského průzkumu. Restaurátorům či konzervátorům pak tyto zviditelněné informace usnadní rozhodování, jaké kroky bude, či nebude nutné pro záchranu knihy provést a jak o knihu pečovat.

ZVOLENÉ ZOBRAZOVACÍ METODY PRO PRŮZKUM RUKOPISU

Na základě testování zobrazovacích možností a bezpečnosti jednotlivých zkoušených přístrojů byly vybrány pro průzkum knihy jako nejvhodnější přístroje videospektrální komparátor VSC 8000 pro multispektrální analýzu a rentgenová soustava pro radiografii.

Videospektrální komparátor VSC 8000

Videospektrální komparátor VSC 8000 (obr. 1) je tvořen složitým systémem zdrojů světla a optických filtrů pomocí kterých lze pozorovat dokument v široké škále vlnových délek, a to v UV oblasti (ultrafialové záření), v oblasti VIS (viditelného světla), ale i v blízké IR (infračervené záření) oblasti. Z toho vyplívá, že VSC 8000 je ideálním nástrojem pro multispektrální pozorování. Podstatou multispektrálního zkoumání je snímkování vzorků při různých vlnových délkách světla za použití různých filtrů a zdrojů. Ve výsledku multispektrální analýzou získáváme řadu snímků, na kterých mají hledané prvky odlišné zobrazení, což vede k jejich správné interpretaci na základě porovnání. Zpracovávání výsledků se provádí pomocí specializovaného softwaru, který umožňuje segmentaci obrazu, prahování, sčítání nebo odčítání jednotlivých obrazů atd. Tímto postupem lze získat maximální množství informací o historickém vzorku a docílit lepšího výsledku například v průběhu zviditelnění skrytého nebo špatně čitelného textu v knize [Cosentino, 2014; Bacci, 2006].



Obr. 1 *Přístroj VSC 8000 s příslušenstvím / Instrument VSC 8000 with accessories*

Rentgenová sestava

Rentgen umožňuje zobrazit prvky knižní vazby nacházející se pod povrchem a zkoumat jejich stav včetně možné degradace. Radiografie je nedestruktivní zobrazovací metoda, která slouží k zobrazování vrstev materiálů, vnitřních částí předmětů (stav a struktura knižní vazby), ale i k vyhledávání nehomogenit, vad, dutin apod., které jsou jinými prostředky nezjistitelné bez destrukce knihy. Metoda je založena na různé schopnosti materiálů pohlcovat rentgenové záření.
Rentgenová sestava (obr. 2), kterou byla Národní knihovna ČR v rámci projektu vybavena, se skládá z PC systému, ovládací jednotky a odstíněné kabiny. V kabině se nachází zdroj RTG záření a plochý digitální detektor.

Obr. 2 *Kabina s rentgenovou soustavou / Cabin with X-ray system*

VÝSLEDKY METOD

Videospektrální komparátor se osvědčil jako velmi výkonný pomocník při zviditelňování poškozených textů a zlomků textů ve vazbě. Lze vysledovat obecné principy pro zobrazování textů pod povrchem či další vrstvou a fragmenty psací látky na povrchu. Snímání ve vlnových délkách zhruba okolo 800 nm a výše umožňuje zviditelnit texty pod slabým materiálem jako je papír. Úspěšně se tak dají zobrazit zlomky ve formě křidélek či výlepů vnitřních stran desek. Naopak vybledlé či mechanicky odstraněné texty, ovšem se zbytky psací látky na povrchu, lze zvýraznit naopak v záření ultrafialovém. Jsou však situace, kdy se zviditelnění nezdaří. V případě překrytých textů nesmí být vrchní vrstva příliš silná, jinak nelze text zobrazit. I zcela mechanicky odstraněný text již nelze s pomocí videospektrálního komparátoru zviditelnit. Přístroj je vhodné využít při vizuálním potlačení nebo naopak zvýraznění různých barevných vrstev, což můžeme využít při snímkování razítek, různých záznamových prostředků (vpisky, retuše, přepisy, škrty aj.), iluminací a podobně. Další efektivní použití přístroje je například zviditelňování poškozených textů (ohoření, vyblednutí, rozmytí, mechanické poškození), filigránů, biologického napadení (plísně) a zvýraznění reliéfu.
Díky režimu automatického zkoumání lze velmi rychle nalézt nejvhodnější nastavení osvětlení pro zobrazování. Průzkum je rychlý, probíhá v řádech sekund, a nedochází tak k poškození zkoumaných materiálů. Vnitřní prostor boxu lze sice zvětšit zvednutím čela a bočnic, ale větším omezením se ukázala výška boxu snížená o držáky světel. Zvlášť u silných svazků, nad 10 cm, dochází ke stínění nebo je papír příliš blízko u zdroje světla, což jej může ohrozit. Sice je velká část světel v provedení LED, ale jsou zde také halogenové lampy, které výrazně emitují teplo.
Radiografický průzkum knih se ukázal jako vhodný prostředek k průzkumu vazby knihy. Rychle lze určit typ vazby, technologický proces její výroby a její stav. Dále je možné pozorovat vrstevnatost materiálů, nehomogenity v materiálech, materiálové defekty, uchycení jednotlivých prvků ke knize, kování knihy (jeho korozní napadení a průnik kovových korozních produktů do hmoty samotné knihy), nátěry a texty s obsahem těžkých prvků. RTG snímky dřevěných desek lze také využít k datace pomocí dendrochronologie.

NEDESTRUKTIVNÍ PRŮZKUM RUKOPISU Z KONCE 18. STOLETÍ

Zkoumaným objektem byl vzácný rukopis z konce 18. století – *Velikaja i predivnaja nauka b[o]gom,* Lullus Raimundus, který byl půjčen z fondu Slovanské knihovny. Rukopis (obr. 3) s dřevěnými deskami potaženými tmavou usní zdobený rostlinnými motivy a opatřený mladšími sponami z kovu. Ve vazbě jsou druhotně použité fragmenty staršího cyrilského rukopisu. Knižní blok je z papíru, rukopis napsaný černým a rumělkovým inkoustem. Textová část rukopisu je zdobená velkým množstvím iniciál, kreseb, tabulek a filigránů. Obsahově jde o kabalu, rukopis poučuje o Lullově nauce formou otázek a odpovědí.

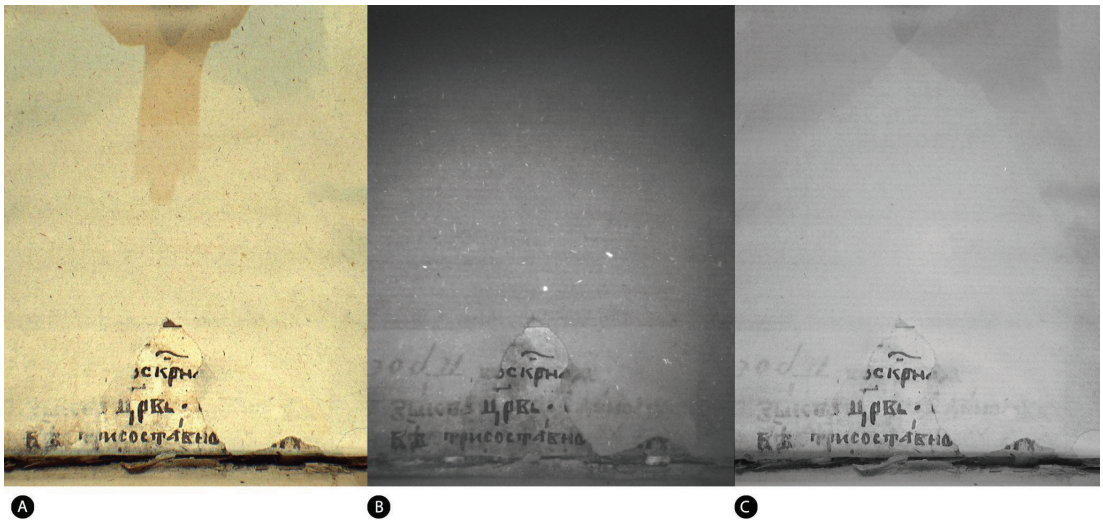
Obr. 3 *Pohled na přední desku rukopisu / View of the front cover manuscript*

Průzkum pomocí VSC 8000

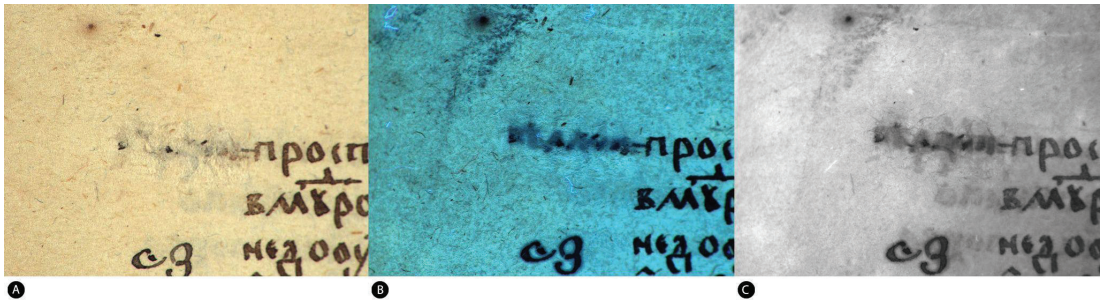
Příklad na obr. 4 ukazuje způsob zobrazení detailu zlomku s textem sekundárně použitého na výlep přídeští, který byl přelepen předsádkovým listem. Pomocí správně vybrané části světelného spektra bodového a širokospektrálního dopadajícího osvětlení s použitím krátkovlnných filtrů, se podařilo text zviditelnit. Text na zlomku se stal čitelným, aniž by bylo nutné krycí papír snímat.

Komplikovanou a zároveň velmi častou skrytou informací jsou mechanicky odstraněné texty. Jako v následujícím případě byl text v knize záměrně vyškrabán (obr. 5A). V případě poškozených, vybledlých či mechanicky odstraněných textů se nejefektivnějším způsobem snímkování často stává nastavení světel v UV oblasti. Prosvítání textu z druhé strany listu při snímkování v IR oblasti působí pro čitelnost rušivě (obr. 5C), ale v UV oblasti jsou kontury písma znatelné bez rušivého vlivu prosvítajícího textu (obr. 5B).

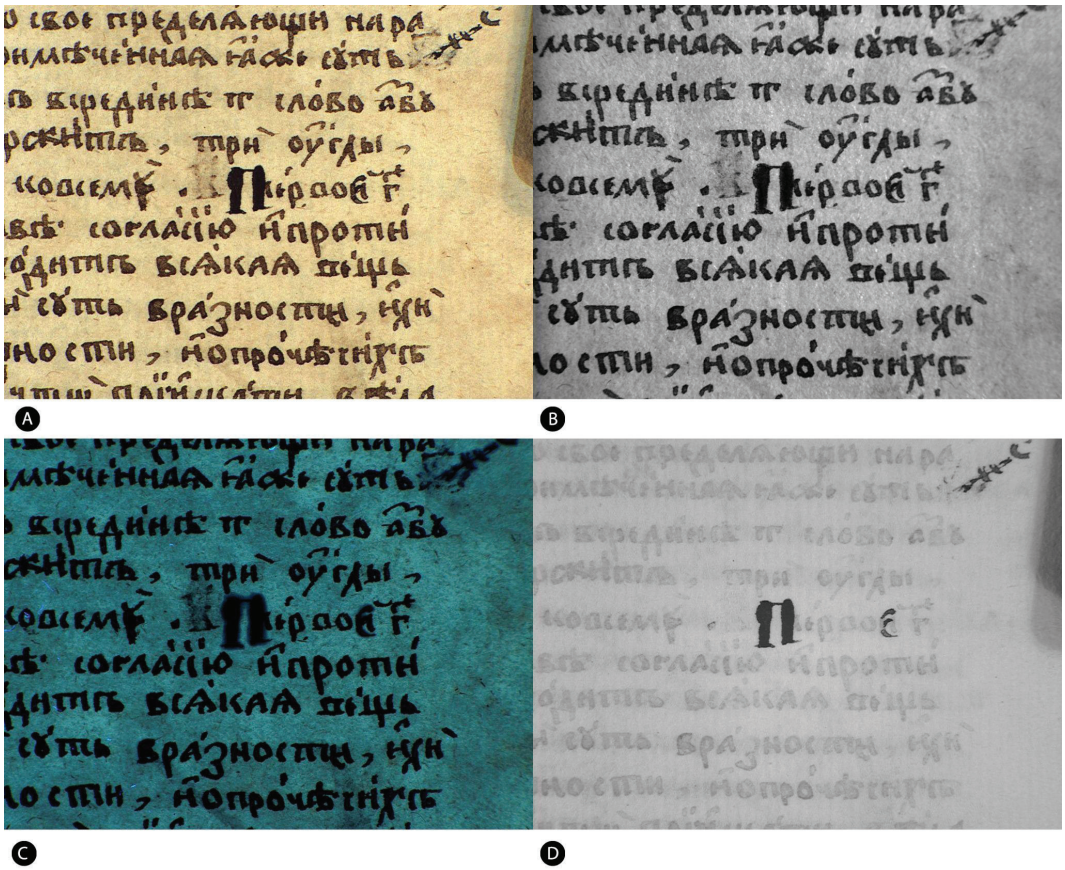
Další zkoumaný prvek na obr. 6 ukazuje zajímavé efekty snímkování v určitých oblastech světelného spektra. V případě užití přesně dané vlnové délky osvětlení (obr. 6B) nejsou oproti viditelnému světlu (obr. 6A) velké rozdíly v čitelnosti. V UV záření dochází ke změně čitelnosti u iniciály „П“ (obr. 6C). Psací látka má odlišný odstín od zbytku textu a kontury jsou rozpité. Stejný efekt vznikl v tazích perem v pravém horním rohu snímku, kde byla evidentně použitá tatáž psací látka. Vyškrabané písmeno je lépe viditelné. Snímek v dopadajícím světle, snímaný přes filtr 925 nm (obr. 6D), zviditelňuje odlišné psací látky ještě výrazněji a potvrzuje retušování textu.



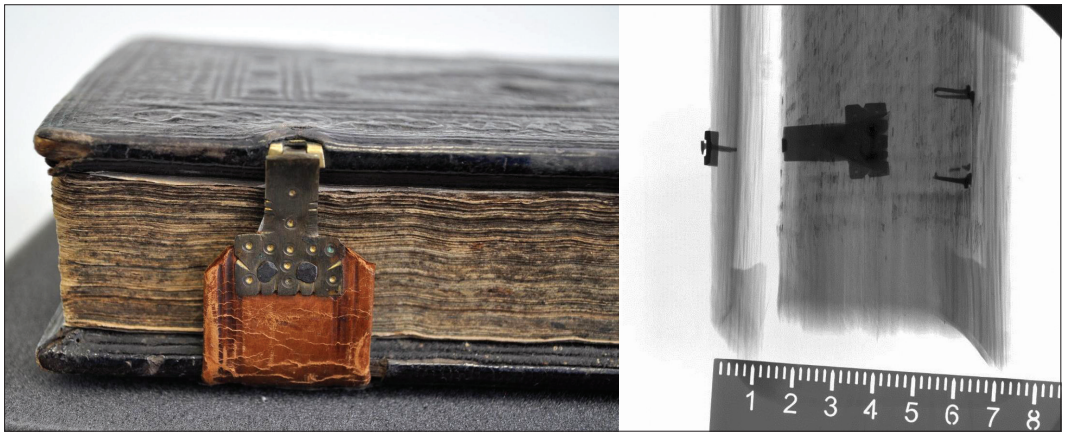
Obr. 4 *Detail sekundárně použitého zlomku. A – širokospektrální dopadající osvětlení s VIS dlouhovlnným filtrem před kamerou; B – bodové osvětlení 380–800 nm s krátkovlnným RG830 filtrem před kamerou; C – širokospektrální dopadající osvětlení s RG925 filtrem před kamerou / Detail of a secondarily used fragment. A – broad-spectrum incident illumination with VIS long-wave filter in front of the camera; B – spot illumination 380–800 nm with short-wave RG830 filter in front of the camera; C – broad-spectrum incident illumination with RG925 filter in front of the camera*



Obr. 5 *Detail mechanicky odstraněného textu. A – širokospektrální dopadající osvětlení s VIS dlouhovlnným filtrem; B – ultrafialové 254 nm osvětlení s dlouhovlnným VIS filtrem; C – bodové osvětlení 400–535 nm s krátkovlnným RG 725 nm filtrem*
Detail of mechanically removed text. A – broad-spectrum incident illumination with VIS long wave pass filter; B – ultraviolet 254 nm illumination with long wave pass VIS filter; C – spot illumination 400–535 nm with short wave pass RG725 nm filter



Obr. 6 *Detail mechanicky odstraněného textu a retuše iniciály „П". A – širokospektrální dopadající osvětlení s VIS dlouhovlnným filtrem před kamerou; B – pásmový filtr 486 nm; C – ultrafialové 312 nm osvětlení s dlouhovlnným VIS filtrem; D – širokospektrální dopadající osvětlení s RG925 krátkovlnným filtrem před kamerou / Detail of mechanically removed text and retouching of the initial "П". A – broad spectrum incident illumination with VIS longwave filter in front of the camera; B – 486 nm bandpass filter; C – ultraviolet 312 nm illumination with VIS longwave filter; D – broad spectrum incident illumination with RG925 shortwave filter in front of the camera*



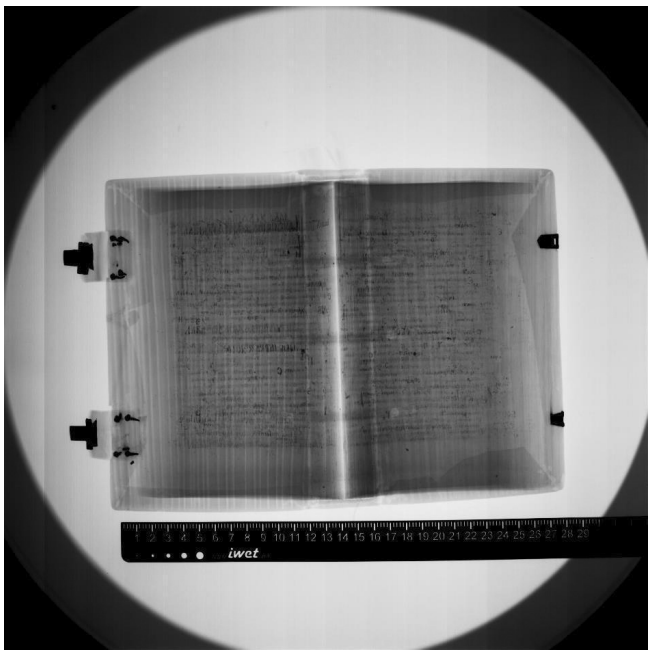
Obr. 7 *Detail zavírání knihy / Detail of book closing*

Radiografický průzkum

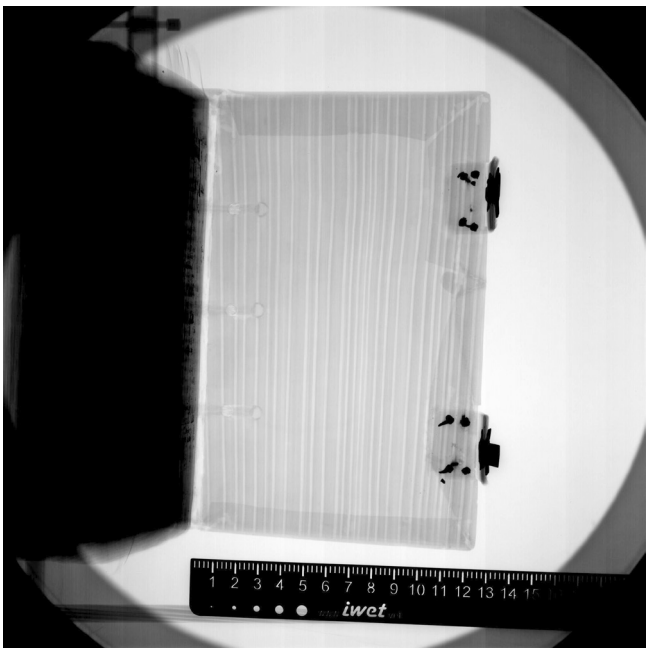
Na obr. 7 je vidět detail zapínání knihy v porovnání s rentgenovým snímkem. Na rentgenovém snímku je vidět způsob uchycení zapínání k desce knihy pomocí kovových hřebíčků. V knižním bloku také vystupují tmavší místa odpovídající části textu, která je napsána červenou barvou. Vysoká schopnost pohlcovat rentgenové záření bude způsobena vyšším obsahem těžkých prvků. Pigmentace tohoto inkoustu byla zřejmě provedená rumělkou (sulfid rtuťnatý).

Vystupující text je lépe vidět na snímku otevřené knihy (obr. 8). Na něm je také opět vidět uchycení zapínání knihy, vazy, struktura dřevěných desek a záhyby koženého potahu desek.

Na snímku samotné zadní desky (obr. 9) je mnohem lépe vidět způsob provedení vazby knihy, přebal desky, kovové části a struktura dřevěných desek, která může sloužit k dataci pomocí dendrochronologické analýzy.



Obr. 8 Otevřená kniha / Opened book



Obr. 9 Zadní deska knihy / Back cover of the book

ZÁVĚR

Projekt NAKI II umožnil výzkumnému týmu NK ČR poznat široké možnosti neinvazivních průzkumů a dokumentace. Průzkum pomocí radiografie a multispektrální analýzy je pro historické, vědecké a umělecké zkoumání knih velkým přínosem, významně rozšiřující znalosti a poznání knihovních dokumentů. Jejich využití je vhodné především tím, že spadají do nedestruktivních metod zkoumání, kdy není potřeba invazivně narušovat knižní vazbu. Vzhledem k prostorovým omezením přístrojů pro specifické postupy dokumentace a maximální velikosti záběru je vhodné provést následné grafické úpravy na snímcích pořízených rentgenovou soustavou a videospektrálním komparátorem ke zvýraznění důležitých informací a ke skládání snímků. Je však nezbytné přistupovat k těmto zásahům s nejvyšší mírou opatrnosti, aby nedošlo ke zkreslení informací.
Vzhledem k současné vysoké poptávce po tomto typu analýz věříme, že se stanou běžnou součástí historických výzkumů i restaurátorských průzkumů, že dojde k omezení invazivních zásahů na knižní vazbě a bude podpořeno kontinuální zvyšování znalostí a stupně poznání jak knižní vazby, příběhů jejích uživatelů, ale i historie lidstva celkově.

PODĚKOVÁNÍ

Tato práce vznikla za podpory Ministerstva kultury ČR v rámci projektu NAKI II s názvem „Využití zobrazovacích metod pro studium skrytých informací v knihách" a identifikačním číslem DG18P02OVV024.

LITERATURA

- BACCI, M. Non-Invasive Instrumentation for Detection and Colour Control of Paintings and Art Works. Archeometriai Mühely, 2006. 3(1), 46–50.
- COSENTINO, A. Identification of pigments by multispectral imaging: a flowchart method. Heritage Science, 2014. 2(8), 1–12, DOI:10.1186/2050-7445-2-8.
- HAVLÍNOVÁ, A. Restaurování přilby sv. Václava. In: *Sborník z Konference konzervátorů a restaurátorů: Uherské Hradiště 2010*. Brno: Technické muzeum v Brně, 2010. ISBN 978-80-86413-72-3. ISSN 1801-1179.
- HRADILOVÁ, J. – HRADIL, D. *Neinvazivní průzkum malířských výtvarných děl radiografickými a rentgen-fluorescenčními metodami*. V Praze: Akademie výtvarných umění, 2015. ISBN 978-80-87108-60-4.
- CHABRIES, D. – Booras, S. – Bearman, G. Imaging the past: Recent applications of multispectral imaging technology to deciphering manuscripts. *Antiquity,* (2003). 77(296), 359–372. doi:10.1017/S0003598X00092346
- MEINLSCHMIDT, P. – MÄRGNER, V. Advantages and Disadvantages of Various Techniques for the Visualization of Watermarks. *Restaurator* [online]. 2009, 30(3) [cit. 2022-06-06]. ISSN 0034-5806. Dostupné z: doi:10.1515/rest.014
- PERLÍK, D. Možnosti a metody nedestruktivního průzkumu ve Středočeském muzeu. In: *Sborník z Konference konzervátorů a restaurátorů: Plzeň 2005*. Brno: Technické muzeum v Brně, 2005, s. 98–103. ISSN 1801-1179.
- VÁVROVÁ, P. a kol. Certifikovaná metodika: Metodika neinvazivního průzkumu knihovních jednotek. *Národní knihovna ČR*, 2022.
- VÁVROVÁ, P. a kol. Certifikovaná metodika: Zviditelňování filigránů v ručním papíru a jejich dokumentace. *Národní knihovna ČR*, 2022.