

ZBORNÍK PRÍSPEVKOV

konferencie CSTI 2013

Conservation Science, Technology and Industry



20. – 22. február 2013

INTERDISCIPLINARITA VO VEDECKOM VÝSKUME
PRI ROZVOJI OCHRANY KULTÚRNEHO DEDIČSTVA

Slovenské národné múzeum

Autorské práva vyhradené. Rozmnožovanie textu, fotografií, peroviek a údajov, len
s predchádzajúcim písomným súhlasom vydavateľa.

Grafické spracovanie zborníka: Vladimír Dvonka, Slovenská technická univerzita

ISBN 978-80-227-3991-7

Nepredajné

Vedecká konferencia s medzinárodnou účasťou

Vedecké práce v recenzovanom zborníku

Recenzenti:

Čeppán, M., Šima, J., Bakoš, D., Homofová, A., Urandová, A.,
Reháková, M., Vizárová, K., Jablonský, M.

20. – 22. február 2013

Slovenské národné múzeum – Výstavný pavilón Podhradie
Bratislava, Žižkova 16

Cieľom konferencie CSTI 2013 je prezentovať nové poznatky konzervačnej vedy z oblasti interdisciplinárnych výskumov a postupov pri ochrane jednotlivých súčastí kultúrneho dedičstva a posilniť interdisciplinárny prístup a výmenu poznatkov a skúseností pri ochrane tohto dedičstva.



**SLOVENSKÁ TECHNICKÁ
UNIVERZITA V BRATISLAVE**
FAKULTA CHEMICKEJ
A POTRAVINÁRSKEJ TECHNOLOGIE



**SLOVENSKÉ
NÁRODNÉ
MÚZEUM**

Programový výbor

Bakoš Dušan, Dr. h. c., prof. Ing., DrSc.

Slovenská technická univerzita

Čeppan Michal, prof. Ing., CSc.

Slovenská technická univerzita

Homoľová Alexandra, PhD.

Slovenská národná galéria

Katuščák Dušan, prof. PhD., PhD.

Slovenská národná knižnica

Katuščák Svetozár, prof. Ing., PhD.

Slovenská technická univerzita

Podušelová Gabriela, PhD.

Slovenské národné múzeum

Ruttkay Matej, PhD., CSc.

Slovenská akadémia vied, Archeologický ústav

Šima Jozef, prof. Ing., DrSc.

Slovenská technická univerzita

Urlandová Andrea, doc. Ing. arch., PhD.

Ústav teórie a dejín architektúry a obnovy pamiatok STU

Vizárová Katarína, doc. Ing., PhD.

Slovenská technická univerzita

Reháková Milena, doc. Ing., PhD.

Slovenská technická univerzita

Organizačný výbor

Jurčíková Ivana, Mgr.

Slovenské národné múzeum

Kaža Katarína, Mgr.

Slovenské národné múzeum

Majchrovičová Viera, PhD.

Slovenské národné múzeum

Jablonský Michal, Ing., PhD.

Slovenská technická univerzita

Reháková Milena, doc. Ing., PhD.

Slovenská technická univerzita

Vizárová Katarína, Doc. Ing., PhD.

Slovenská technická univerzita

OBSAH

Rocco Mazzeo The role of conservation scientists in interdisciplinary team work and appropriate professional training – a national and international perspective	9
Andrea Urlandová Interdisciplinárne vzdelávanie v oblasti ochrany kultúrneho dedičstva – medzinárodné skúsenosti	15
Vizárová Katarína, Reháková Milena Postavenie a úloha konzervačného vedca v súčasnosti na Slovensku	23
Hana Grossmannová, Alena Selucká Metodické centrum konzervace – výzkumné projekty a konzervátorské práce	30
Jana Križanová, Zuzana Machatová, Viera Jančovičová Interdisciplinárny prístup k reštaurovaníu kolorovanej fotografie	35
Petra Vávrová, Lucie Palánková, Hana Sedliská, Magda Součková, Tereza Kašťáková, Jiří Polišenský, Pavel Kocourek, Věra Pospíšilíková Nový přístup k ochraně novodobých fondů Národní knihovny ČR	45
Juraj Kronek, Katarína Vizárová, Soňa Kirschnerová, Svetozár Katuščák Využitie polymérov na ochranu starého papiera	51
Eva Navrátilová, Pavla Rovnaníková Konsolidace vápenných omítek	58
Zuzana Jurašeková, Pavol Miškovský Aplikácia Ramanovej spektroskopie a povrchovo-zosilnenej Ramanovej spektroskopie v kultúrnom dedičstve: od charakterizácie po in-situ detekciu materiálov v objektoch kultúrneho dedičstva	68
Viera Jančovičová, Michaela Ciglanská, Bohuslava Havlínová, Jana Križanová, Zuzana Machatová Využitie nedeštruktívnych metód pri analýze kolorovanej fotografie	77
Ladislav Reinprecht Dendrologický prieskum drevených objektov s využitím prístrojových techník	84
Pavel Šmíra, Andrea Nasswetrová, Pavel Fiala, Petr Koňas, Martin Friedl, Jan Štěpánek, Jana Pařílková, Luboš Pařílek X-ray diagnostics of non-homogeneous material by means of 2D plane transformation – experimental identification of wood-destroying insects	93
Eva Štěpánková, Michal Veselý, Petr Dzik Studium složení laků pro ochranu fotografií	104
Silvia Káčerová, Michal Veselý, Petr Dzik Zmena objemov gamutov pri svetelnom blednutí inkjetových výtláčkov	110

Katarína Kianicová, Vladimír Bukovský, Monika Šimková Identifikácia zmien historickej farebnej fotografie	117
Petr Hlaváček, Václav Gřešák Obuv na nohách vojaků terakotové armády v Xi-An	132
Alena Maková Prieskum a reštaurovanie najstaršej banskej mapy (Interdisciplinárny prístup ku záchrane kultúrnej pamiatky)	138
Zbigniew Robak, Marián Knoll, Darina Bialeková Rekonzervácia a rekonštrukcia opaskového kovania z 9. storočia z Pobedimu	146
Vladimír Bahýl, Peter Fleischer, Ľuboš Krišťák, Tibor Mészáros, Martin Pastierovič, Andrej Štafura Je kostolík v Kopčanoch skutočne z obdobia Veľkej Moravy a organ v Štítniku zo štrnásteho storočia? Čo o tom hovorí dendrochronológia	151
Jana Želinská Príspevok k technologickej výstavbe gotického krídlového oltára (Modré a zelené meďnaté pigmenty v polychrómií levočských oltárov)	163
Radovan Tiňo, Soňa Kirschnerová, Milena Reháková, Katarína Vizárová, Michal Jablonský Úloha a význam metód urýchleného starnutia v konzervátorskej vede, výskume a praxi	182
András Peller, Milena Reháková, Michaela Ciglanská, Peter Šimon Štúdium stability systémov papier/arabská guma/historický atrament pri starnutí	192
Michal Ganobjak, Vladimír Hain Nové materiály a technológie v procese záchrany kultúrneho dedičstva, na príklade rekonštrukcie chýbajúcej gotickej fialy	202
Petra Štefcová, Jaroslav Valach, Karel Juliš Jednotný modulární systém dálkového on-line sledování environmentálních charakteristik depozitářů a expozic	210
Michal Jablonský, Katarína Vizárová, Radovan Tiňo Možnosti využitia masových technológií pri ochrane a konzervovaní objektov kultúrneho dedičstva	219
Bruno Maldoner Practical cases and the system of financing of interdisciplinary research for cultural heritage – experiences from Austria	227
Pavol Šimunič Reštaurátorské kapacity rezortu kultúry	232
Jozef Hanus Interdisciplinárna v oblasti ochrany archívnych dokumentov	238

Stanislava Černochová, Katarína Čížová, Soňa Kirschnerová, Aleš Ház Materiálová analýza zbierkového predmetu obsahujúceho prírodné vosky	247
Lenka Dubinyová, Eva Belányiová, Katarína Vizárová, Milena Reháková Materiálový prieskum predmetov dedičstva na papierovom nosiči	258
Romana Fialová Kaštl, Cífer, tzv. Velký kaštl – interdisciplinárny aspekty umělecko-historického výzkumu vzhledem na perspektivu nového funkčního využití	265
Robert Iván, Marián Knoll, Róbert Ölvecký, Ján Rajtár Germánske žiarové pohrebisko v Sekuliach K využitiu interdisciplinárnych metód pri výskume a záchrane archeologických nálezov	276
Ludmila Mašková, Jiří Smolík, Michal Ďurovič, Benjamín Bártl, Magda Součková Hodnocení vlivu ovzduší na knihovní a archívni fondy	282
Veronika Sochůrek Komplexní restaurování: Rodinné album fotografií z přelomu 19. – 20. století	286
Veronika Sochůrek Univerzita Pardubice – Fakulta restaurování Ateliér restaurování uměleckých děl na papíru	296
Veronika Sochůrek Historické monochromatické fotografické techniky (Historie – Proces – Identifikace – Ochrana)	301
Zuzana Machatová, Jana Križanová, Viera Jančovičová Tablo rodiny Mader-Weisz výskum a reštaurovanie	306
Vladimír Bahýl, Juraj Čapelja Reštaurovanie, konzervácia a rekonštrukcia historických stolárskych nástrojov	315

SPONZORI KONFERENCIE



VWR International, s. r. o.
BBC III Prievozká 6
821 09 Bratislava
<https://sk.vwr.com>



Thermo Sanace s.r.o.

Thermo Sanace, s. r. o.
Chamrádova 475/23
718 00 Ostrava – Kunčičky
<http://www.thermosanace.eu>



Pragolab, s. r. o.
Drieňová 34/1712
821 02 Bratislava
Slovenská republika
<http://www.pragolab.sk>



Poštová Banka, a. s.
Dvořákovo nábrežie 4,
811 02 Bratislava
<http://www.postovabanka.sk>



**ZVÄZ SLOVENSKÝCH
VEDECKOTECHNICKÝCH
SPOLOČNOSTÍ**

Organizačné zabezpečenie
Spoločnosť priemyselnej chémie
pri Fakulte chemickej a potravinárskej technológie STU
člen ZSVTS

The role of conservation scientists in interdisciplinary team work and appropriate professional training – a national and international perspective

Rocco Mazzeo

*University of Bologna, Department of Chemistry,
Microchemistry and Microscopy Art Diagnostic Laboratory (M2ADL),
Via Guaccimanni 42, 48100 Ravenna, Italy
e-mail: rocco.mazzeo@unibo.it*

1. Education and training of conservation scientists

The conservation and preservation of cultural heritage is an interdisciplinary field requiring close cooperation between conservator-restorers, archaeologists, historians, art historians, architects, collection managers, museum curators and conservation scientists. While the natural sciences and engineering play a crucial role in the proper selection of conservation materials, methods and strategies, scientific research in conservation is often conducted by natural scientists who originally come from outside the cultural heritage field. These natural scientists lack the affinity with cultural heritage and conservation necessary to fully understand and cooperate with other professions working in this field. They often also lack the ability to communicate the significance and the consequences of their work to non-technical colleagues.

In order to promote the synergy between the cultural heritage field, and the natural sciences and engineering, the University of Bologna launched in 2010 a 2nd level Degree Course in **Science for the Conservation-Restoration of Cultural Heritage (SCoRe)**. The goal of SCORE is to develop the first generation of “true” **Conservation Scientists** at an international level.

At the end of the course graduate conservation scientists will be able to:

- Study, investigate and monitor cultural heritage and its environment with respect to conservation and preservation.
- Define, develop and evaluate conservation concepts, materials, measures, methods and techniques and develop standards and guidelines.
- Provide diagnosis before, during and after conservation-restoration interventions.
- Conduct research on causes and mechanisms of deterioration and interpret scientific results for the benefit of the conservation of cultural heritage.
- Communicate the scientific principles of conservation and promote scientific research in conservation.
- Co-operate with other disciplines.

Teaching methods include: lectures (UNIBO professors and guest lecturers from abroad), Seminars, Workshops, Laboratory work, Research project, Field trips and Internships/Stages for the implementation of the research thesis work.

Students, coming from all over the world, who have acquired basic knowledge in the scientific disciplines (chemistry, physics, geology, mineralogy, biology, mathematics, informatics, etc.) and further knowledge in conservation (archaeology, art history, architectural restoration, etc.) are considered as possible applicants to the course. Their admission is subordinated to the verification of the candidate's suitable personal knowledge that can be verified through the analysis of his/her curriculum to which an interview can follow according to fixed modalities and criteria set up by the Course Council.

The study programme covers four semesters; during the first two, students are introduced to the applications of the various chemical, analytical, physical, biological, mineralogical methods for the study and characterization of heritage materials and their degradation phenomena. Based on the knowledge acquired during the first year, the first semester of year II focuses on the knowledge of computing methods for the documentation and cataloguing of cultural heritage and the principles of conservation as applied to different types of works of art. The final semester is dedicated to the preparation and production of the final examination. Particular attention is paid to the management aspects of museum collections and archaeological sites in order to identify and describe the role and contribution of conservation scientists in such institutional contexts.

The SCORE course is really interdisciplinary in both its didactic components and students' educational backgrounds.

Antonina Chaban, a current SCORE student from Ukraine, is a firm supporter of the master course: *"What I can say is that I enjoy working and studying within a team of international and interdisciplinary students. I mean we all come from many different cultural context, everyone holding a particular educational background. That's our common advantage – to study, share, and learn from each other. What about me personally, in the SCORE course I am excited to gain knowledge from disciplines different from architecture, the one I'm coming from, and see how they are mutually useful in preparing me for a career in the science for conservation community. Even more, I am happy to be the one of those who get united for new synergies between art and science, that will take the challenge to become, let me use this term, part of the first generation of "true" Conservation Scientists".*

The SCORE programme had its origins in 1999 when the University of Bologna, in collaboration with ICCROM (International Centre for the Study of the Preservation and Restoration of Cultural Property in Rome) organised an international seminar, where a large group of international experts met and discussed conservation science and the conservation scientist's professional profile – as well as possible educational ways to establish this profile (1). A document, named the *"Bologna Document"*, containing a definition of what a conservation scientist is and what he/she should do, was agreed internationally:

"A scientist with a degree in one of the natural, physical and/or applied scientific disciplines and with further knowledge in conservation (ethics, history, cultural values, historical technologies, past and present conservation technologies and practice, specific scientific aspects, etc.) which enables him/her to contribute to the study and conservation of cultural heritage within an interdisciplinary team."

Following the above initiative, a project named CURRIC was funded by the European Leonardo da Vinci programme (2). The project, coordinated by ICCROM, and imple-

mented through a partnership composed of 10 European universities and conservation research institutions, resulted in the design of the curriculum for a PhD in science for conservation, which strongly took into account the interdisciplinary character of the conservation discipline (3).

In 2003–2005 the EU-alfa programme (Latin America Academic Training) awarded funds to the University of Bologna for the implementation of a University Network for the establishment of the Science for Conservation Programme (UNiConS) which, by taking into account the CURRIC project results achieved at a European level, was aimed at developing guidelines for post-graduate education and training in conservation science within the Latin American context.

At the completion of both the EU-alfa and CURRIC projects, the University of Bologna was awarded by the EU Marie-Curie programme funds to develop and implement a European PhD programme in Science for Conservation (EPISCON). The project, which lasted four years (2005–2009) was coordinated by the University of Bologna in partnership with the university science departments of Perugia, Italy (UNIPG), Oviedo, Spain (UNIOVI), Thessaloniki, Greece (AUTH), Budapest, Hungary (ELTE), Iasi, Romania (UAIC) and conservation institutions such as the School of Conservation in Copenhagen, Denmark (SoC), the Instituut Collectie Nederland, Amsterdam (ICN), the Hungarian National Museum, Budapest (HNM) and the Istituto per la Conservazione e Valorizzazione dei Beni Culturali, Florence, Italy (ICVBC-CNR).

The EPISCON project yielded the delivering of 13 PhDs in Science for conservation by the University of Bologna and was selected and included into a Success Stories Book for Marie Curie Actions (4).

Both the SCORE Master course and the EPISCON PhD highlight the need for the establishment of academic curricula specifically devoted to the education and training of conservation scientists. This need is based on the observation that during the last decades, the interest of the scientific community in conservation and restoration has increased due to a growing understanding that the causes of deterioration, the characterisation of the state of conservation, and the development and testing of new conservation-restoration materials and methods are a priority for the correct safeguarding of cultural heritage. This trend is likely to continue as the scientific community involved in conservation is shifting its interest somewhat from the application of analytical techniques aimed at gaining a profound knowledge of the constitution of heritage materials and of ancient production techniques, to problem-solving approaches that favour research studies aimed at providing feasible and lasting solutions to concrete conservation problems.

2. Future perspective

Conservation and science for conservation in particular, is still a niche area, thinly and unevenly spread across the world, and *with limited and diminishing resources*, so that it is a very hard exercise to try to foresee what will be the future for the years to come but, in my opinion, there are challenging issues any heritage and conservation institution will have to face:

1. Heritage preservation and society
2. Innovation in conservation training, research and communication/information

Heritage preservation and society

Agencies and organizations whose mission is to protect and preserve cultural properties from the ravages of weather, pollution, development, and even by the general public must compete for needed resources with other social goals.

So that, especially in a time of diminishing resources there is the need to *evaluate the benefits of cultural heritage preservation to society and link it to wider social goals*.

To this purpose national and international discussion platforms should be promoted with the aim of evidencing that cultural heritage preservation, and conservation science in particular, carries benefits in many areas of life such as economic development, environment (critical levels of pollution are different for cultural heritage and human exposure but both benefit from its reduction), education (in Italy many university science curricula are using research results on preservation of collections and monuments as part of science teaching and a way to attract new students to the field of science), in the area of building construction where the renovation of historic city centers and physical access to historic buildings can play a crucial role in improving social inclusion, which is an important indicator of quality of life. In fact, in a world with limited conservation resources, questions on what society values enough to invest in and to preserve must be addressed. The need to develop economics of preservation of cultural heritage models, focusing on mainstreaming these principles into national policy and strategies is crucial, as a general decreased funding and, in particular, a loss in public funding means that States and their heritage organizations will need to become even more deeply rooted in local communities, sustained by a combination of volunteering, local ownership, income generation and individual donations.

Innovation in conservation training, research and communication/information

Cultural heritage is facing a global challenge which includes complex strands, among many others, such as a better understanding of the relation between tangible cultural heritage and *climate change* (one of the most serious drivers of future change for communities), the *protection and security of cultural heritage* and how it relates to cultural uses by society (i.e. the *transformational challenge of cultural heritage*).

At the same time, the world of conservation has been revolutionized in the last decades as new approaches to conservation such as: globalization of knowledge and its dissemination by means of enhanced networks, technologies, and education; scientific investigation of materials and their behavior individually, in systems and in open environmental conditions, simultaneous exploration of non-invasive recording and analytical techniques, diagnostic investigations, and assessment of preventive and passive controls in a range of climates, have been developed.

This “revolution” brought many innovative aspects which makes substantial new challenging demands of *training, research, communication and information* that need to be strategically addressed and prioritized. Within this context well trained conservation scientists can find play a crucial role.

Training: in a rapidly changing world, innovative technological and methodological advancements must reflect the way Cultural Heritage conservation is studied, protected, and taught to conservation professionals and stakeholders. Moreover, training pro-

grammes should also better integrate elements of the other mandated areas, with particular reference to those best contemporary conservation trends and practices which resulted from advanced conservation science research projects.

Research: More emphasis should be placed on research in conservation and conservation science. Protection of cultural heritage is becoming a major concern for decision-makers, stakeholders and common citizens. Actually, apart from natural ageing, which reinforces the need to re-emphasize the important role of material and conservation science, cultural heritage is exposed to many threats all severely impacting cultural heritage and requiring interdisciplinary approaches, whose results must be integrated in conservation-related fields. The key challenge for the future is to avoid compartmentalized research. This can be achieved through joint programming exercises aimed at identifying research priorities and increasing the efficiency and impact of research funding in strategic conservation of cultural heritage areas.

To this regard there is the need to reorient and, where possible, reinforce the need for research studies in conservation with problem-solving approaches. There are many research issues which are not yet fully developed and need further attention from the conservation science community, such as the development of new conservation materials and methods and the development of non-destructive portable equipment capable of evaluating and monitoring their performance *in situ*.

Innovation has also to do with the way in which best and innovative contemporary conservation practices, produced by the dozens of already concluded research projects, are disseminated globally and in particular to conservation professionals working in countries with limited access to information. Updated research dissemination actions may include, but not exclusively, their inclusion into academic education and training activities as well as exploring new ways of communication. All said will certainly help reinforcing the need for science for conservation to be considered as an important component of any conservation-restoration project.

Communication/information: innovation in technological information and communication science and technology are producing rapid changes in human society, allowing mobility, and access to or exchange of information in an unprecedented way. The overall approach to cultural heritage must be updated to take into account this new, larger and diverse audience, and the new ways of communicating it enabled by technological advances. The huge growth in the use of digital technologies is transforming the way people can share, learn about and manage heritage today. As an example the collaboration among conservation scientists, conservators art historians/archaeologists may lead to the preparation and publication on the website of animated audio-visual presentations on innovative aspects of conservation and science for conservation, which are hardly accessible by the international conservation community. Presentations with synchronized narration by world leading conservation professionals organized into comprehensive series (*Conservation series*) regularly updated, can keep a wider conservation professional community informed through the world.

3. Conclusion

In conclusion I would like to say that it is not just a matter of understanding how science research can be relevant to conservation practice but also how it relates to

wider social needs and priorities. The above mentioned revolution in term of new approaches to conservation led to increasing opportunities for scientists wishing to become conservation scientists to be trained at an academic level as well as to an increasing involvement of already formed conservation scientists in restoration projects. Nevertheless, this involvement is far from being considered compulsory as, in many part of the world, the decision to conduct diagnostic campaigns before, during and after any restoration intervention isn't institutionalized but just charged on the shoulders of those still few open minded conservation professionals in charge of restoration projects. Of course, this situation greatly hamper the increase of job placement opportunities for newly trained conservation scientists.

Again, a close evaluation of the benefits of cultural heritage preservation to society and the establishment of closer link to wider social goals is the key if we want science for conservation to become relevant and instrumental to the transmission of cultural values to future generations.

4. References

1. ICCROM 2000: *University Postgraduate Curricula for Conservation Scientists*. Proceedings of the International Seminar, Bologna, Italy, 26–27 November 1999. ICCROM.
2. Mazzeo R. and Eshøj B. 2002: *Designing university postgraduate curricula for conservation scientists*, in Preprints of the ICOM-CC 13th Triennial Meeting, Rio de Janeiro 20–22 September 2002, Vol. I, 137–141. James & James Science Publishers Ltd.
3. Mazzeo, R. "CURRIC: a European project for postgraduate conservation training", ICCROM Newsletter, 30, pp. 11, June 2004.
4. "Episcon: creating "true" conservation scientists", in Marie Curie Actions-Inspiring researchers, European Commission Directorate General for Research, Brussels, 2010, 272–275.

Interdisciplinárne vzdelávanie v oblasti ochrany kultúrneho dedičstva – medzinárodné skúsenosti

Andrea Urlandová

Fakulta architektúry STU, nám. Slobody 19, 812 45 Bratislava
urlandova@fa.stuba.sk

Abstrakt: Príspevok sa zameriava na význam interdisciplinarity vo vzdelávaní odborníkov pôsobiacich v oblasti ochrany a obnovy kultúrneho dedičstva. Vzdelávanie jednotlivých profesií a ich príprava na zvládnutie náročných výziev praxe prebieha jednak na školách (hlavne na druhom a treťom stupni vysokých škôl), jednak celoživotným vzdelávaním. Práve táto druhá forma si zasluhuje zvýšenú pozornosť a podporu. Dokáže totiž reagovať pružne na aktuálne výzvy, ponúka často prakticky zamerané informácie a najmä pravú interdisciplinárnu spoluprácu. Na medzinárodnej úrovni takéto vzdelávanie rozvíja a poskytuje medzivládna organizácia ICCROM – udáva smerovanie a v odbornom svete je považovaná za hlavnú referenciu. Programy tejto organizácie sú vzorom a udávajú štandard pre množstvo vzdelávacích programov po celom svete. V tomto dvojročnom období sa jednou z priorít stal práve rozvoj konzervačnej vedy. Príspevok uvádza charakteristiku štandardných kurzov, ich metodiku, diskutuje ich vplyv na profesionálny rast jednotlivých odborníkov a hodnotí ich interdisciplinárny a medzinárodný rozmer. Uvádza príklady použitia tejto metodiky vo vybraných aktivitách realizovaných na Slovensku a podčiarkuje význam systematického podporovania a rozvíjania takéhoto vzdelávania, ako aj jeho prínosy.

Kľúčové slová: celoživotné vzdelávanie, ICCROM, konzervačná veda, interdisciplinárne medzinárodné kurzy

1. Úvod. Konzervačný vedec v interdisciplinárnom tíme

Úlohy, profil ako aj vzdelávanie konzervačných vedcov sú predmetom diskusií už niekoľko desaťročí. Za významný medzinárodný medzník v tomto procese sa považuje medzinárodný seminár „*University Postgraduate Curricula for Conservation Scientists*“, ktorý sa v talianskej Boloni v roku 1999 z iniciatívy ICCROMu a Bolonskej university.

Jednou z diskutovaných tém bol aj profil konzervačného vedca. Vyslovené názory možno zhrnúť nasledovne: konzervačný vedec rozumie materiálom, interpretuje proces chátrania, kriticky vyhodnocuje výsledky vykonaných analýz a odporúča najvhodnejšie techniky reštaurovania, a to na základe nielen čisto vedeckého pohľadu (chémia, biológia, geológia, fyzika, CT, t. j.) ale aj na základe vzdelania v oblasti histórie a umenia. Má vysokoškolské vzdelanie v jednej z vedeckých disciplín (prírodné vedy) a získal ďalšie vzdelanie v ochrane a obnove (etika, dejiny, historické technológie, špecifické

vedecké aspekty), ktoré mu umožní prispieť k poznávaniu a konzervovaniu kultúrneho dedičstva v rámci interdisciplinárneho tímu [1]. Od konzervačného vedca sa očakáva, že bude poskytovať informácie pre rozhodovanie na všetkých úrovniach, aby sa zaručil skutočne profesionálny progres v ochrane a obnove [1, Tennent, 1997].

Kľúčovým predpokladom úspešnej spolupráce tohto odborníka s ostatnými profesiami (reštaurátori, remeselníci, architekti atď.) je schopnosť jasnej vzájomnej komunikácie. Ak totiž nedokáže komunikovať a sprostredkovať svoje poznatky či objavy ostatným účastníkom procesu ochrany a obnovy, tak strácal čas, akokoľvek významné by tieto boli [1, C. Price, 2000].

Tieto kvality, zručnosti a schopnosti jednotlivé profesie, a teda aj konzervační vedci nadobúdajú v súčasnosti ťažiskovo po ukončení vysokoškolského vzdelania druhého stupňa – špecializovaným vysokoškolským štúdiom druhého a tretieho stupňa a predovšetkým praxou a cieľným celoživotným vzdelávaním.

2. Konzervačná veda a zdelávanie – medzinárodný kontext

Rozhodujúcu úlohu pri rozvoji vzdelávania v oblasti ochrany a obnovy kultúrneho dedičstva, a teda aj konzervačnej vedy na medzinárodnej úrovni má medzinárodná organizácia ICCROM (*International Centre for the Study of the Preservation and Restoration of Cultural Property*), založená UNESCO a pôsobiaca ako poradný orgán Centra pre svetové dedičstvo UNESCO.

Aktuálnosť témy konferencie a význam rozvoja konzervačnej vedy potvrdzuje aj skutočnosť, že táto medzinárodná organizácia má ako jednu z priorit na dvojročné plánovacie obdobie rokov 2012 – 2013 „*integrovať vedu o materiáloch a technológiách s konzervovaním*“.

Tento fakt sa premieta do príslušných aktivít v rámci celkového programu organizácie, a to najmä konkrétnych vzdelávacích ponúk ako *Medzinárodný kurz o vede a konzervovaní* (4 týždne), *Medzinárodný kurz konzervovania kameňa* (12 týždňov), *Medzinárodný kurz technológie konzervovania dreva* (6 týždňov), *Medzinárodný kurz konzervovania modernej architektúry* (4 týždne), *Medzinárodný kurz konzervovania japonského papiera* (3 týždne), *Medzinárodný kurz konzervovania zbierok zvukových a obrazových* (4 týždne).

V dlhodobom výhľade na roky 2012 – 2017 sa v oblasti konzervačnej vedy a konzervovania materiálov počíta s ponukou až osemnástich kurzov pre zhruba 360 profesionálov. Má sa posilniť dialóg medzi konzervačnými vedcami, konzervátormi a ostatnými o úlohe vedy a technológií v ochrane kultúrneho dedičstva. Cieľom je aj rozširovanie najnovších pokrokov v konzervačnej vede prostredníctvom siete ICCROM profesionálov, podpora partnerstiev medzi konzervačnými laboratóriami a komplementárnymi pracoviskami či inštitúciami, a v neposlednej miere vývoj a aktualizácia výučbových materiálov v oblasti konzervačnej vedy a konzervovania materiálov.

Význam, ktorý ICCROM v týchto rokoch pripisuje rozvoju konzervačnej vedy je zdôraznený aj faktom, že tzv. ICCROM forum, t. j. „*medzinárodná udalosť, na ktorej sa vymieňajú najnovšie názory na širokú konzervačnú tému*“ (ide o periodicky sa opakujúce aktivity – fóra, ktorých téma sa vždy vyberá z celosvetovo aktuálnych výziev) bude v tomto dvojročnom období zamerané práve na problematiku kultúrneho dedičstva a konzervačnej vedy. Forum sleduje tri hlavné ciele:

- vytvoriť platformu pre vedcov a konzervačných profesionálov z iných disciplín umožňujúcu diskusiu a výmenu skúseností o súčasnej úlohe vedy v konzervovaní, jej silné a slabé stránky a budúce možné príležitosti a hrozby.
- zdôrazniť výhody zlepšenia komunikácie, vedeckého poznania, interdisciplinarity v konzervačnom výskume
- podporiť integrovanejší prístup ku konzervovaniu kultúrneho dedičstva príspevom k lepšej synergii medzi vedou a ostatnými disciplínami pri konzervovaní kultúrneho dedičstva.

Prípravné stretnutie sa konalo v novembri 2012. Toto *Forum on Conservation Science* je organizované spoločným úsilím konzorcia štrnástich prestížnych konzervačných a výskumných partnerských inštitúcií z rôznych členských štátov organizácie. Prípravného stretnutia sa zúčastnili zástupcovia všetkých štrnástich inštitúcií so zámerom vyjasniť si ciele, témy a štruktúru samotného fóra, ktoré sa bude konať v októbri 2013. V týchto mesiacoch prebieha prieskum a zber údajov so zapojením inštitúcií, konzervačných vedcov a užívateľov konzervačnej vedy. Cieľom je získať prehľad o dianí v oblasti konzervačnej vedy založený na faktoch a zber indikátorov vplyvu tejto vedy na danú oblasť.

Na medzinárodné výzvy odborného vzdelávania v oblasti ochrany a obnovy kultúrneho dedičstva reaguje aj ICOMOS CIF – Medzinárodný komitét pre vzdelávanie (Medzinárodnej rady pre pamiatky a lokality). V posledných rokoch prebieha živá odborná diskusia týkajúca sa aktualizácie Smerníc pre vzdelávanie a odbornú prípravu v oblasti ochrany a obnovy pamiatok, súborov a lokalít (dokument prijatý na 10. zasadnutí ICOMOS v Colombo na Sri Lanke v roku 1993).

3. Interdisciplinárna komunikácia a jej význam

Ochrana a obnova architektonického dedičstva čerpá z vývoja špecializovaných disciplín. V tomto kontexte, čo sa týka konzervačnej vedy, by poznanie základných a najčastejšie používaných laboratórnych testov a schopnosť interpretovať výsledky mali byť integrálnou súčasťou všeobecnej prípravy profesionálov, ktorí všetci potrebujú vyhodnocovať stav, diagnostikovať, navrhovať a realizovať zásahy konzervovania a reštaurovania ako aj monitorovať ich účinnosť a dôsledky.

Analytické metódy, postupy a testovacie techniky na štúdium materiálov – ich charakteristík, príčin chátrania, procesov zmien a starnutia predstavujú základ plánovania aktivít ochrany a obnovy, ako aj prevencie, sú nevyhnutné pre správnu diagnostiku, posudzovanie a rozhodovanie, voľbu najvhodnejších zásahov. Pri neustálom rozvoji materiálov a technológií rastú nároky na informované využívanie testovacích a meracích techník ako aj schopnosť interpretovať výsledky. Výmena skúseností a interdisciplinárna spolupráca odborníkov sa účinne posilňuje celoživotným vzdelávaním.

Súčasťou poslania ICCROMu je rozvíjať a posilňovať schopnosti odborníkov v oblasti vedy o materiáloch a technológiách. Za kľúčovú podmienku správneho rozhodovania o stratégiách konzervovania sa považuje potreba „porozumieť zloženie materiálov objektov dedičstva, ich charakteristík, mechanizmov chátrania ako aj vedeckým princípom, ktoré tvoria podstatu konzervovania materiálov, metód a prístupov“. (ICCROM, www.iccrom.org, 2012, 28. 1. 2013). Osobitná dôležitosť sa pripisuje identifikácii a zo-

zbieraniu tradičných a miestnych prístupov k ochrane a obnove. V tomto zmysle sa dôraz kladie na spôsoby, ktorými veda o materiáloch a technológiách môže prispieť k rozvoju udržateľných alternatív v pamiatkárskej praxi.

Nutnosť interdisciplinárnej komunikácia zdôrazňuje aj Boloňský dokument [1, str.137] v rámci popisu úloh, ktoré by konzervačný vedec mal zvládnuť: spolupracovať s ostatnými disciplínami a komunikovať vedecké princípy ochrany a obnovy. Potrebuje to predovšetkým pri svojich kompetenciách ako vývoj a vyhodnocovanie koncepcií, materiálov, opatrení, metód a techník, vyvíjaní štandardov a usmernení, vykonávaní diagnostiky pred, počas a po zásahoch, vykonávaní výskumu príčin a mechanizmov chátrania, interpretácii vedeckých výsledkov.

Ostatné profesie v tíme musia konzervačnému vedcovi rozumieť, mali by vedieť, čo od neho môžu požadovať, ako interpretované výsledky využijú – čo presne sledujú či potrebujú.



Obr. 1: Reštaurátorka pri inštruktáži a ukážkach.

4. Vzdelávacie aktivity typu celoživotného vzdelávania

Spomínaný Boloňský dokument v článku č.3 uvádza dve možnosti získania vzdelania pre konzervačných vedcov: jednak druhým stupňom špecializovaného vysokoškolského vzdelania v oblasti konzervačnej vedy (dvojročným), ktoré zahŕňa výuku, prax aj výskum a úzku spoluprácu s praxou – najmä reštaurátormi a konzervačnými vedcami. Druhou uvádzanou možnosťou je výcvik priamo počas práce v praxi v tíme zameranom na konzervačnú vedu a kontinuálne (celoživotné) vzdelávanie účasťou na relevantných krátkych kurzoch.

Podobne to platí aj pre ostatné profesie interdisciplinárnych tímov v oblasti ochrany a obnovy kultúrneho dedičstva. Takéto vzdelávanie môže prebiehať na národnej, regionálnej a medzinárodnej úrovni. Každá má svoj osobitný význam a prínos.

Tu treba spomenúť ďalšiu dôležitú skutočnosť týkajúcu sa chápania vzdelávania a príslušných pojmov. Najvýznamnejšie medzinárodné organizácie, či už UNESCO alebo ICCROM v súčasnosti klasický pojem vzdelávanie, t. j. „education“ nahrádzajú predovšetkým pri celoživotnom vzdelávaní inými pojmami, a teda aj požiadavkami – a to „training“ a „capacity-building“. Ide o posun k aktívnemu konaniu, zdôraznenie praktických schopností či už v rozhodovacích procesoch alebo pri samotnej realizácii, výkone zásahu.

Vzdelávacie aktivity ponúkané medzinárodnou medzivládnu organizáciou ICCROM majú dlhú tradíciu – od sedemdesiatych rokov minulého storočia sa postupne sformoval osvedčený model kurzov, ktorý je stálym vzorom a inšpiráciou aj pre regionálne a národné vzdelávacie aktivity. Metodika sa ustálila a menili sa obsahy, zamerania kurzov (reagujúc na aktuálne potreby praxe celosvetovo) ako aj dĺžka trvania alebo miesto konania. Ťažiskové kurzy sa najčastejšie ponúkajú priamo v Ríme, v sídle organizácie. Celé desaťročia boli odborníkom po svete známe kurzy ARC (architektonické konzervovanie), MPC (konzervovanie nástenných malieb), SPC (vedecké princípy konzervovania) a neskoršie odvodené tematické kurzy ako napr. ITUC (integrované teritoriálne a urbanistické konzervovanie). Ďalšie sa organizujú v rôznych miestach po svete v závislosti od zamerania ako napr. ASC (konzervovanie architektonických povrchov v Rakúsku), MARC (konzervovanie modernej architektúry vo Fínsku), Medzinárodný kurz technológie konzervovania dreva v Nórsku.

Podstata ICCROM kurzov, spočíva v sústredení sa na aktualizáciu vedomostí pre tzv. profesionálov v strednej fáze kariéry, t. j. odborníkov s dostatočne dlhou praxou v danej oblasti. Zameriavajú sa na aktuálne výzvy a dosiahnuté úspechy celosvetovo, ponúkajú najnovšie poznatky a trendy v kombinácii s kritickým procesom prístupu k ochrane a obnove. Ako interdisciplinárne a medzinárodné fórum pre diskusiu pretrvávajúcich ako aj nových prístupov a metód ponúkajú konfrontačnú platformu, vystavenie sa výzvam súčasnosti a základ pre vývoj riešení pre rôzne druhy výziev na základe riadneho výskumu a zdravého úsudku. Kombinuje sa v nich ponuka poznatkov o materiáloch, technikách a technológiách s vedeckými princípmi konzervovania spojenými s etikou a filozofiou, diskusiou metodík prístupu. Interdisciplinárna komunikácia sa posilňuje možnosťou účastníkov získať náhľad do práce a kompetencií rôznych profesií konzervačnej vedy, poznať nimi poskytované služby ako aj možnosti rozvoja spolupráce, na základe vzájomného poznania názorov a postojov, prístupov. Interdisciplinárna je realizovaná jednak zastúpením rozličných profesií medzi samotnými účastníkmi kurzov, jednak medzi lektormi.

Model kurzu bol využitý aj na Slovensku, a to v Banskej Štiavnici od roku 2002 pri sérii medzinárodných interdisciplinárnych vzdelávacích aktivít ako napr.: Materiály, techniky a technológie pri obnove pamiatok (workshop a seminár, Pamiatkový úrad a spoluorg., 2002), Vápno a vápenné technológie pri obnove pamiatok (kurz a seminár, Spolok Banskej Štiavnice '91, 2006), Okná a dvere pri obnove pamiatok (kurz a seminár, Spolok Banskej Štiavnice '91, 2005), Kameň pri obnove pamiatok (kurz a vedecký seminár, Spolok Banskej Štiavnice '91, 2010), interdisciplinárnych medzinárodných vzdelávacích programoch, ktoré ponúka Academia Istropolitana Nova (AINOVA – Built Heritage Conservation and Development programme). Jednak v jednoročnom kurze Built Heritage Conservation and Development pre mladých profesionálov a jednak v špecializovaných kurzoch ako bol napríklad kurz Manažment lokalít svetového dedičstva v SR.

ICCROM kurzy sú medzinárodné, interdisciplinárne, ideálne pre 18 – 20 účastníkov. Dĺžka trvania sa pohybuje od pôvodného rozmedzia 6 – 3,5 mesiacov až po súčasných 4 – 12 týždňov. Od účastníkov sa štandardne vyžaduje, aby mali určitý minimálny počet rokov praxe v danej oblasti (pre kurzy ARC to bolo 5 rokov). Kurzy sú otvorené pre zamestnancov štátnych pamiatkových inštitúcií, správy, výskumníkov, pedagógov, odborníkov pôsobiacich v súkromnom sektore a pod. Obsahovo je snaha o rovnováhu teoretických a praktických tém, štruktúra je modulárna, pričom program je neustále aktualizovaný a reaguje na meniace sa potreby. K ďalším charakteristikám patrí:

- priebeh kurzov je organizovaný kombinovanou formou prednášok, exkurzií s výkladom, diskusií, praktických ukážok, skupinových seminárnych prác, prác v teréne, prípadových štúdií, laboratórnych praktických cvičení, workshopov, seminárov a pod.
- obsahovo kurzy ponúkajú prehľad overených postupov a metodológií, predmetov súčasných odborných diskusií a výskumu, hlavných súčasných odborných problémov a dosiahnutých poznatkov, platformu na diskusiu najnovšieho poznania, vedeckých a praktických výsledkov a trendov
- posilňovanie interdisciplinárnej komunikácie
- posilňovanie kritického procesu prístupu k ochrane a obnove s dôrazom na správne vyhodnocovanie a rozhodovanie
- rozširovanie odborného povedomia

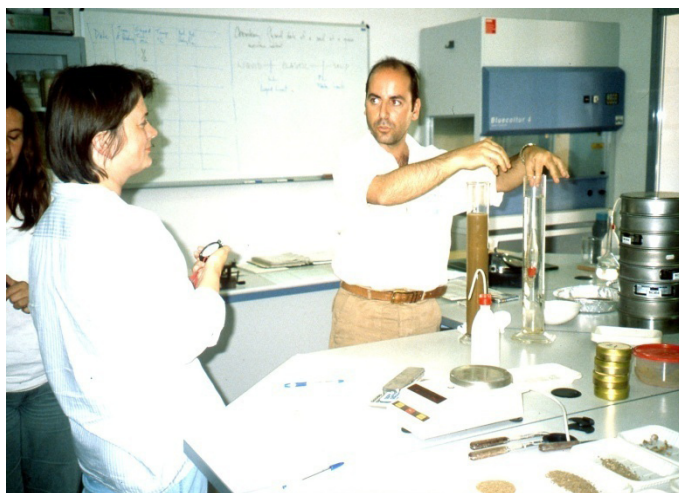
Výmena informácií prebieha veľmi intenzívne. Ilustruje to napríklad štruktúra kurzu typu ARC v trvaní 14 týždňov: zastúpené moduly: Filozofia a koncepty, Dokumentovanie a manažment dát, Mechanizmy chátrania, diagnostika, Prípadová štúdia – práca v teréne, Konzervovanie stavebných materiálov a konštrukcií, Ochrana a obnova – vybraná problematika (napr. archeológia, etika, ekonómia). Počet prednášajúcich resp. lektorov: 42 osôb z 9 krajín, počet riadnych účastníkov: 21 osôb z 20 krajín — z Európy, Afriky, Ázie, Oceánie, Blízkeho Východu, Severnej Ameriky a Južnej Ameriky (12 architekti, 1 archeológ, 2 historici umenia, 2 inžinieri, 1 reštaurátor, 1 kurátor, 1 technik, 1 kameňár, 1 urbanista), počet modulových účastníkov: 7 osôb. (ARC 1998).

K hlavným cieľom týchto kurzov patrí ponúknuť fórum na aktualizáciu vedomostí, schopností, aktívne zapojenie účastníkov, sústreďenie sa na vybrané oblasti konzervovania architektonického dedičstva, náhľad do nových profesionálnych kompetencií ešte stále chýbajúcich v bežnom vzdelávaní a príprave, zdôraznenie informovaného prístupu ako základu pre hľadanie riešení rôznych výziev na základe vhodného výskumu a správneho posudzovania.

Medzinárodné interdisciplinárne kurzy celoživotného vzdelávania sú ideálnou formou intenzívneho odborného rastu, príležitosťou na zintenzívnenie odbornej spolupráce, kontaktov, budovanie sietí.

Interdisciplinárna sa navyše v tomto kontexte a na tejto úrovni dá plnohodnotne uplatniť, a to interakciou aj s profesiami nevyžadujúcimi vysokoškolské vzdelanie – najmä remeselníkmi.

Okrem priamych prínosov vo forme množstva získaných informácií, skúsenosti tímovej interdisciplinárnej práce, vlastnoručného výkonu vybraných úkonov zásahov, sa účasťou buduje istá kultúra myslenia, ktorá je príznačná pre absolventov a umožňuje im nadobudnuté schopnosti odovzdávať ďalej.



Obr. 2 a 3: Účastníci kurzu – architekti, historici umenia, archeológovia, stavební inžinieri atď. pri vykonávaní jednoduchých laboratórnych testov a analýz.

5. Záver

V príspevku sa hodnotil význam celoživotného vzdelávania v oblasti ochrany a obnovy kultúrneho dedičstva a to najmä z hľadiska interdisciplinarity. V súčasnosti existuje veľa rôznych vzdelávacích programov v oblasti ochrany a obnovy kultúrneho dedičstva na národných aj regionálnych úrovniach. Sú pomerne dostupné a plnia významnú úlohu.

Z medzinárodných skúseností a súčasných trendov vzdelávania je zrejmé, že medzinárodné programy celoživotného vzdelávania pre profesionálov s rokmi praxe dopĺňajú túto schému a posúvajú takéto vzdelávanie do polohy prienikov najnovších poznatkov a formovania špičkových odborníkov medzinárodne a interdisciplinárne zorientovaných v odbore.

Vystavenie sa množstvu informácií v krátkom čase znamená intenzívne otvorenie sa množstvu vybraných problematík medzinárodne. Cieľom nie je podávať riešenia, v danom čase konkrétne niečo naučiť, ale aby účastníci získali prehľad, zorientovali sa, osvojili si iný spôsob myslenia (najmä kritického), chápania, postupov a interdisciplinárnej tímovej komunikácie.

Starostlivý výber účastníkov z množstva záujemcov je zameraný na perspektívne osoby, ktorých odborná dráha a pracovné zaradenie či pozícia zaručia ďalšie šírenie a zhodnocovanie osvojených si prístupov. Obvykle je absolventov možno nájsť v pozíciách riadiacich či vedúcich pracovníkov, uznávaných odborníkov v praxi, školiteľov alebo učiteľov, výskumníkov a pod.

Stanú sa súčasťou komunity odborníkov s úzkymi väzbami spolupráce, odborných kontaktov a šíria túto kultúru ďalej. Ostávajú aktívne napojení na medzinárodné odborné siete.

6. Literatúra

1. University Postgraduate Curricula for Conservation Scientists. Proceedings of the International Seminar. ICCROM, 2000. s. 1 – 10. ISBN 92-9077-166-6.
2. Kliment, J., Kliment, M. 1989. Reprodukcia hospodárskych zvierat. 2. vyd. Bratislava: Príroda, 1989. 378 s. ISBN 80-07-00027-5.
3. Gavalier, M., Uhlár, J., Rybanská, M. 1999. Mlieková úžitkovosť kráv slovenského strakatého plemena vo vzťahu k indexom typu a exteriéru. In Acta fytotechnica et zootechnica, roč. 1, 1999, č. 3, s. 78 – 81.
4. Bulla, J. a i. 1998. Methodical and realisation aspects of the transgenesis in the farm animals. In 18. Genetické dny: sborník referátů z mezinárodní vědecké konference o současných poznatcích genetiky zvířat a jejich praktickém využití. České Budějovice: Jihočeská univerzita, 1998, s. 47 – 48.
5. STN 57 0529: 1999, Surové kravské mlieko na mliekarenské ošetrovanie a spracovanie.
6. Úrad priemyselného vlastníctva Slovenskej republiky. Spôsob výroby tesnenia valivých...

Postavenie a úloha konzervačného vedca v súčasnosti na Slovensku

Vizárová Katarína, Reháková Milena

*Fakulta chemickej a potravinárskej technológie STU v Bratislave,
Radlinského 9, 812 37 Bratislava
katarina.vizarova@stuba.sk*

Abstrakt: Z prieskumov a analýz súčasného stavu ochrany materiálov a objektov kultúrneho dedičstva na Slovensku vyplýva, že je potrebné zabezpečiť rozvoj kvalitnej a efektívnej ochrany. To súvisí s rastom kvalifikovaných odborníkov, vytvorením chýbajúcej infraštruktúry a kvalitnou stratégiou ochrany. Jedným z nástrojov riešenia uvedených potrieb je rozvoj konzervačnej vedy, technológie a priemyslu. Činnosti, súvisiace s ochranou a zachovaním materiálov a objektov dedičstva môže dobre zabezpečiť iba interdisciplinárny tím odborníkov z rôznych vedných oblastí na základe interdisciplinárneho výskumu. Integrujúcim prvkom v tíme je konzervačný vedec. Situáciu na Slovensku, kde pracuje niekoľko odborníkov na pôde PFI, ktorí si túto pozíciu vybudovali dlhoročnou praxou a skúsenosťami, by malo zlepšiť špecializované univerzitné vzdelávanie, zamerané na ochranu materiálov a objektov dedičstva.

Kľúčové slová: ochrana materiálov a objektov kultúrneho dedičstva, konzervačná veda, interdisciplinárny výskum, konzervačný vedec

1. Úvod

V záveroch z prvej konferencie CSTI 2011 Konzervačná veda a technológie pre ochranu kultúrneho dedičstva boli sformulované odporúčania pre zabezpečenie rozvoja trvalej, kvalitnej a bezpečnej ochrany objektov kultúrneho dedičstva na Slovensku.

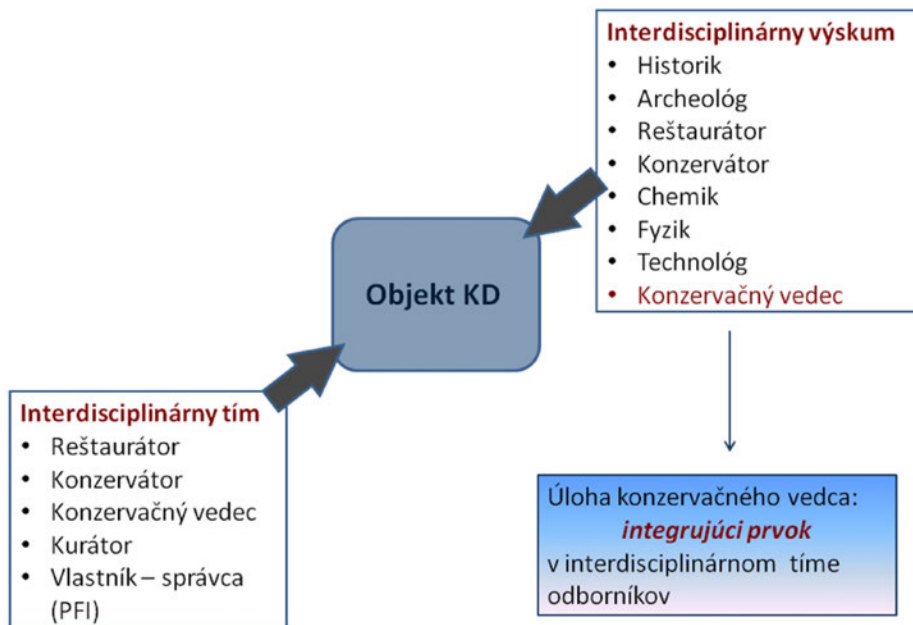
Konferencia CSTI 2013 sa zamerala na jeden z kľúčových problémov ochrany objektov kultúrneho dedičstva v SR, ktorým je zvyšovanie kvality interdisciplinárnej spolupráce a komunikácie medzi profesiami, odborníkmi a inštitúciami, ktoré doposiaľ v oblasti konzervačnej vedy a ochrany dedičstva nespolupracovali, čo by viedlo k vzniku nových interdisciplinárnych riešení, rastu kvality, produktivity a efektívnosti ochrany dedičstva a prispelo k zabezpečeniu potrebného rastu konkurencieschopnosti Slovenska v oblasti nových metód, procesov, zariadení a technológií (závery Konferencie CSTI 2011).

Jedným z nástrojov riešenia uvedených potrieb je rozvoj konzervačnej vedy, technológie a priemyslu (CSTI).

Konzervačná veda je interdisciplinárna, prierezová a integrujúca veda o dedičstve [1]. Cieľom konzervačnej vedy je ochrana a zachovanie objektov a materiálov dedičstva v čase ďaleko prekračujúcom ich prirodzenú životnosť [2]. Konzervačná veda sa dá definovať podľa jej hlavných funkcií ako interdisciplinárny systém metód a vedomostí, ktorý slúži

- na vedeckú analýzu, autentifikáciu, chápanie hodnoty, oceňovanie, rozširovanie, konzervovanie a sprístupňovanie dedičstva,
- na vytváranie mostov medzi humanitnými a exaktnými vedami, pričom ich podporuje aby sa vzájomne posilňovali a kooperovali,
- ako teoretický základ pre manažment dedičstva, vízie a stratégie ochrany dedičstva aj samotnej konzervačnej vedy a praxe,
- ako teoretický základ pre tvorbu technológií ochrany dedičstva, hľadanie nových látok, nových metód a prístrojov, zariadení, systémov na zvyšovanie bezpečnosti a kvality dedičstva, zvyšovanie kapacity a efektívnosti ochrany.

Tieto činnosti, ktorých predmetom záujmu je objekt kultúrneho dedičstva, môže kvalitne zabezpečovať iba interdisciplinárny tím a to prostredníctvom interdisciplinárneho výskumu, na ktorom sa podieľajú odborníci z rôznych vedných oblastí. Na druhej strane ochranu objektov kultúrneho dedičstva zabezpečujú rôzne profesie, kde fyzicky najbližšie má k objektu práve reštaurátor a konzervátor. Konzervačný vedec v tomto prostredí spĺňa úlohu integrujúceho prvku (obr. 1).



Obr. 1: Vzťah medzi objektom kultúrneho dedičstva a rôznymi profesiami v procese ochrany.

Aby túto úlohu mohol vykonávať, musí spĺňať určité odborné predpoklady. Konzervačný vedec (Conservation Scientist) je odborník v oblasti konzervačnej vedy, technológie a priemyslu s univerzitným prírodovedeckým vzdelaním – špecialista s dosiahnutým vzdelaním na úrovni Mgr./Ing./MSc a PhD v niektorom z chemických, fyzi-

kálnych, iných prírodovedných, či technických vedeckých odborov a CS (konzervačnej vedy), so znalosťou etiky konzervácie, dejín umenia, princípov ochrany kultúrneho a prírodného dedičstva, historických technológií, minulých a súčasných konzervačných technológií a praxe, metodológie vedy a výskumu, osobitných vedeckých environmentálnych aspektov a pod., ktoré mu umožňujú tvorivo prispievať k výskumu, diagnostikovaní a účinnej ochrane a obnove kultúrneho dedičstva v interdisciplinárnom tíme [1]. Konzervačný vedec teda má schopnosti aplikovať výskum do praktickej ochrany kultúrneho dedičstva.

2. Aké je postavenie a úloha konzervačného vedca v súčasnosti na Slovensku?

Potreba rozvoja CSTI na Slovensku bola vyslovená zo strany zástupcov/reprezentantov pamäťových a fondových inštitúcií (PFI) na konferencii Konzervačná veda a technológie pre ochranu kultúrneho dedičstva CSTI 2011, je i v súčasnosti vyslovená z konzervátorskej a reštaurátorskej praxe.

V súlade s požiadavkou praxe (spoločenskou požiadavkou) sa realizuje aj výchova odborníkov, zameraných na ochranu materiálov a objektov dedičstva v druhom stupni vysokoškolského štúdia na Slovenskej technickej univerzite, Fakulte chemickej a potravinárskej technológie v rámci novootvoreného študijného programu Ochrana materiálov a objektov dedičstva (OMOD). Je zameraný na výchovu odborníkov s nasledovným možným uplatnením za predpokladu získavania skúseností a zručností v praxi (aj zahraničnej) a neustáleho priebežného vzdelávania:

- chemické a fyzikálno-chemické analýzy materiálov a objektov dedičstva a ich interpretácia,
- generovanie zdrojov na ochranu dedičstva, príprava návrhov a získavania grantov,
- testovanie kvality, vypracúvanie noriem a štandardizácia v CSTI,
- monitorovanie a skúšanie pred, počas a po konzervačných zásahoch,
- uplatňovanie vedeckých metód, kritická interpretácia výsledkov; zverejňovanie poznatkov,
- interdisciplinárna spolupráca so zainteresovanými odborníkmi: múzejnými kurátormi, historikmi umenia, reštaurátormi, architektmi, archeológmi, subdodávateľskými spoločnosťami, ekológmi, odborníkmi v oblasti ochrany prírodného dedičstva, akademickou obcou a verejnosťou,
- výskum v oblasti starnutia, stability a správania materiálov, hnutelných a nehnuteľných objektov, systémov dedičstva,
- vývoj metód na stabilizáciu a výskum a technologický vývoj nových konzervačných technológií,
- vypracúvanie stratégií na prevenciu a spomaľovanie znehodnocovania.

Z uvedeného prehľadu je zrejmé, že mnohé z úloh môže konzervačný vedec úspešne plniť len ako člen interdisciplinárneho tímu s relevantnými komunikačnými schopnosťami.

Zdá sa, že problematika tak širokospektrálnej interdisciplinárnej oblasti ako je CSTI si vyžaduje odborníkov na úrovni 3. stupňa vysokoškolského vzdelávania. Otázkou ale je, či sú vytvorené podmienky pre uplatnenie a využitie takýchto absolventov. To priamo súvisí s materiálno-technologickým zázemím, dostupnou infraštruktúrou a personálnym vybave-

ním pracovísk, ktoré disponujú potrebnými diagnostickými metódami a metodikami, ako aj zariadeniami na ochranu (konzervovanie) objektov dedičstva. Riešením je spolupráca medzi odborníkmi z radov výskumníkov, pedagógov na univerzitných a vedeckovýskumných pracoviskách a výkonných zamestnancov pamäťových a fondových inštitúcií (PFI) a zdieľanie jestvujúceho prístrojového vybavenia. Pre efektívne využitie týchto personálnych zdrojov a prístrojového vybavenia je dôležité spájanie a vzájomná informovanosť, ktoré podporuje vznik databáz, ako napríklad Databáza metód, zariadení a odborníkov konzervačnej vedy a technológií, vytvorená v rámci riešenia projektu „Záchrana, stabilizácia a konzervovanie tradičných nosičov informácií v SR“ [3]. Chýba však špecializované pracovisko, ktorého hlavnou náplňou má byť výskum a vývoj metód analýzy, diagnostiky a ochrany všetkých materiálových skupín objektov dedičstva, prieskum a poradenstvo a to s potrebnou kapacitou vzhľadom na zákonitý rast objemu dedičstva.

Jedným z nástrojov zlepšenia kvality interdisciplinárnej spolupráce je výskum, realizovaný formou spoločných projektov, ktorých riešiteľskými organizáciami sú vysoké školy, vedeckovýskumné inštitúcie a PFI. Tým vzniknú interdisciplinárne tímy odborníkov, schopné generovať riešenia aktuálnych problémov, ktoré sa budú implementovať tak do praxe, ako aj do vzdelávania a ďalšieho výskumu.

3. Príklady interdisciplinárnej spolupráce

Z doposiaľ realizovaných príkladov interdisciplinárnej spolupráce, do ktorých sa zapojilo aj naše pracovisko – Ústav polymérnych materiálov FCHPT STU v Bratislave



Obr. 2: Haid, J. G.: Skupinový portrét cisárskej rodiny, 1760, SNM, foto: N. Lalíková.



Obr. 3: Liturgické rúcho pôvodom z kláštora Uršulíniek, 18. st., SNM-HM.
Obr. 4: Passarotti Bartolomeo, Štúdia sediaceho evanjelistu, 1550 – 1590, papier, pero; SNG, foto: J. Tarajčáková



Obr. 5: Gotický oltár Kostola sv. Jakuba v Levoči, 15. – 16. st., foto: PÚ SR.
Obr. 6: Socha sv. Uršule, 19. st., SNM – Múzeum Červený Kameň.

a do ktorých boli aplikované aj výsledky výskumu, uvádzame nasledovné: materiállová analýza a návrh postupov konzervovania grafiky zo zbierky SNM – Múzeum Červený Kameň, obr. 2 (členovia interdisciplinárneho tímu: J. Tihányi, N. Lalíková, K. Vizárová a kol.), chemicko-technologický prieskum liturgického náruča zo zbierky SNM – HM, obr. 3 (P. Klöcklerová, M. Reháková a kol.), identifikácia atramentov a techník v kresbách zo zbierok SNG v Bratislave, obr. 4 (J. Tarajčáková, B. Kvasnica, M. Čičo, J. Sanyová, D. Stulik, A. Maková, M. Čeppan a kol.) [4], analýza vzoriek nábrusov gotického oltára kostola sv. Jakuba v Levoči, obr. 5 (PÚ SR – J. Želinská, M. Reháková), materiállová analýza, návrh čistenia a konzervovania zbierkového predmetu sochy sv. Uršule zo zbierky SNM – Múzeum Červený Kameň, obr. 6 (J. Tihányi, N. Lalíková, P. Klöcklerová, K. Vizárová a kol.), materiállová analýza, autentifikácia a návrh konzervovania leteckej bundy M. R. Štefánika zo zbierky SNM v Martine, obr. 7 (E. Králiková, A. Španová, A. Orlita, X. Petrus, P.Hlaváček, S. Katuščák, a kol.) [5].

4. Závery

- Pre zabezpečenie aktivít, vedúcich k zvýšeniu kapacity a kvality ochrany kultúrneho dedičstva na Slovensku je potrebné materiálno-technologické zázemie, dostupná infraštruktúra, personálne vybavenie pracovísk a interdisciplinárna spolupráca.
- Jedným z riešení je spolupráca medzi odborníkmi z radov výskumníkov, pedagógov a výkonných zamestnancov PFI a zdieľanie jestvujúceho prístrojového vybavenia.
- V súlade s požiadavkou praxe sa realizuje výchova odborníkov, zameraných na ochranu materiálov a objektov dedičstva v 2. stupni vysokoškolského štúdia. Problematika takej širokospektrálnej interdisciplinárnej oblasti, ako je CSTI, si vyžaduje odborníkov na úrovni 3. stupňa vysokoškolského vzdelávania. Otázkou ale je, či sú vytvorené podmienky pre uplatnenie a využitie takýchto absolventov.
- Nástrojom zlepšenia kvality interdisciplinárneho výskumu je realizácia spoločných projektov, ktorých riešiteľskými organizáciami sú vysoké školy, vedeckovýskumné inštitúcie a PFI.
- Na Slovensku však absentuje akreditované centrum vedeckého výskumu, ktorého hlavnou náplňou má byť výskum a vývoj metód analýzy, diagnostiky a ochrany všetkých materiállových skupín objektov dedičstva, prieskum a poradenstvo a to s potrebnou kapacitou vzhľadom na zákonitý rast objemu dedičstva.

Podakovanie

Ďakujeme projektu VEGA 1/0811/11 – Štúdium vplyvu vonkajších podmienok na stabilitu farebných vrstiev grafických objektov kultúrneho dedičstva za finančnú podporu.

5. Literatúra

1. Katuščák S., Konzervačná veda a možnosti jej využitia pri ochrane kultúrneho dedičstva, Zborník z konferencie Konzervačná veda a technológie pre ochranu kultúrneho dedičstva, SNM, Bratislava, 2012, 22 – 25.
2. Townsend J. H., What is Conservation Science? Macromolecules in Cultural Heritage, Macromolecular Symposia, Catalonia, 2005, 1 – 10.

3. Dubínyová L. Hubáček. Z., Katuščák S., DB CSTI SK. Databáza metód, zariadení a odborníkov konzervačnej vedy a technológií, Zborník z konferencie Konzervačná veda a technológie pre ochranu kultúrneho dedičstva, SNM, Bratislava, 2012, 185 – 189.
4. Tarajčáková J., rod. Dóriová, Identifikácia a analýza kresbových techník vybraných diel zo súboru SNG v Bratislave, Dizertačná práca, Bratislava, 2010, 236 s.
5. Španová A., Orlita, A., Konzervovanie leteckej bundy M. R. Štefánika, Zborník z konferencie Konzervačná veda a technológie pre ochranu kultúrneho dedičstva, SNM, Bratislava, 2012, 165 – 167.

Metodické centrum konzervace – výzkumné projekty a konzervátorské práce

Hana Grossmannová, Alena Selucká

Technické muzeum v Brně, Purkyňova 105, Brno
grossmannova@technicalmuseum.cz, selucka@technicalmuseum.cz

Abstrakt: Posláním Metodického centra konzervace při Technickém muzeu v Brně je mimo jiné provádět primární i aplikovaný výzkum v oblasti ochrany kulturního dědictví. Prostředkem k naplňování tohoto úkolu je pak realizace mnoha interních i účelově podpořených projektů v různých oblastech. Cílem tohoto textu je definovat záměry a motivace k řešení konkrétních témat a nastínit jakým směrem se naše činnost ubírá. Představeny tak budou náplně následujících aktuálně řešených projektů: Metodika uchovávání předmětů kulturní povahy – optimalizace podmínek s cílem dosažení dlouhodobé udržitelnosti, Plazmochemické procesy a technologie pro konzervaci kovových archeologických předmětů, Stanovení kvality vnitřního prostředí v Technickém muzeu v Brně – monitoring, vyhodnocení, strategie. Plastové materiály v muzejních a galerijních sbírkách. Na realizaci těchto témat spolupracujeme s celou řadou významných odborníků a se zástupci jak vědecko-výzkumných, tak i kulturních organizací. Snažíme se tak naplňovat vizi přenosu informací a výsledků výzkumu do přímé praxe.

KLíčové slová: metodické centrum konzervace, kulturní dědictví, depozitáře, plazma, kvalita vnitřního prostředí, plasty

1. Poslání Metodického centra konzervace

Základním cílem Metodického centra konzervace (MCK) je podpora a rozvíjení správné praxe při ochraně movitého kulturního dědictví v ČR a to především při péči o sbírky muzejní povahy. MCK zajišťuje komplexní servis zahrnující metodiku a poradenství v oblasti konzervování-restaurování pro různé subjekty, v první řadě pak pro muzea. Provádí průzkum předmětů kulturního dědictví analytickými metodami, poskytuje vzdělávací servis pro odbornou i laickou veřejnost, konzervování-restaurování vybraných předmětů kulturní povahy, zajišťuje publikační servis a to vydáváním odborné literatury, monografií, sborníků a periodik zabývajících se tematikou ochrany předmětů kulturního dědictví. Poskytuje informační servis, který by umožnil snazší přístup k současným poznatkům z oblasti konzervace a restaurování a to prostřednictvím odborné knihovny TMB a on-line anotovanou bibliografii. V neposlední řadě napomáhá řešení krizových situací – eliminuje případné škody způsobené nenadálými krizovými situacemi a účinně sanuje jejich následky.

2. Struktura

MCK je organizační složkou TMB a skládá se z několika částí: oddělení vědy a výzkumu, oddělení konzervování a restaurování, oddělení metodiky, výuky a služ-

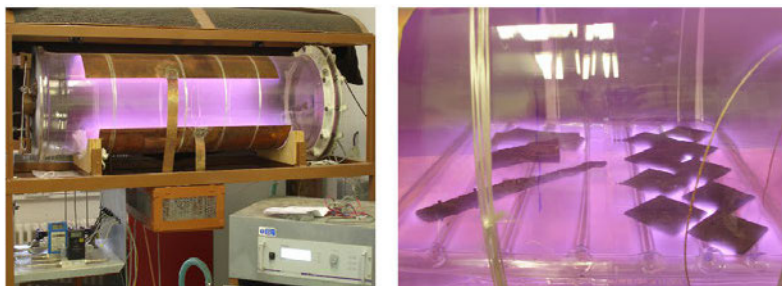
by včetně pracoviště pro krizové a mimořádné události. Výzkumné a vývojové aktivity oddělení vědy a výzkumu jsou směřovány zejména do roviny aplikovaného výzkumu, se zřetelem na zhodnocení stávajících postupů ochrany předmětů kulturní hodnoty a jejich zavedení do praxe, systematické a efektivní využívání nových a moderních technologií. Hlavní oblasti zájmu jsou:

- diagnostika a materiálový průzkum předmětů s důrazem na nedestruktivní metody, aplikace archeometrie pro hodnocení nejstarších dochovaných artefaktů, tvorba srovnávacích databank a metodik,
- ověřování a vývoj metod, materiálů a postupů – strategickými cíly jsou ochrana archeologických a historických kovových předmětů, technických sbírek a moderních materiálů, vakuové metody, dezinfekce a dezinfekce materiálů,
- preventivní konzervace sbírek – měření a regulace čistoty prostředí, klimatických a světelných parametrů v depozitářích a expozicích včetně opatření pro správnou manipulaci a zacházení se sbírkovými předměty.

3. Aktuální výzkumné projekty

Jedním z hlavních úkolů Metodického centra konzervace však bezesporu je vědecko-výzkumná činnost. Mezi aktuálně řešené úkoly patří mnoho účelově podpořených i interních projektů. V současné době se intenzivně věnujeme zejména řešení projektu Metodika uchování předmětů kulturní povahy – optimalizace podmínek s cílem dosažení dlouhodobé udržitelnosti (DF13P01OVV016). Cílem projektu je zpracování metodik pro optimální dlouhodobé uchování movitého kulturního dědictví sbírkotvorných institucí a památkových objektů. Záměrem je zhodnocení stávajících technologií a systémů ochrany tohoto dědictví z pohledu preventivní péče a návrh jejich optimalizace. Pozornost bude věnována též postupům snižujícím energetickou náročnost uchování movitostí. Záměrem je vytvoření logické osnovy zohledňující všechny aspekty související s budovami, jejich vnitřním prostředím, možnými riziky spojenými též se způsoby manipulace a využívání. Metodiky budou formulovány na základě vyhodnocení konkrétních muzejních objektů a kulturních památek, dále vznikne databáze na základě daných evaluačních kritérií. Součástí projektu je i experimentální část zahrnující ověření vybraných postupů měření parametrů vnitřního prostředí a metody jeho regulace. Pro měření parametrů prostředí i pro odzkoušení metod regulace budou mimo stávající systémy experimentálně prověřeny i doposud u nás neaplikované postupy. Jde o tzv. metodu conservation heating, jež bude po stránce účinnosti a energetické náročnosti porovnávána se stávajícími systémy regulace klimatu. Porovnávána bude též účinnost a energetická náročnost systému, jež se řídí podle tzv. sorpčních izoterm, což je uváděno jako řídicí systém s nízkými provozními náklady. Předmětem zájmu je též otázka proudění vzduchu v klimatizovaných objektech i problematika nedostatečného proudění vzduchu v památkách bez funkčních průduchů včetně neprovozovaného teplovzdušného topení. Pro tuto oblast budou využity moderní způsoby měření pohybu vzduchu, na jejichž základě bude simulováno rozložení klimatických parametrů. V rámci návrhů způsobů regulace prostředí moderních objektů budou zkoumány možnosti minimalizace energetické náročnosti, u památek potom zejména otázky spojené s minimalizací intervence. Metodiky budou obsahovat návody pro optimální uchování a manipulaci s předměty, též jako výukový materiál.

Další významný projekt našeho pracoviště má název Plazmochemické procesy a technologie pro konzervaci kovových archeologických předmětů (DF11P01OVV004). Využití plazmochemických technologií představuje jeden z moderních směrů vědeckého výzkumu. V rámci MCK je aplikace zaměřena na využití nízkotlakého plazmatu generovaného ve vodíku pro konzervaci archeologických nálezů, dále využití atmosférických plazmochemických aplikací pro sterilizaci papírových dokumentů a v rámci teoretického studia se věnuje i atmosférickým aplikacím pro konzervování plastových předmětů a jejich pasivaci. V souvislosti s plněním úkolu studia možnosti využití plazmochemické redukce korozních produktů pro různé druhy kovů případně jejich slitiny byla v průběhu minulých let provedena zásadní rekonstrukce celého nízkotlakého plazmochemického zařízení, která zahrnovala zásadní úpravy hardwarové vybavení a konstrukční úpravy (kompletace mechanické části plynového a elektrického rozvaděče, zapojení průmyslového počítače, vytvoření řídicího panelu) a také vývoj řídicího softwaru pro PLC. Následně bylo přikročeno k testování plně automatického provozu aparatury. Řada experimentálních cyklů proběhla s cílem najít efektivní způsob měření teplot vzorků v plazmatu – stanovení parametrů RF filtru a jeho výroba. V blokových měřeních, které proběhly v roce 2012 jsme se pak zaměřili na sledování některých zásadních parametrů plazmochemického ošetření – byla například hodnocena nestabilita plazmatu v souvislosti s elektrickými parametry zařízení, proběhlo ošetření modelového železného vzorku pro získání záznamu spektroskopického měření v průběhu ošetření předmětu vodíkovým plazmatem. Vyhodnocování experimentů probíhá za využití řady analytických metod např. SEM-EDX a EMPA a XRD.



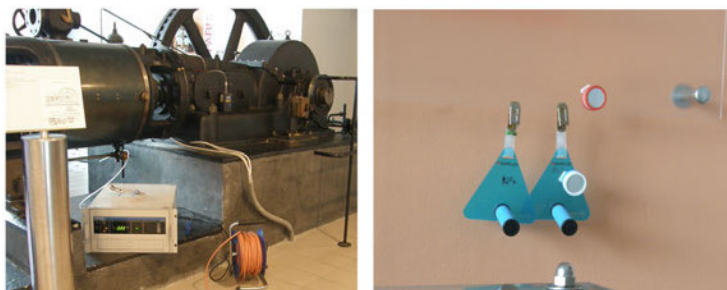
Obr.1: Plazmochemické zařízení Metodického centra konzervace a příklad ošetření archeologických nálezů a modelových vzorků.

Pozornost pracovníků laboratoře je také zaměřena na projekt – Stanovení kvality vnitřního prostředí, který zahrnuje výzkum, monitorování, hodnocení a vymezení strategie v souvislosti s chemickou zátěží v expozicích a depozitářích. V rámci studií bylo provedeno komplexní hodnocení kvality ovzduší pro ochranu stávajících technických sbírek a byly připraveny podklady pro přípravu metodických pokynů pro efektivní využití ekonomicky nenákladných metod pro hodnocení kvality vnitřního prostředí. Série praktických měření byly prováděny současně na konkrétních vytipovaných lokalitách, které byly vybrány na základě konkrétních parametrů (očekávaný výskyt polutantů, specifická zátěž prostředí, známky urychlené degradace materiálu, nevhodné klimatické

parametry). Prověřeny byly úrovně koncentrací následujících polutantů: NO₂, O₃, SO₂, HNO₃, HCOOH, CH₃COOH, NH₃, HCl, aldehydy, těkavé organické látky, těžké kovy a částice PM10. Použito bylo několik typů analytických metod – pasivních i aktivních: pasivní dozimetry Radiello, IVL (Swedish Environmental research institute) pasivní vzorkovače, difuzní trubičky Gradko, fotometrie a chemiluminiscence, plynová chromatografie, vysokoúčinná kapalinová chromatografie, gravimetrie a hmotnostní spektroskopie s indukčně vázaným plazmatem. V současné době připravujeme podklady pro doplnění studie o hodnocení zatížení prostředí aerosoly a kvalitativní stanovení organických látek v prostředí muzejních vitrín.



Obr. 2: Mosazná plastika poškozená aktivní korozí vlivem vysoké koncentrace těkavých organických látek v muzejní vitrině.



Obr. 3: Metody detekce škodlivých látek v expozicích muzea.

V případě interního projektu Plastové materiály v muzejních a galerijních sbírkách je pozornost zaměřena na metody konzervování moderních materiálů. Zahraniční publikace, materiály a studie poukazují na fakt, že vlastní konzervace a restaurování plastů je velice problematické a velmi obtížně řešitelné. V Evropě proběhl velký výzkumný projekt POPART týkající se konzervace plastů, nicméně i závěry toho projektu se

omezují spíše na prezentaci a upřesnění znalostí týkajících se identifikace, degradace a preventivní konzervace plastů. Naším záměrem je tedy prostřednictvím vytvoření pracovní skupiny podporovat výzkum a přenos výsledků v České republice v této oblasti. V současné době byly realizovány některé konkrétní studie týkající se aplikace moderních postupů na sbírkové předměty a také jsou postupně připravovány metodické listy. Z mnoha témat týkajících se degradace a ochrany plastových sbírkových materiálů jsme se detailněji věnovali např. sanační a preventivní konzervaci polyvinylchloridu, což je velmi často se objevující materiál jak v muzejních tak i galerijních sbírkách. Spolupráci jsme navázali i s Vojenským historickým ústavem v souvislosti s řešením problémů týkajících se sbírkových předmětů z polymerních kompozitů a kaučuku (historické masky, nafukovací čluny). Součástí studie byl materiálový průzkum sbírkových předmětů a návrh postupů preventivní i sanační konzervace.



Obr. 4: Ukázky sbírkových předmětů užitých pro vypracování studií, vpravo snímek z mikroskopického průzkumu nafukovacího člunu

Interdisciplinárny prístup k reštaurovaniu kolorovanej fotografie

Jana Križanová¹, Zuzana Machatová², Viera Jančovičová²

¹Vysoká škola výtvarných umení v Bratislave, Katedra reštaurovania,
Drotárska cesta 44, 811 02 Bratislava
janka.krizanova@gmail.com

²Fakulta chemickej a potravinárskej technológie STU v Bratislave
Radlinského 9, 812 37 Bratislava
zuzana.machatova@stuba.sk, viera.jancovicova@stuba.sk

Abstrakt: Od vynálezu fotografie až do 40. rokov 20. stor. sa skoro 150 rokov upravovali čiernobiele fotografie kolorovaním. V predkladanom príspevku sa zaoberáme interdisciplinárnym prístupom ku identifikácii a reštaurovaniu kolorovanej fotografie. Úvod začleňuje obdobie kolorovanej fotografie do súladu s historickým vývojom fotografie. Praktická časť dizertačnej práce autorky Jany Križanovej sa zaoberá identifikáciou, konzervovaním a reštaurovaním chromofotografií zo zbierok pozostalosti ateliéru bratislavského fotografa z 19. storočia, E. N. Kozicsa, deponovaných v zbierkach Mestského múzea v Bratislave (MMB) a jednej chromofotografie Olgy Štúrovej zo zbierok SNM v múzeu Ľudovíta Štúra v Modre. Na ich reštaurátorský výskum bola využitá interdisciplinárna komunikácia medzi Vysokou školou výtvarných umení v Bratislave a Fakultou chemickej a potravinárskej technológie (FCHTP) Slovenskej technickej univerzity (STU) v Bratislave. V predkladanom príspevku sa zameriavame na interdisciplinárny nedeštruktívny reštaurátorský výskum, ktorý demonštrujeme na jednom diele z kolekcie reštaurovaných chromofotografií zo zbierok MMB z pozostalosti ateliéru bratislavského fotografa E. N. Kozicsa.

Kľúčové slová: kolorovaná fotografia, chromofotografia, reštaurovanie, interdisciplinárny, nedeštruktívny výskum

1. Úvod

Od vynálezu fotografie v prvej polovici 19. stor. si ľudia začali „zvykať“, že zachytenie reality je dostupné nielen v transformovanom podaní výtvarného umelca, ale aj vernejšie a bližšie realite. Most medzi fotografickým obrazom bezfarebnej reality, kým technológia ešte nedospela k farebnej fotografii [1] a farebným svetom, ktorý vníma naše ľudské oko, tvorilo celé storočie ručné kolorovanie čiernobielych fotografií [2]. V súčasnosti sa stretávame s množstvom historických kolorovaných fotografií, ktoré majú veľmi rôznu technologickú aj umeleckú úroveň, ale vysokú historickú hodnotu a vyžadujú si pozornosť historikov, chemikov a reštaurátorov. Obdobie kolorovanej fotografie, kedy sa fotografia spojila s maľbou, aby spoločne zachytili celú harmóniu skutočnosti, je technologicky a umelecky fascinujúce. Významný dopyt verejnosti po kolorovaných fotografiách viedol k vzniku veľkého množstva malých rodinných firiem, ktoré vyrábali výlučne farby na kolorovanie fotografií.

Postupne na trh prevládali veľké firmy, mená, ktoré už buď pôsobili predtým alebo sa novo dostali na trh a udržali sa až dodnes: Sú nimi napríklad Marshalls [3], Windsor & Newton [3], Rembrands, Koh-i-Noor Hardtmuth, Eastman Kodak Co. Kolorovacie súpravy sa vyrábali na báze klasických akvarelových farieb, olejových farieb alebo farebných ceruziek.

Reštaurovaním, konzervovaním a identifikáciou chromofotografií zo zbierok pozostalosti ateliéru bratislavského fotografa E. N. Kozicsa z 19. storočia deponovaných v zbierkach Mestského múzea v Bratislave (MMB) a jednej nekompletnej chromofotografie Oľgy Štúrovej zo zbierok SNM v múzeu Ľudovíta Štúra v Modre, sa zaoberá praktická časť dizertačnej práce jednej z autoriek príspevku, Jany Križanovej. Na dosiahnutie správnej interpretácie výsledkov výskumu bola využitá interdisciplinárna komunikácia medzi Vysokou školou výtvarných umení v Bratislave a FCHTP na STU, spolupráca medzi reštaurátormi a chemikmi.

2. Základný opis diela

V predkladanom texte predstavíme interdisciplinárny prístup reštaurátorského výskumu chromofotografie č. 1. K1679 (MMB), identifikačné číslo autorky: JK23 AB, „Muž s modrou mašľou“. Pojem chromofotografia v širšom zmysle označuje jednofarebnú fotografiu špeciálne ručne kolorovanú. Každý chromofotografický artefakt je originál. Technika sa využívala hlavne v období rokov 1860 až do prvej svetovej vojny [5]. Chromofotografia v tomto definíčnom odbore je zriedkavá kolorovacia technika, ktorú používalo len málo autorov, a to najmä v oblasti strednej Európy. Na území dnešnej Českej republiky bol v druhej polovici 19. stor. významným reprezentantom tejto techniky Alexander Seik (1824 – 1905) [6], v Maďarsku fotograf Ferenc Veress (1832 – 1916) a na Slovensku spomínaný E. N. Kozics.

Historický opis výroby chromofotografie

Prvá (vrchná) fotografia sa vyvolá z toho istého negatívu, za normálnej expozície.

Koloruje sa akvarelovými farbami na zadnej (verso) strane veľmi jemne v oblasti tváre, detailov oblečenia, šperkov a doplnkov. Fotografia sa napustí voskom a priloží sa na sklo tvárou dole, stane sa tak priehľadnou a súčasne príľne na podložné sklo.

Druhá (spodná) fotografia sa vyvolá z toho istého negatívu ako prvá (vrchná) fotografia, za normálnej expozície alebo je mierne podexponovaná. Fotografia sa nalepí škrobom alebo glejom na podložné sklo. Ak sa použije mierne podexponovaná snímka (slaný papier), tak sa koloruje akvarelovými farbami len jemne, najmä v oblasti tváre a oblečenia. Po obvode druhej fotografie sú rovnomerne rozmiestnené a nalepené tenké prúžky kartónu, ktoré slúžia na vytvorenie priestoru medzi fotografiami, keď sa v záverečnej fáze na seba priložia.

Finálna chromofotografia sa vytvorí spojením fotografií, resp. skiel, na ktoré sú fixované. Sklo tvorí podložku spodnej aj vrchnej fotografie. Spodná fotografia je nalepená na skle a vrchná je na skle priľnutá pomocou vosku. Fotografie sa nedotýkajú, tenkú štrbinu udržiavajú kartónové prúžky nalepené po obvode skla spodnej fotografie. Sklá sú po obvode zlepené papierovou glejovou páskou. Chromofotografia sa napokon umiestni do ozdobného rámu.

Technológiou chromofotografie sa získala veľmi realistická kolorovaná fotografia. Pohľadom cez vrstvy skla, vosku, papiera a kolorovanej obrazovej vrstvy vzniká

decentný obraz, ktorý pôsobí veľmi prirodzene. Dá sa tak dosiahnuť temer 3D efekt a vzbudzuje sa dojem, že farebnosť je zachytená priamo fotografickou technikou.



Obr. 1: Chromofotografia v ozdobnom ráme, MMB, i. č. K1679.

3. Nedeštruktívny reštaurátorský výskum

Cieľom nedeštruktívnych metód výskumu je získať čo najviac informácií o diele, bez nutnosti zasiahnuť do jeho hmotnej podstaty:

- a) pozorovanie celého diela pri dennom svetle v pôvodnom stave,
- b) pozorovanie častí diela pri dennom svetle po vyňatí z ozdobného rámu a po oddelení oboch navzájom spojených kolorovaných fotografií,



Obr. 2: Chromofotografia K1679, grafické znázornenie jednotlivých vrstiev chromofotografie a ich zoradenie, JK23 A a JK23B.

- c) pozorovanie fotografií v ultrafialovom (UV) spektre dopadajúceho svetla,
- d) analýza fotografií a ich kolorovania röntgenovým fluorescenčným spektrometrom (XRF) [7, 8],

- e) analýza fotografií a ich kolorovania fourierovým transformačným infračerveným spektrometrom (FTIR) [9].

3.1 Obhliadkový výskum

Pozorovanie diela pri dennom svetle po vyňatí z ozdobného rámu a po oddelení oboch navzájom spojených kolorovaných fotografií. Pri popise poškodenia diela postupujeme podľa jednotlivých vrstiev, ktoré zodpovedajú technológii chromofotografie tak, ako ju používal aj autor reštaurovaného diela. Popisujeme osobitne prvú (alebo vrchnú) JK 23A a druhú (alebo spodnú) JK23B kolorovanú fotografiu. Prvá (vrchná) fotografia JK 23A bola tvárou dole (recto) priložená na sklo a zo zadnej strany (verso) napustená voskom, čím sa stala priehľadnou a súčasne príhnila na sklenú podložku. Preto bol jej povrch pôvodne hladký a vysoko lesklý. Vosk časom – vplyvom tepla, ultrafialového (UV) žiarenia a vzduchu – degradoval a vyschol, teda prestal byť vláčný a stratil pružnosť. V dôsledku toho sa fotografia prakticky na celej ploche oddelila od sklenej podložky. V pôvodnom stave, keď bola fotografia ešte vložená v ráme, sa to prejavilo ako výrazné zvlnenie. Zožltnutie voskového papiera kopíruje oválny tvar rámu a je spôsobené degradáciou, ktorú vyvolalo pôsobenie priameho denného svetla. Prvá (vrchná) fotografia JK 23A je kolorovaná zo zadnej (verso) strany predtým, ako bol na ňu nanesený vosk. Kolorovanie je spravené veľmi jemnými tónmi modrej farby v oblasti saka, mašle, očí a pozadia. Prívesok je kolorovaný zlatisto žltou farbou. Vlasy a obočie sú zvýraznené stupňami sivej farby. Autor využil na kolorovanie techniku akvarelu, kde uplatnil nanášanie farieb v lazúrových vrstvách. Po obvode druhej (spodnej) fotografie JK 23B sú na prednej (recto) strane prilepené štyri prúžky kartónu 100 mm × 3 mm × 2,5 mm. Táto obruba nie je klasická pasparta, ale vytvára priestor medzi dvomi na sebe ležiacimi fotografiami. Spodná fotografia JK 23B je celoplošne zdegradovaná tmavými foxingovými škvrkami v priemere 1 až 3 mm. Tento typ škvrn, ktoré veľmi často vidno na starých papierových podložkách, sa pre svoju hrdzavohnedú farbu označuje ako foxingové (škvrny) alebo foxing (z anglického fox = líška).

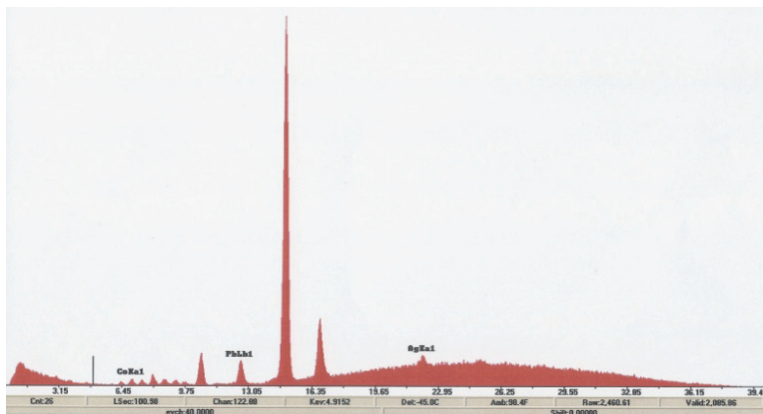
3.2 Skúmanie diela v UV spektre dopadajúceho svetla

Pri pozorovaní prvej (vrchnej) fotografie JK 23A v UV spektre dopadajúceho svetla sa zvýraznila prítomnosť voskového náteru, pričom bledšie plochy zobrazujú nerovnomerné nanosenie vosku. Biele vlásoknicové čiary poukazujú na zlomy papierovej vrstvy. Môžeme pozorovať rozdiel medzi zdegradovaným (luminuje na zelenožltó) a nezdegradovaným (luminuje na jasno zelenomodrú) papierom.

Pozorovanie druhej (spodnej) fotografie (JK 23B) v UV spektre dopadajúceho svetla, ktorá je po celej ploche degradovaná foxingovými škvrkami, a tie luminujú ružovohnedou farbou, čo presne vykresľuje ich množstvo a plochu na zelenom pozadí. Taktiež nám to indikuje, že môže ísť o ich biotický pôvod.

3.3 Výskum spektrálnymi metódami XRF a FTIR

XRF analýzy na prvej (vrchnej) fotografii JK 23A sa robili na zadnej (verso) strane fotografie, za účelom analýzy použitého modrého kolorantu.

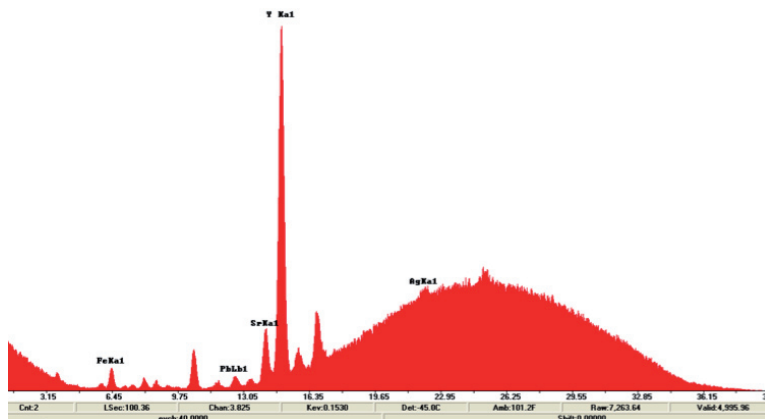


Obr. 3: XRF spektrum fotografie JK 23 A, v oblasti kolorovania modrých očí.

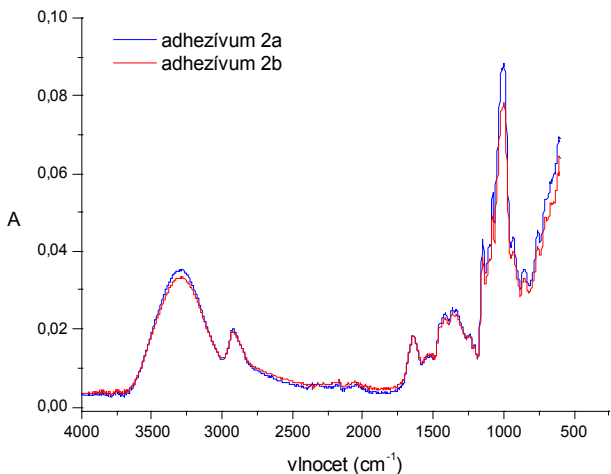
Interpretácia XRF spektra na obr. 3.

Co – kobalt sa vyskytuje v modrej vrstve, ide teda o kobaltovú modru
 Pb – olovo, nachádza sa v bielobe, ktorá bola použitá na zjemnenie modrej
 Ag – striebro, ktoré je prítomné vo fotografii.

Katióny kovov železa a medi, ktorých prítomnosť v papieri dokázala analýza XRF (obr. 4 – XRF spektrum a jeho interpretácia), katalyzujú mnohé reakcie a sú pre živé organizmy esenciálne. Je dokázané, že ich prítomnosť v papierovej podložke potancuje rast mikroorganizmov.



Obr. 4: XRF spektrum papiera fotografie JK 23 B, prítomnosť Fe.



Obr. 5: Vzorky a2a, a2b z JK23B, FTIR /ATR spektrum škrobu.

Druhá (spodná) fotografia JK 23B, ktorá nie je napustená voskom a teda nie je spriehľadnená, je zadnou stranou (verso) celoplošne nalepená na spodné sklo škrobovým lepidlom. Na obr. č. 5 vidíme FTIR/ATR spektrum škrobu odobratého z fotografie JK 23B, ktorého interpretácia je nasledujúca:

3297 cm^{-1} – široký difúzny pás – valenčné vibrácie OH skupiny v polyméroch,

2918 cm^{-1} – valenčné vibrácie skupín CH_2 a CH_3 ,

1643 cm^{-1} – deformačné vibrácie O—H väzieb v molekúlach absorbovanej vody,

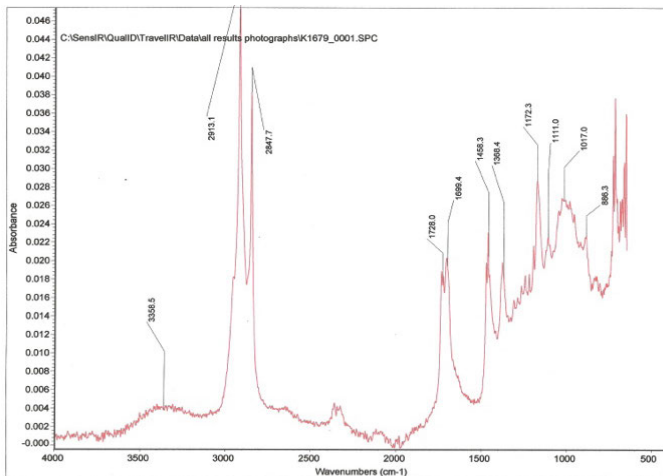
1340 – 1400 cm^{-1} – deformačné vibrácie skupín CH, CH_2 a CH_3 ,

1100 cm^{-1} – deformačné vibrácie éterovej väzby,

995 cm^{-1} – špecifické deformačné vibrácie glukózových stavebných jednotiek v polysacharidoch (oblasť otlakov prstov).

Pôvod foxingových škvŕn ešte stále nie je uspokojivo vysvetlený. Nazdávame sa, že na vzniku škvŕn sa podieľalo niekoľko faktorov. Použitie adhezívum – škrob na prílepenie fotografie JK 23B na sklenú podložku, ktorého účasť na vzniku foxingu sa preukázala v mnohých štúdiách. V kombinácii s mierne zvýšenou relatívnou vlhkosťou predstavuje ideálnu živnú pôdu pre mikroorganizmy [10]. Luminovanie v UV svetle nám indikuje, že môže ísť o ich biotický pôvod.

Ďalšou, veľmi častou príčinou foxingových škvŕn, je prítomnosť kationov kovov železa (a iných), ktoré sa dostali do papierovej podložky v procese výroby papiera (zo sít). Je to veľmi typické pre menej kvalitné velínové papiere z konca 19. a zač. 20. storočia, ktoré navyše už mohli využívať recyklovaný materiál (papierenský a textilný), ktorý bol sám o sebe zdrojom častíc, ktoré podliehajú korózii (častočky kovu).



Obz. 6: FTIR/ATR spektrum, JK 23A recto, oblasť bez svetlocitlivej vrstvy, na recto strane s povrchovou úpravou.

FTIR /ATR spektrum na obr. 6 a jeho interpretácia

2913 cm^{-1} – valenčné vibrácie skupín CH_2 a CH_3 , včelí vosk a organické zlúčeniny,
 2847 cm^{-1} – valenčné vibrácie skupín CH_2 a CH_3 , včelí vosk a organické zlúčeniny,
 1728 cm^{-1} – valenčné vibrácie väzby $\text{C}=\text{O}$, typické pre včelí vosk (ester),
 1164 cm^{-1} – valenčné vibrácie väzby $\text{C}=\text{O}$, typické pre včelí vosk,
 1699 cm^{-1} – valenčné vibrácie väzby $\text{C}=\text{O}$, typické pre mastixovú živicu,
 1458 cm^{-1} – deformačné vibrácie väzby $\text{C}-\text{H}$, typické pre mastixovú živicu,
 1368 cm^{-1} – deformačné vibrácie väzby $\text{C}-\text{H}$, typická pre mastixovú živicu,
 1017 cm^{-1} – deformačné vibrácie $\text{C}-\text{O}$ väzby (oblasť otláčkov prstov).

Analýza ATR FTIR spektrometrom potvrdila, že ide o včelí vosk a preukázala, že vrstva obsahuje aj mastixovú živicu.

3.4 Záver k výsledkom výskumu

Výsledky interdisciplinárneho výskumu ukázali, že prvá (vrchná) fotografia JK 23A je znečistená depozitom, uvoľnená z vrchného skla a zvlhnená. Ďalším poškodením je degradácia voskovej vrstvy svetlom a teplom, čo sa prejavilo jej zažltnutím, a zmatným niektorých častí voskovej vrstvy. Druhá (spodná) časť fotografie je po celej ploche poškodená foxingovými škvrkami.

Pozorovanie prvej (vrchnej) fotografie v UV žiarení nepreukázalo žiadne sekundárne zásahy. Na žltozeleno luminovala vrstva vosku. Môžeme pozorovať rozdiel medzi zdegradovaným papierom (luminuje na žltozeleno) a nezdegradovaným papierom (luminuje na jasno zelenomodro). Pozorovanie druhej (spodnej) fotografie v UV žiarení nepreukázalo žiadne sekundárne zásahy. Na celej ploche je degradovaná foxingovými škvrkami, ktoré

luminujú ružovohnedou farbou, čo presne vykresľuje ich množstvo a plochu na zelenom pozadí. Kolorovanie v oblasti mašle a očí luminuje na žiarivo modro. Kolorovanie tvárovej časti luminuje na tmavo ružovo, nekolorované časti sú svetlobiele.

Všetky XRF analýzy na prvej fotografii JK 23A boli analyzované na recto aj verso strane fotografie. V oblasti kolorovania modrou farbou na očiach, pozadí a mašli bola zistená prítomnosť kobaltu (Co) – ide o kobaltovú modrú. Bola zistená prítomnosť Pb (olova), na základe čoho môžeme určiť že ide o olovenú bielobu, ktorá bola prímesou kobaltovej modrej. Prítomnosť Ag (striebra) v najtmavšej časti fotografie určuje typ svetlocitlivej vrstvy. Ide o fotografiu typu slaný papier.

Všetky FTIR/ATR analýzy na prvej fotografii JK 23A boli analyzované na recto aj verso strane fotografie. Analýza ATR FTIR spektrometrom potvrdila, že ide o včelí vosk a preukázala, že vrstva obsahuje aj mastixovú živicu.

Všetky FTIR/ATR na druhej fotografii JK 23B boli analyzované na recto strane a fragmente lepidla na verso strane fotografie. Potvrdili, že ide o škrobové lepidlo.

5. Návrh a priebeh reštaurovania

5.1 Návrh na reštaurovanie prvej (vrchnej) fotografie JK 23A

Zbavenie diela povrchových nečistôt suchou cestou (jemný štetec). Opätovné vyrovnanie fotografie a jej prilnutie na pôvodnú sklenú podložku.

5.2 Priebeh reštaurovania prvej (vrchnej) fotografie JK 23A

Zbavenie povrchových nečistôt fotografie suchou cestou (jemný štetec). Opätovné prilnutie fotografie na pôvodnú sklenú podložku, čím sa docielilo jeho vyrovnanie a lesk povrchu. Dielo bolo položené na rovnomerne zahriate sklo, čo jemne rozpustilo zmes vosku a mastixu a dielo získalo svoju pôvodnú formu a jednotný povrch.

5.3 Návrh na reštaurovanie druhej (spodnej) fotografie JK 23B

Návrh na reštaurovanie druhej (spodnej) fotografie JK 23B bol vypracovaný na základe vyhodnotenia nedeštruktívneho výskumu, ktorý pripustil možnosť výskytu foxingových škvrn z dôvodu degradácia škrobového lepidla. Preto je potrebné spodnú fotografiu JK 23B odstrániť so sklenej podložky a zbaviť povrch zadnej strany fotografie od škrobového lepidla. Kolorované miesta je potrebné fixovať pomocou cyklohexanu rozpusteného v toluéne pred tým, ako bude dielo vystavené mokrému reštaurátorskému zásahu. Po sňatí diela zo sklenej podložky nasleduje odstraňovanie zvyškov škrobového lepidla. Bielenie mokrého diela denným svetlom iba v oblasti jeho degradácie. Podlepenie diela ochrannou vrstvou japonského papiera a následné scelenie diela farebnou retušou. Navrátenie diela na pôvodnú sklenú podložku.

5.4 Priebeh reštaurovania druhej (spodnej) fotografie JK 23B

Dielo bolo zbavené povrchových nečistôt suchou cestou (jemný štetec, gumová drvína). Farby sú rozpustné vo vode, nerozpustné v liehu a toluéne. Fixácia farieb

(cyklododekan, rozpustený v toluéne). Vodovanie fotografie vo vlažnej vode, jej následné odlepenie od skla. Práca na odsávacom stole, za účelom odstránenie zvyškov lepidla, ktoré zapríčinilo výskyt foxingových škvŕn. Bielenie vo vodnom kúpeli denným svetlom. Vypnutie na pomocný hollytex a vrstvu japonského papiera, ktorá slúži ako jeho ochranná vrstva. Farebné scelenie diela a pomocou tylózy MH 6000 nalepené na pôvodné sklo. Po okrajoch fotografie bola opätovne naaplikovaná pôvodná pasparta. Spojenie spodnej fotografie vypnutej na pôvodnom skle so zreštaurovanou vrchnou fotografiou, pomocou archiválnej lepiacej pásky. Dielo bolo na záver navrátené do pôvodného zreštaurovaného rámu.

PodĎakovanie

Táto práca bola podporená z grantov VEGA 1/0811/11 a KEGA 002VŠVU-4/2012.

Špeciálne poďakovanie patrí pánovi prof. Borisovi Kvasnicovi akad. mal. a pánovi prof. Dusan C. Stulikovi za odbornú spoluprácu.

6. Literatúra

1. Šima, J., Čepčan, M., Jančovičová, V., Prousek, J., Velič, D. 2011. Fotochémiá. Princípy a aplikácie. Bratislava: Slovenská Technická Univerzita v Bratislave, s. 172 – 188. ISBN 978-80-227-3440-0.
2. Skopec, R. 1963. Dějiny fotografie v obrazech od nejstarších dob k dnešku. Praha: Orbis. s. 466 – 450.
3. Robertson Marshall, L. 1944. Photo – oil colouring for fun or profit, New York: U. S. Camera publishing corporation, s. 127.
4. Winsor&Newton. Catalogue of materials for water-colours painting, and sketching, pencil and chalk drawing. London: Winsor and Newton, 1849. s. 48.
http://viewer.zmags.com/showmag.php?mid = wtfrgd&preview = 1&_x = 1#/page30/
5. Nadeau, L. 1989. Encyclopedia of Printing, Photographic, and Photomechanical Processes. New Brunswick, Canada: Atelier Luis Nadeau, s. 367. ISBN-13: 978-0969084167.
6. Scheufler, P. 2001. Galerie c. k. fotografů. Praha: Grada, s. 42 – 43. ISBN 80-247-900440.
7. Stulik, D. C. 2003. Insight into early photographic processes: quantitative XRF approach. Edinburg: Archetype Publications.
8. Križanová, J. 2008. Röntgenová fluorescenčná spektrometria (XRF) a jej využitie pri reštaurovaní fotografií. Bratislava: VŠVU. Katedra reštaurovania.
9. Derrick, M. R. 2000. Infrared Spectroscopy in Conservation Science. Los Angeles: J Paul Getty Museum Pubns.
10. Zotti, M., Ferroni, A., Calvini, P. 2011. Mycological and FTIR analysis of biotic foxing on paper substrates, International Biodeterioration & Biodegradation 65, 569 – 578. s. 10.

Nový přístup k ochraně novodobých fondů Národní knihovny ČR

Petra Vávrová¹, Lucie Palánková¹, Hana Sedliská¹, Magda Součková¹,
Tereza Kašťáková¹, Jiří Polišenský², Pavel Kocourek³, Věra Pospíšilíková⁴

¹Národní knihovna ČR – Centrální depozitář, Odbor ochrany knihovních fondů,
Sodomkova 2/1146, 102 00 Praha 15 – Hostivař
Petra.Vavrova@nkp.cz, Lucie.Palankova@nkp.cz,
Magda.Souckova@nkp.cz, Tereza.Kastakova@nkp.cz

²Národní knihovna ČR – Centrální depozitář, Odbor správy fondů,
Sodomkova 2/1146, 102 00 Praha 15 – Hostivař
Jiri.Polisensky@nkp.cz

³INCAD spol. s r. o., pavel.kocourek@incad.cz

⁴Moravská zemská knihovna v Brně, verka.posp@seznam.cz

Abstrakt: *Novodobé knihovní fondy zahrnují knihy a dokumenty vzniklé po roce 1800. Zachycují vývoj české kultury a národní svébytnosti, tento fond má neocenitelný historický, umělecký, společenský význam a zásadní informační hodnotu. S digitalizací knihovních fondů se proměňuje význam a role zachování knihovních fondů v jejich dobrém fyzickém stavu. Papíry vyrobené po roce 1845 jsou vyráběny díky změně technologie a materiálů z nekvalitních dřevitých surovin a jejich životnost je velmi nízká. Kromě špatné kvality materiálů je další odlišností novodobých fondů od historických jejich kvantita, novodobé fondy tvoří 96 % knihovních fondů Národní knihovny ČR a jejich počet stále narůstá, zatímco historické fondy již přibývají jen zřídka. Příspěvek bude zaměřen na popis metodiky průzkumu fondů a využití databáze a statistických údajů v praxi, např. pro zjištění finančních nákladů na odkyselování, pro výběr nejpoškozenějších exemplářů, pro zjištění počtu ochranných obalů aj. Popíšeme metody záchrany a konzervace těchto fondů.*

Klíčová slova: *průzkum, znalostní báze, poškození, novodobé knihovní fondy*

1. Novodobé knihovní fondy

Jedná se o fondy vzniklé po roce 1800. Obsahově mají tyto sbírky nedocenitelnou hodnotu z hlediska dokumentace posledních dvou set let české historie, kultury a svébytnosti.

Tyto fondy byly velmi dlouho na okraji zájmu výzkumu v oblasti konzervace a restaurování, ale jejich fyzický stav je kupodivu často horší, než u fondů historických. Velmi podstatnou vlastností této sbírky je také její rozsah. Tvoří 96 % veškerých sbírek Národní knihovny ČR, což je přibližně 6,7 milionu svazků!

Základ problematiky průzkumu a péče o novodobé fondy kromě jejich množství je i jejich alarmující fyzický stav a mechanické poškození vycházející nejen z nevhodné manipulace, ale hlavně z materiálového složení. Na základě dosavadních průzku-

mů je takto kriticky ohroženo minimálně 30 % fondu. Hlavní příčinou degradačních procesů (v porovnání s běžným historickým materiálem) je skutečnost, že mezi lety 1845 – 1850 bylo v souvislosti s rozvojem papírenského průmyslu započato s výrobou papíru z nekvalitních dřevitých surovin a používáním kyselých kličidel a nevhodných plniv. Takto vyráběné papírové materiály podléhají velmi rychlé degradaci – zhoršují se jejich mechanické a optické vlastnosti.

2. „Centrální znalostní báze RD“

Má-li být tento fond skutečně zachován, je naprosto nezbytné vytvořit metodologii jeho průzkumu a na jejím základě začít s jeho preventivní i faktickou ochranou. K účelu hromadného průzkumu fondu a shromáždění dat k pozdějšímu využití byla vytvořena speciální databáze – Centrální znalostní báze Registru digitalizace.

Jedná se o software vytvořený v rámci projektu Institucionální podpory na dlouhodobý koncepční rozvoj výzkumné organizace Ministerstvem kultury ČR ve spolupráci s kolegy z firmy INCAD. Po dořešení detailů provozu databáze předpokládáme využívání databáze i pro další knihovny v České republice. Aktuálně již funguje spolupráce s Vědeckou knihovnou v Olomouci a Moravskou zemskou knihovnou v Brně, jejichž pracovníci po zaškolení postupně vkládají do databáze výsledky průzkumu svých fondů.

Obr. 1: Úvodní část formuláře znalostní databáze „Centrální znalostní báze RD“, který je využíván pro zápis informací při průzkumu knihovnických fondů.

Uživatelské prostředí formuláře (ukázka viz. Obr. 1) je vyplňováno v několika tematických celcích – základní knihovnické údaje, fyzický popis a typologie knižní vazby, stávající obal – vhodný či nevhodný, až po popis fyzických poškození jednotlivých částí vazby a bloku. Díky tomu, že nabízí vždy několik možností, z nichž se vybere jedna konkrétní, se s formulářem velmi snadno pracuje, takže není nezbytné, aby pracovník

znal rozsáhlou knihařskou terminologií. Stačí, když si osvojí několik základních ustálených termínů – klíčových slov. Do databáze je možno vkládat další přílohy, poznámky mimo základní kolonky, doplňující informace ke každému svazku, fotografie – fotodokumentace. Velmi podstatným sledovaným kritériem je i hodnota povrchového pH.

3. Průzkum fyzického stavu knihovních fondů

Databáze sleduje a shromažďuje tyto základní skupiny dat a informací, které jsou nedocenitelné při další práci s fondem:

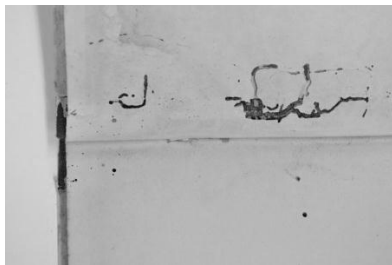
- typ papíru a vazby,
- hodnota povrchového pH papíru,
- potřeba ochranného obalu,
- potřeba konzervátorského zásahu,
- předchozí zásahy a nevhodné opravy,
- stupeň a typ degradace,
- aj.

Hodnota povrchového pH papíru je měřena dotykovou elektrodou v několika základních přesně určených bodech, které jsou zaznamenány společně s údajem. Měření probíhá podle dostupnosti (někdy se kniha poměrně špatně otvírá) u hlavy, ve středu u hřbetu, u paty, nebo na okraji uprostřed listu. Součástí sbíraných dat je samozřejmě i přehled o množství knih, které jsou již opatřeny ochranným obalem ze speciální nekysele lepenky vyvinuté přímo ve spolupráci s Národní knihovnou ČR. Dalším důležitým faktorem, který je sledován, jsou dřívější nevhodné opravy a jejich vliv na papír i vazbu knihy. Tato data jsou zásadním zdrojem informací pro připravovanou metodiku ambulantních i konzervačních zásahů.

Jsou sledovány konkrétní poškození vazeb a vazebního systému jako např. prasklá drážka předsádky (ukázka viz. Obr. 2), uvolněná odpadávající deska, chybějící kapitálek, oddělený nebo mechanicky poškozený hřbetník nebo hlavice. Zároveň se sleduje i mechanické poškození jednotlivých listů – trhliny, ztráty, znečištění mastnotou či otisky prstů apod. Mezi další sledované faktory patří biologické poškození – napadení vazeb a materiálů organizmy od plísni přes hmyz (ukázka viz. Obr. 3) až po hlodavce, případně znečištění ptačími exkrementy. Z uložených fotografií je možné udělat si přehled i o velmi specifických druzích poškození živelnými pohromami jakými jsou povodně, oheň nebo havárie vody(ukázka viz. Obr. 4 a 5).



Obr. 2: Prasklá drážka předsádky.



Obr. 3: Biologické poškození – napadení červotočem.



Obr. 4: Poškození živelnými pohromami – povodně.



Obr. 5: Poškození živelnými pohromami – oheň.

4. Vyhodnocení a následné využití dat z průzkumu

Z výsledků průzkumu je pak možné vyhodnotit například zastoupení typů materiálů a vazeb. Bude možné vyhodnotit kvantitativní zastoupení druhů poškození, dají se zjistit hodnoty pH, a z toho následně lze vybrat knihy s hodnotu pH např. nižší než 6. Na základě tohoto filtrování a dalších parametrů získaných z databáze je pak možné odhadnout míru a rozsah degradace materiálů novodobých knihovních fondů a diagnostikovat příčiny problémů a návrhy možných řešení.

Zde jsou prezentovány pro ilustraci dílčí poznatky a výsledky průzkumu novodobých fondů:

- za rok 2011 bylo zpracováno celkem 15 367 svazků knih,
- za rok 2012 bylo zpracováno celkem 19 419 svazků knih.

Z celkového počtu 34 786 prozkoumaných svazků knih je např.:

- 32 591 svazků tvořeno dřevitým papírem,
- 2 711 svazků papírem ručně vyrobeným,
- 29 307 svazků má tuhou vazbu,
- 2 819 knih je uloženo v ochranném obalu (desky/krabice) z lepenky archivní kvality.

Všechna tato čísla se ale týkají pouze knih prozkoumaných v Národní knihovně ČR. Samozřejmě, že v dalších knihovnách si tato vyhodnocení pracovníci mohou vyfiltrovat z databáze také.

Vyvíjená databáze má sloužit ke stanovení priorit v oblasti konzervace novodobých dokumentů, jako může být např. dezinfekce, hromadné odkyselování, apod. Informuje dále o potřebách výroby ochranných obalů. Pomůže nám v rozhodování o možnostech/limitech další manipulace s poškozenými dokumenty, ať už z hlediska výpůjček nebo digitalizace a v neposlední řadě nám poskytne základní informace pro další výzkum v této problematice.

5. Průzkum, konzervace a péče o novodobé knihovní fondy – materiály a technologie

Desky, příp. obaly knih slouží jako ochrana knižního bloku. Tyto součásti knihy jsou často nejvíce poškozeny vlivem řady vnějších i vnitřních degradačních faktorů. Problematika degradace a konzervování vazebních usní již v Národní knihovně ČR byla řešena v minulosti. Proto bude pozornost směřována na další materiály – kromě papíru a lepenek také na textil a plasty, resp. plastické hmoty různého chemického složení.

Textil je tradičním materiálem používaným pro knižní vazby v 19. století. Zastoupení jednotlivých typů textilu a mechanismy jeho degradace ve sbírkách Národní knihovny ČR ani možnosti jeho konzervování a restaurování zatím nebyly systematicky zkoumány.

Co se týká plastických hmot, problematika konzervace a restaurování vzácných kulturních objektů vyrobených z plastů se ve světě již řeší. Průzkumem odborné literatury však bylo zjištěno, že se materiálovým složením plastových obalů knih a jejich degradací, popř. konzervací (čištěním, lepením, odstraňováním) doposud nikdo nezabýval. Z průzkumu stavu našich fondů jsou však jasně patrné projevy degradačních reakcí

plastových obalů knih. Vzniklé degradační produkty různých druhů plastů se uvolňují do prostředí depozitářů a mohou následně poškozovat či negativně ovlivňovat ostatní materiály fondů.

V letošním roce bychom rádi začali s vytvářením metodiky průzkumu fyzického stavu knihovních fondů za pomoci vybraných instrumentálních metod, přístroje SurveNIR a mikrofadeometr.

Přístroj SurveNIR se používá pro vyhodnocení stavu a vlastností papíru, využívá spektrofotometrickou metodu porovnání naměřených infračervených spekter s knihovnou spekter známých vzorků papírů pomocí softwaru a přiřazuje vybrané vlastnosti papíru.

Přístroj mikrofadeometr využívá ozáření velmi malé plochy sledovaného materiálu velmi intenzivním světelným zářením a následné měření barevné změny plochy reflexní spektrometrií. Tak lze získat během krátké doby měření informace o světelné stabilitě řady organických materiálů kulturního dědictví.

6. Závěr

V Národní knihovně ČR se do konce loňského roku prozkoumalo více než 37 000 svazků knih a průzkum neustále probíhá. Jedním z hlavních přínosů průzkumu je možnost zefektivnění péče o novodobé knihovní fondy v Národní knihovně ČR ale i v dalších knihovnách. Možnost využití údajů z databáze je a bude maximální garancí dlouhodobého dochování kulturního dědictví představovaného sbírkami knihoven.

Poděkování

Příspěvek vznikl s podporou grantu NAKI s názvem „Průzkum, konzervace a péče o novodobé knihovní fondy – materiály a technologie“ a částečně také s podporou Ministerstva kultury České republiky v rámci projektu rozvoje Národní knihovny České republiky jako výzkumné organizace „Výzkum a vývoj nových postupů v ochraně a konzervaci písemných památek“, MK00002322103.

7. Literatura

1. Vávrová P. a kol. 2010. Závěrečná zpráva projektu rozvoje Národní knihovny České republiky jako výzkumné organizace, Oblast 5 „Vývoj nových metod konzervace novodobých knihovních dokumentů“, MK00002322103. 2010.
2. Vávrová P. a kol. 2011. Závěrečná zpráva projektu rozvoje Národní knihovny České republiky jako výzkumné organizace, Oblast 4 „Výzkum a vývoj nových postupů v ochraně a konzervaci písemných památek“, MK00002322103. 2011.
3. Vávrová P. a kol. 2012. Nový nástroj pro monitorování fyzického stavu knihovních fondů. Knihovna, roč. 23. 2012 č. 2, s. 66 – 76. ISSN 1801-3252.
4. Ďurovič M. a kol. 2002. Restaurování a konzervování archiválií a knih, Praha, Paseka 2002. ISBN 80-7185-383-6.

Využitie polymérov na ochranu starého papiera

Juraj Kronek¹, Katarína Vizárová²,
Soňa Kirschnerová², Svetozár Katuščák²

¹Ústav polymérov, Slovenská akadémia vied,
Dúbravská cesta 9, 845 41 Bratislava

²Fakulta potravinárskej a chemickej technológie, Slovenská technická univerzita,
Oddelenie polymérnych materiálov, Radlinského 9, 812 37 Bratislava

Abstrakt: Syntetické polyméry predstavujú nové možnosti v ochrane kultúrneho dedičstva. Jednou z oblastí je ochrana a konzervácia starého papiera ako tradičného nosiča informácií. V práci sú zhrnuté poznatky o využití syntetických polymérov pri konzervácii starého papiera a porovnané s výsledkami nášho výskumu využitia poly(2-oxazolínov). Polyméry pripravené živou kationovou polymerizáciou 2-oxazolínov sú hydrofilné, vo vode rozpustné materiály, ktoré majú vysokú afinitu k polárnym biomakromolekulám, ako napríklad celulóza, škrob alebo proteíny. Vďaka týmto vlastnostiam predstavujú vhodné prostriedky pre fyzikálnu a chemickú modifikáciu lignocelulóзовých materiálov. Na tento účel sa použil poly(2-etyl-2-oxazolín) (PETOX) Papiere modifikované pripraveným polymérom vykazovali zlepšené mechanické vlastnosti pred aj po modelovom urýchlenom starnutí. Modifikované papiere boli hodnotené aj opticky, pričom sa potvrdil minimálny vplyv nanosenia konzervačných prípravkov na kvalitu ošetrovaného dokumentu. Taktiež sa potvrdil synergický efekt súčasného použitia PETOX-u a deacidifikačného činidla, v našom prípade dvoch typov horečnatých solí.

Kľúčové slová: celulóza, hydrofilné polyméry, konzervácia papiera, mechanické vlastnosti, poly(2-oxazolíny), urýchlené starnutie

1. Úvod

Papier patrí medzi tradičné nosiče informácií a kultúrneho dedičstva. V jednotlivých historických obdobiach sa menil jeho spôsob výroby, a tým aj jeho vlastnosti a odolnosť voči vonkajším podmienkam. Preto aj spôsoby predĺženia životnosti papierových dokumentov závisia od obdobia, z ktorého pochádzajú. Papiere poväčšinou obsahujú dve základné jednotky, a to celulózové vlákna a lignín. Na degradáciu papiera môže vplyvať viacero faktorov, ako je hydrolyza v prítomnosti vzdušnej vlhkosti a kyselín alebo zásad, oxidácia, svetelné žiarenie, látky nachádzajúce sa v znečistenom ovzduší alebo prítomnosť mikroorganizmov [1]. Obyčajne pri stárnutí papiera pôsobí naraz niekoľko faktorov. Preto je obtiažne určiť mechanizmus degradácie. Hlavnými prejavmi stárnutia je zmena farby, krehkosť a lámanie papiera. Kým žltnutie papiera je sprevádzané hlavne oxidačnými procesmi aromatických skupín v reťazcoch lignínu, krehnutie a lámanie papiera je spôsobené depolymerizáciou a degradáciou reťazca celulózy. Hydrolyza

celulóзовých vlákien prebieha najmä v prítomnosti kyselín a spôsobuje ju prítomnosť kyslých zlúčenín v ovzduší (oxid uhličitý, oxidy dusíka a síry) alebo zbytkové kyseliny v papieri po procese výroby. Rozklad celulóзовého vlákna spôsobuje aj termooxidačná a fotooxidačná degradácia spôsobená hydroperoxidmi vznikajúcimi pôsobením vzdušného kyslíka [2 – 4].

Medzi najpoužívanejšie metódy konzervácie patrí deacidifikácia kyslého papiera [5]. Základom je snaha neutralizovať prítomné minerálne a organické kyseliny a vytvoriť alkalickú rezervu na povrchu aj v hmote papiera. Na deacidifikáciu sa testovali rôzne organické aj anorganické bázy, pričom medzi najúčinnnejšie patria zlúčeniny alkalických kovov a kovov alkalických zemín [6]. Z uvedených skupín majú najväčší význam zlúčeniny sodíka, vápnika, horčíka a bária a taktiež organokovové zlúčeniny zinku. Deacidifikácia môže byť uskutočnená v plynnej, kvapalnej a tuhej fáze.

Rizikom použitia zásaditých látok na neutralizáciu kyselín prítomných v hmote papiera je skrehnutie a zníženie jeho mechanickej vlastností spôsobené vytvorenými soľami. Ďalšou nevýhodou je možné zníženie optickej kvality papiera. Je známe, že niektoré organokovové zlúčeniny, ako napríklad alkoxidy horčíka, spôsobujú žltnutie papiera [7, 8]. Napriek tomu, organokovové aj minerálne zlúčeniny obsahujúce kovalentne alebo iónovo viazaný horčík, respektívne zinok, predstavujú hlavný komponent používaných prípravkov.

V našom príspevku sme sa zamerali na porovnanie stabilizačného účinku polymérnych materiálov a tiež na porovnanie s výsledkami dosiahnutými v našom laboratóriu.

2. Polyméry v ochrane papiera

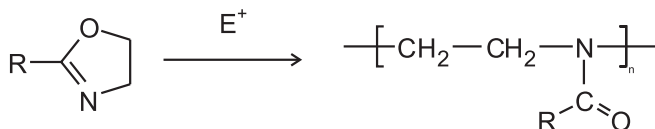
Osobitné postavenie pri konzervácii celulóзовých materiálov majú polyméry, pričom ich využitie je všestrannejšie. Polyetylénglykol (PEG) bol použitý ako bieliace činidlo a taktiež proti žltnutiu papiera [9]. Zlepšenie fyzikálno-mechanických vlastností papiera sa dosiahlo pomocou impregnácie PEG, polyvinylalkoholom (PVA) [10], alebo polyvinylacetátom [11]. V prípade použitia 10 % hmot. vodnej disperzie polyvinylacetátu sa dosiahlo až 60 % zlepšenie mechanických vlastností reprezentovaných tzv. tržnou dĺžkou. Tržná dĺžka predstavuje tradičný parameter využívajúci sa na vyjadrenie pevnosti materiálu a fyzikálne vyjadruje dĺžku papiera, pri ktorej sa papier pretrhne vlastnou hmotnosťou.

Dôležitou vlastnosťou polymérov využívaných pri konzervácii papiera je ich polarita. Mechanizmus účinku konzervačných prostriedkov závisí od polarity použitého polyméru. Polyméry s vyššou polaritou vytvárajú polárne interakcie s molekulami celulózy, čím dochádza k spevneniu materiálu. Príkladmi polymérov so zvýšenou polaritou sú už spomínaný polyetylénglykol alebo polyvinylalkohol. Naopak, zníženie polarity celulóзовých vlákien a zároveň zníženie množstva hydroxylových skupín zapojených do hydrolytickej degradácie celulózy, zvýši flexibilitu reťazcov. V tomto prípade sa používajú polyméry na báze esterov akrylovej a metakrylovej kyseliny kovalentne naviazané na reťazce celulózy [12].

Hoci použitie roztokov alebo disperzií polymérov sa zdá sľubné, zatiaľ nenašlo v praxi širšie uplatnenie. Príčinou sú vyššie výrobné náklady, ako aj dopad na životné prostredie. Sľubné využitie v danej oblasti naznačujú výsledky vývoja a aplikácie polymérov na báze cyklických iminoéterov, a z nich najmä 2-oxazolínov.

2.1. Polyméry na báze 2-oxazolínov

Poly(2-alkyl-2-oxazolíny) patria medzi polyméry majúce mnohostranné využitie [12, 13]. Ich štruktúru tvorí polárna etylénimínová kostra a nepolárny alkylový reťazec. V závislosti od použitého alkylového substituentu možno nastaviť polaritu daného polyméru. Poly(2-alkyl-2-oxazolíny) sa pripravujú živou kationovou polymerizáciou východiskových 2-oxazolínových monomérov iniciovanou minerálnymi a Lewisovými kyselinami, alkyhalogenidmi alebo esterami sulfonových kyselín (Obr. 1) [13]. Poly(2-oxazolíny) obsahujú pseudopeptidovú väzbu schopnú vytvárať vodíkové väzby, vďaka ktorým sa dokážu pevne viazať na sacharidy a proteíny.



Obr. 1: Kationová polymerizácia 2-alkyl-2-oxazolínov.

Výhodou živej polymerizácie je možnosť prípravy polymérov s požadovanou mólou hmotnosťou, zavedenie rôznych reaktívnych skupín na konci reťazca alebo do bočných reťazcov polyméru, ako aj možnosť prípravy blokových kopolymérov. V praktických aplikáciách majú poly(2-oxazolíny) využitie ako povrchovoaktívne látky, adhezíva, alebo lubrikanty. V bioaplikáciách sa študuje ich význam v kontrolovanom uvoľňovaní liečiv, v génom inžinierstve, v tkanivovom inžinierstve, v biokatalýze alebo pri vývoji senzorov a biosenzorov [14, 15].

Výhodné vlastnosti poly(2-alkyl-2-oxazolínov) boli využité pri spracovaní papiera ako adhezíva, alebo ako nátery pre zvýšenie adsorpcie a priľnavosti atramentu [16]. Ako konzervačné prípravky však doteraz neboli použité.

2.2. Modifikácia starého papiera poly(2-oxazolíni)

Stabilizačná schopnosť poly(2-oxazolínov) sa overila na dvoch druhoch papiera. Obidva papiere boli pripravené takzvanou kyslou technológiou. To značí, že sa v štruktúre papiera nachádzajú zbytkové minerálne kyseliny, ktoré spôsobujú pH výluhu v intervale 4-5,5. Modifikácie sa robili v nevodných roztokoch, keď sa ako rozpúšťadlá použili metanol a dichlórmetán. Po vysušení vzoriek sa hodnotila účinnosť adsorpcie polyméru na povrch papiera, vplyv na pH výluhu, vzhľad a optické vlastnosti polymérov. Ďalšími parametrami boli mechanické vlastnosti a termická stabilita papiera. Na odhadnutie predĺženia životnosti ošetrovaných papierov sa použili dve metódy urýchleného stárnutia. Prvou bolo urýchlené stárnutie pri 60 % relatívnej vlhkosti a 100 °C. Druhým spôsobom bolo „suché“ stárnutie pri 105 °C a nulovej vlhkosti. Na porovnanie sa urobilo ošetrovanie papiera zahŕňajúce deacidifikáciu a nanosenie polyméru v jednom kroku. V tomto prípade sa použil roztok magnézium metylmetoxykarbonátu (MMMK).

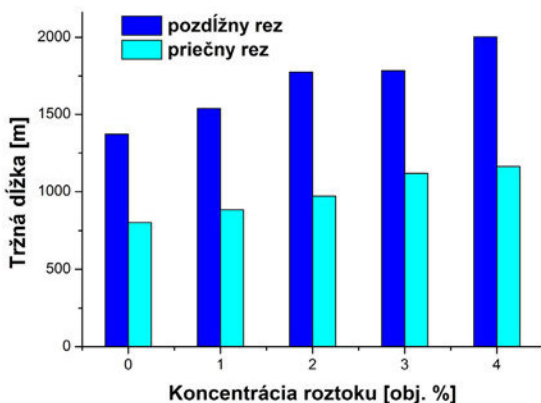
Účinnosť nanosenia polymérov z roztoku sa určila gravimetricky ako podiel hmotnosti papiera pred modifikáciou a po modifikácii (Tab. 1.). Porovnali sa hmotnostné prírastky po nanosení PETOX-u a PETOX-MMMK s rôznou koncentráciou modifi-

kačného roztoku. Ako je vidno, hmotnostný prírastok sa zvyšoval so zvyšujúcou sa koncentráciou. Zároveň sa pozoroval menší hmotnostný prírastok v systéme PETOX -MMMK, čo mohlo byť spôsobené zmenou povrchu celulózy po naviazaní horečnatej soli MMMK. Porovnaním pH výluhov sa zistilo, že prítomnosť PETOX-u nemala vplyv na pH. Naopak kombinovaných použitím PETOX a MMMK sa dosiahla dostatočná alkalická rezerva (pH > 9).

Tab. 1: Hmotnostné prírastky a pH výluhu papierov Vetrní modifikovaných roztokmi PETOX-u a PETOX-u v prítomnosti MMMK pri rôznych koncentráciách.

Typ modifikácie	% PETOX	m_0 [g]	Δm [g]	Δm (%)	pH
PETOX-1	1	2,8558	0,2314	8,1	5,46
PETOX-3	3	2,8505	0,5022	17,6	4,24
PETOX-MMMK-1	1	2,8743	0,1157	4,0	9,59
PETOX-MMMK-3	3	2,8930	0,2860	9,9	9,89

Zlepšenie mechanických vlastností sa hodnotilo porovnaním dvoch parametrov. Prvým bolo meranie tržnej dĺžky v metroch, čo je štandardná veličina na hodnotenie pevnosti papiera podľa *STN ISO 1924-1 (500340)*. Druhým spôsobom bolo meranie dvojohybov podľa Schoppera (*STN ISO 5626: 1999*).



Obr. 2: Závislosť tržnej dĺžky od koncentrácie PETOX-u v dichlórmétáne.

Stabilizačný účinok inkorporácie PETOX-u do priestorovej štruktúry celulóзовých vlákien pomocou vodíkových väzieb sa potvrdil meraním mechanických vlastností pre modifikácie papiera roztokmi PETOX-u v rôznych koncentráciách. Ako je vidno z Obr. 2, hodnoty tržnej dĺžky sa v oboch smeroch rezu zvyšujú so zvyšujúcou sa koncentráciou modifikačného roztoku. Napriek tomu sa pre ďalšie merania použili 1 hm. % dichlórmétánového roztoku PETOX-u. Dôvodom bol čo najmenší zásah do pôvodného materiálu

a minimálna zmena vzhľadu a hmotnosti knihy alebo dokumentu. Na odhad životnosti papierov po modifikáciách sa použili dva spôsoby urýchleného stárnutia. Prvým spôsobom bolo vlhké stárnutie (označené v ďalšom texte ako stárnutie A), ktoré sa robilo v klimatizovanej komore 3 dni pri 60 % relatívnej vlhkosti a 100 °C. Druhým spôsobom bolo suché stárnutie (stárnutie B), ktoré sa robilo 12 dní pri 105 °C. Na porovnanie sa použil nemodifikovaný papier, papier modifikovaný komerčným prostriedkom Bookkeeper, papier ošetrený PETOX-om a kombinované pôsobenie PETOX-u a horečnatej soli (Tab. 2 a Tab. 3).

Tab. 2: Hodnoty tržnej dĺžky pre ošetrené papiere pred stárnutím a po dvoch typoch stárnutia (typ A – 3 dni pri 100 °C pri 60 % vlhkosti, typ B – 12 dní pri 105 °C).

Použitý prípravok	Tržná dĺžka [m]		
	Nestarnuté	stárnutie A	stárnutie B
Žiadny	3816	3834	3898
BOOKKEPER	4074	4190	4078
PETOX	4558	4042	4104
PETOX-MgO	4869	4551	4115
PETOX-MMMK	4275	4381	4311

Tab. 3: Počet dvojohybov na prístroji podľa Schoppera pre ošetrené papiere pred stárnutím a po dvoch typoch stárnutia (typ A – 3 dni pri 100 °C pri 60 % vlhkosti, typ B – 12 dní pri 105 °C).

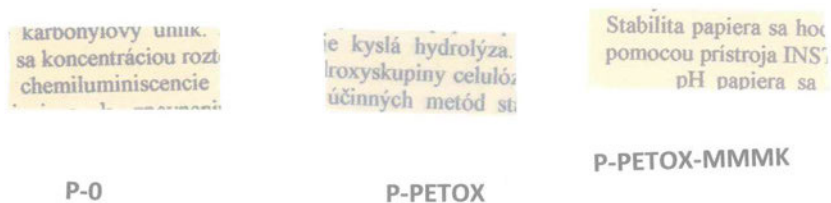
Použitý prípravok	Dvojohyby		
	nestarnuté	stárnutie A	stárnutie B
žiadny	370	32	174
BOOKKEPER	364	72	179
PETOX	485	56	210
PETOX-MgO	328	124	105
PETOX-MMMK	302	102	275

V Tab. 2 sú uvedené hodnoty tržnej dĺžky pre rôzne upravené papiere, a to pred stárnutím a po dvoch typoch stárnutia. Ako je vidno z výsledkov pre nestárnuté papiere, po aplikácii PETOX-u sa tržná dĺžka zvýšila a dosiahli sa vyššie hodnoty ako v prípade prípravku Bookkeeper. Najvyššie hodnoty dosiahla modifikácia pomocou PETOX-u a PETOX-MgO, keď sa dosiahlo 19 %, resp. 27 % zlepšenie oproti nemodifikovanému papieru. Po vlhkom stárnutí (typ A) sa taktiež pozorovali vyššie hodnoty tržnej dĺžky pre papiere modifikované PETOX-om, PETOX-MgO aj PETOX-MMMK. Prítomnosť horečnatej soli zvýšila mechanickú odolnosť, pričom sa získalo 18 % zlepšenie pre PETOX

-MgO a 14 % zlepšenie pre PETOX-MMMK. Po suchom stárnutí (typ B) sa najlepšie výsledky získali pre PETOX-MMMK, kde bolo pozorované 11 % zlepšenie v porovnaní s nemodifikovaným papierom.

V tab. 3 sú porovnané hodnoty dvojohybov uvedených modifikovaných papierov. Pri nestárnutí vzorkách sa pozorovalo až 31 % zlepšenie v prípade PETOX-u, kým v prípade prípravkov obsahujúcich horečnatú soľ dochádzalo k miernemu zníženiu počtu dvojohybov. Stabilizačný účinok horečnatej soli sa potvrdil v prípade stárnutých vzoriek, kde v oboch prípadoch stárnutia sa pozorovali najlepšie výsledky pri použití prípravku PETOX-MMMK. Po vlhkom stárnutí sa pozorovalo 220 % zlepšenie oproti nemodifikovanému papieru a pri suchom stárnutí došlo k 58 % zlepšeniu.

Ako je vidno zo získaných výsledkov, nanosením polyméru PETOX v dichlórmetánových a metanolických roztokoch na povrch papierového nosiča dochádza k zlepšeniu stálosti mechanických vlastností. Spoločne so zvýšením pH papiera súčasným použitím horečnatých solí sa dosahujú lepšie výsledky ako v prípade komerčného prípravku Bookkeeper.



Obr. 3: Skenované obrázky neupraveného papiera (P-0) a papierov upravených prípravkami PETOX a PETOX-MMMK po suchom stárnutí (typ B).

Dôležitým prvkom pri ochrane starých dokumentov je zachovanie stálosti potlače. Pri porovnaní obrázkov neupraveného papiera s papiermi upravenými prípravkami PETOX a PETOX-MMMK (Obr. 3) je vidno, že po impregnácii PETOX-u do štruktúry papiera má len malý vplyv na potlač a teda nedochádza k zníženiu reprodukovateľnosti pôvodnej informácie.

3. Závery

Snahou nášho príspevku bolo poukázať na význam syntetických polymérov v ochrane papierových nosičov a tým aj pri záchrane kultúrneho dedičstva. Ako je vidno z nášho prehľadu, v súčasnosti existuje viacero typov polymérov, ktoré prispievajú k predĺženiu životnosti stárnutého papiera. Na druhej strane ešte neexistuje v praxi technologický postup, ktorý by využíval syntetické polyméry. V našom výskume sme využili nový typ polymérov na báze 2-oxazolínov. Vlastnosti tohto typu polymérov umožňujú efektívnu stabilizáciu celulóзовých vlákien v papieri. Stabilizačný efekt bol potvrdený meraním mechanických vlastností ošetrovaných papierov, a to pred modelovým stárnutím aj po modelovom stárnutí.

Záverom možno konštatovať, že prezentované polymérne konzervačné prípravky predstavujú nový spôsob ošetrovania a predĺženia životnosti starých papierových doku-

mentov. Predĺženie životnosti bolo odhadnuté meraním mechanických vlastností po urýchlennom stárnutí. Zvýšená mechanická stabilita bola potvrdená u prípravkov PETOX aj PETOX-MMMK.

Podakovanie

Ďakujeme za finančnú podporu pri riešení projektu ŠO s akronymom KNIHA^{SK}.

4. Literatúra

1. Area, M. C., Cheradame, H. 2011. Paper aging and degradation: recent findings and research methods. In: *BioResources*, roč. 6, 2011, č. 4, s. 5307 – 5337.
2. Kalinina, I. G., Gumargalieva, K. Z., Zaikov, G. E., Semenov, S. A. 1998. In *Chemical and Physical Reports*, roč. 17, 1998, s. 1717 – 1721.
3. Bukovský, V. 2000. The natural ageing of paper after exposure to daylight. In *Restaurator*, roč. 21, 2000, s. 229 – 237.
4. Strlic, M., Kolar, J., Pihlar, B., Matisová-Rychlá, L., Rychlý, J. 2000. In *European Polymer Journal*, roč. 36, 2000, s. 2351.
5. Bukovský, V. 1999. Is deacidification a step to the rescue of historic newspapers? In *Restaurator*, roč. 20, 1999, s. 77 – 96.
6. United State Patent Office. Treatment of cellulosic materials. Majiteľ a pôvodca patentu: Richard Daniel Smith, U.S. Patent, Patentový spis 3.676.182. 11.07.72.
7. Cheradame, H., Ipert, S., Rousset, E. 2003. Mass Deacidification of Papers and Books I: Study of the Limitations of the Gas Phase Processes. In *Restaurator*, roč. 24, 2003, s. 227 – 239.
8. Bukovský, V. 1997. Yellowing of Newspaper after Deacidification with Methyl Magnesium Carbonate. In *Restaurator*, roč. 18, 1997, s. 25 – 38.
9. Nada, A. M. A., Kamel, S., El-Sakhawy, M. 2000. Physicomechanical Properties of Paper Treated With Polymers, In *Restaurator*, roč. 21, 2000, s. 238 – 247.
10. Nada, A. M. A., Abd El-Hakim, A. A., Badran, A. S. 1999. Treatment of Deteriorated Paper with Emulsified Copolymers. In *Restaurator*, roč. 20, 1999, s. 30 – 38.
11. Margutti, S., Conio, G., Vicini, S., Pedemonte, E. 2001. Paper Conservation Part II.: Consolidation by Grafting of Acrylic Monomers. In *Restaurator*, roč. 22, 2001, s. 164 – 180.
12. Kobayashi, S. 1990. Ethylenimine Polymers. In *Progress in Polymer Science*, roč. 15, 1990, č. 5, s. 751 – 823.
13. Kronek, J.; Luston, J.; Böhme F. 1998. Reakcie 2-oxazolínov a ich využitie. In *Chemické Listy*, roč. 92, 1998, č. 6, s. 475 – 485.
14. Adams, N., Schubert, U. S. 2007. Poly(2-oxazolines) in biological and biomedical application contents. In *Advanced Drug Delivery Reviews*, roč. 59, 2007, č. 15, s. 1504 – 1520.
15. Hoogenboom, R. 2009. Poly(2-oxazoline)s: A polymer class with numerous potential applications. In *Angewandte Chemie – International Edition*, roč. 48, 2009, č. 43, s. 7978 – 7994.
16. United State Patent Office. Polyoxazoline-Modified Paper Coating, Majiteľ a pôvodca patentu: Roy A. Davis, Norman L. Madison, US Patent, Patentový spis 4.436.789. 13.03.84.

Konsolidace vápenných omítek

Eva Navrátilová, Pavla Rovnaníková

Ústav chemie FAST VUT v Brně, Veveří 331/95, 602 00 Brno
navratilova.e@fce.vutbr.cz, rovnanikova.p@fce.vutbr.cz

Abstrakt: Článek se zabývá konsolidací degradovaných vápenných omítek historických staveb vápennou vodou. Uvádí přehled anorganických a organických konsolidantů, největší pozornost je věnována vápenné vodě. Diskutuje výhody k používání různých druhů anorganických i organických konsolidantů. Dále jsou popsány výhody aplikace vápenné vody na vápenné omítky, zejména kompatibilita s původním materiálem, příprava vápenné vody, vymezení materiálů vhodných ke zpevnění vápennou vodou, způsob její aplikace na degradované vápenné omítky, a také negativní jevy při jejím použití. Také je hodnocen účinek vápenné vody na vápennou omítku prostřednictvím chemické analýzy, fenolftaleinového testu a stanovení pevnostních charakteristik omítky. Vápenná voda má pozitivní účinek na konsolidaci vápenných omítek.

Klíčové slová: konsolidace, konsolidant, vápenná voda, omítky

1. Úvod

Základním pojivem omítek historických budov je vzdušné vápno s různými puco-lánovými či hydraulickými příměsmi nebo přirozeně hydraulické vápno. Působením kyselých plynů z ovzduší, působením mechanických vlivů, změnami teploty a vlhkosti dochází k degradaci těchto omítek, omítky je ochuzována o pojivo, což vede ke zhoršení mechanických vlastností nebo až k jejich úplnému rozpadu [1].

Při obnově historických objektů je kladen požadavek, aby byl původní materiál zachován v co největší míře, a proto se pozornost stavitelů a restaurátorů obrací ke konsolidaci malt a omítek. Pojem konsolidace lze definovat jako postup, při kterém je do porézního systému omítek či malt vnášen konsolidant (kapalina), který má za úkol zpevnit degradovanou povrchovou vrstvu anorganického porézního materiálu.

2. Anorganické a organické konsolidanty

Ke zpevnění lze použít řadu anorganických i organických konsolidantů. U anorganických látek se obvykle jedná o roztoky, v nichž dochází k hydrolyze a po odpaření rozpouštědla, nejčastěji vody, nebo reakcí se vzdušným oxidem uhličitým, vytvářejí pojivovou hmotu tvorbou sítě oxidu křemičitého. Do této skupiny patří vodní sklo a fluorokřemičitany. Dříve byly velmi hojně využívány, ale bylo zjištěno, že mají malou penetrační schopnost. Zůstávají pouze v tenké povrchové vrstvě, u které mohou výrazně zvýšit pevnost a zároveň snížit propustnost pro plyny a vodní páru. Vodní sklo navíc obsahuje kationty alkalických kovů, které vytvářejí na povrchu výkvěty [2].

Dříve byl také ke zpevňování omítek používán hydroxid barnatý, který se již dnes pro svou toxicitu nepoužívá. Hydroxid barnatý sloužil ke konsolidaci vápenných omítek, a také pro blokaci síranových iontů ze selenitu $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, který vznikl sulfatačním procesem z uhličitanu vápenatého [1, 3].

Mezi anorganické konsolidanty je možno zařadit vápennou vodu, která je tradičním a stále velmi diskutovaným konsolidantem na bázi hydroxidu vápenatého a má jako všechny ostatní materiály a postupy své výhody a omezení. Hlavní předností vápenné vody je, že do původního materiálu omítky je vnášena látka, která vytvoří pojivo shodné s pojivem původním [4].

Mezi organické konsolidanty lze zařadit různé polymery a oligopolymery, nejčastěji používanými látkami jsou akryláty a organické deriváty kyseliny křemičité, zvané organokřemičitan. Ty se používají spíše ve formě oligomerů, někdy až monomerů, aby byla dosažena nízká viskozita a vyšší penetrační schopnost do zpevňovaného materiálu. Viskozitu organokřemičitanů je možno dále snížit smísením s vhodným rozpouštědlem. Jejich reakcí s vlhkostí ze vzduchu nebo zpevňovaného materiálu se nejprve odštěpuje alkohol a následně vzniká nerozpustný gel oxidu křemičitého. Samotné estery se ve vodě nerozpouštějí, proto jsou používány v roztocích s rozpouštědly, které jsou s vodou mísitelné, tedy s alkoholy či ketony. Množství vzniklého gelu je možno ovlivnit koncentrací aktivní látky v roztoku. Vznik gelu oxidu křemičitého je urychlován vhodným katalyzátorem např. organocínitými sloučeninami. Některé organokřemičité zpevňovače mají i hydrofobní vlastnosti. Mezi vlastnosti organokřemičitých konsolidantů patří jejich dobrá penetrační schopnost, minimální vliv na vzhled ošetřovaného povrchu, odolnost proti atmosféře, UV záření a zvýšené teplotě [2].

2.1. Nanomateriály

Nanomateriály představují nový směr ve zpevňování vápenných omítek. Nanočástice hydroxidu vápenatého mohou být použity k obnově historických omítek a nástěnných maleb. Disperze nanočástic hydroxidu vápenatého obsahuje až 30 obj. % částic, připravuje se dispergací hydroxidu v alifatických alkoholech s krátkými uhlíkovými řetězci. Nanočástice hydroxidu vápenatého musí splňovat určité požadavky. Jedná se zejména o distribuci velikosti částic a o hodnotu jejich střední velikosti. Zásadní význam má také stabilita disperzí, protože ovlivňuje skladovatelnost [5]. Na omítku se aplikuje jednoduchými technikami jako je kartáčování nebo postřik [6]. Tato technologie nanočástic hydroxidu vápenatého byla úspěšně použita ke konsolidaci nástěnných maleb z mayského období v Calakmulu v Mexiku, či k obnově renesančních fresek v katedrálách ve Florencii. Nanodisperze se nepoužívají pouze ke konsolidaci omítek, nástěnných maleb či soch, ale také k obnově papíru nebo dřeva [1, 6].

V poslední době je věnována pozornost technologii CaLoSiL, která umožňuje produkci nanočástic vápna. Ty jsou dispergovány v různých rozpouštědlech (ethanol, izopropanol) tvořících stabilní soly. Průměrná velikost částic je 150 nm. Soly obsahují 5 až 50 g hydroxidu vápenatého v 1 litru polárních nebo nepolárních rozpouštědel, které se následně bezezbytku odpaří. Tvorba uhličitanu vápenatého může být stejná jako při použití vápenné vody, tedy reakcí hydroxidu vápenatého se vzdušným oxidem uhličitým. Další možnost tvorby uhličitanu vápenatého je dána přidávkem komponent vedoucích k přímému uvolnění uhličitanových iontů. Jsou to sloučeniny, které se v alkalických

roztocích rozloží na uhličitanové ionty. CaLoSiL se aplikuje na omítky postříkem nebo injektáží [7]. Technologie CaloSiL byla použita k obnově barokních vápenných omítek (ambit bývalého kláštera premonstrátek Rosa Coeli v Dolních Kounicích) či gotických vápencových soch na území České republiky [8].

3. Vápenná voda

Vápenná voda je roztok hydroxidu vápenatého ve vodě. Připraví se smícháním malého množství hašeného vápna s vodou, kdy hydroxid vápenatý přejde částečně do roztoku. Rozpustnost hydroxidu vápenatého ve vodě je 1,6 g v 1 l vody při 25 °C. S rostoucí teplotou rozpustnost hydroxidu vápenatého klesá [9], pH roztoku hydroxidu vápenatého ve vodě při teplotě 25 °C je 12,45.

Na přípravu 10 l vápenné vody je vhodné v praxi použít asi 0,5 kg hydroxidu vápenatého (vápenného hydrátu), což je asi 0,75 l husté vápenné kaše. Po sedimentaci nerozpuštěného zbytku na dně nádoby se získá nasycený roztok hydroxidu vápenatého – vápenná voda. Při ponechání nádoby s vápennou vodou na vzduchu se na její hladině vytvoří povlak uhličitanu vápenatého, který vznikne reakcí hydroxidu vápenatého se vzdušným oxidem uhličitým. Tato vrstva uhličitanu vápenatého musí být odstraněna.

3.1. Princip zpevnění a vymezení materiálů vhodných ke zpevnění

Po transportu rozpuštěného hydroxidu vápenatého do omítky dochází působením vzdušného oxidu uhličitého k jeho přeměně na uhličitan vápenatý. Dochází tak k postupnému doplňování degradovaného vápenného pojiva v porézni struktuře omítky. Pro konsolidaci vápennou vodou jsou vhodné pouze materiály na bázi vápna [9]. Michoinová [4] uvádí, že použití je omezeno na ty materiály, které obsahují dominantně otevřené póry o poloměru větším než 0,010 mm. Otevřená porozita umožňuje transportovat vápennou vodu do potřebné hloubky. U nesoudržných omítek se aplikace vápenné vody nedoporučuje, u málo soudržných omítek je třeba vápennou vodu aplikovat velmi opatrně.

3.2. Postup zpevňování vápennou vodou

Než se začne provádět konsolidace, musí se odstranit prach a uvolněné nečistoty s povrchu. Jestliže je nutné vlhké čištění, může být provedeno aplikací vápenné vody. Čištění vápennou vodou se provádí mnohonásobným rozprašením na špinavý povrch v nadbytku a zašpiněná voda je rychle odsávána z povrchu např. houbou. Poté se začne s aplikací vápenné vody. Aplikace se provádí tlakovým rozprašovačem, který na konci hubice vytváří jemný aerosol nebo natíráním. Vápenná voda se aplikuje tak dlouho než začne být povrch stěny lesklý. Nadbytek vápenné vody je ihned odstraněn houbou, aby se zabránilo povrchové karbonataci a ucpání pórů karbonatačním produktem. Aplikace se provádí obvykle ve 100 až 200 nástřících, které zaručí alespoň částečné zpevnění omítky. Aplikace vápenné vody nesmí být prováděna v období, kdy teploty klesají k 0 °C. Konsolidační proces omítek vápennou vodou je podporován teplotou a vlhkostí vzduchu, a také zvýšeným obsahem oxidu uhličitého v okolí, je-li toto zvýšení možné [9, 4].

3.3. Negativní jevy při použití vápenné vody

Je velmi obtížné dopředu určit, zda ošetření vápennou vodou bude účinné. Při ošetřování vápennou vodou se do zpevňovaného materiálu vpraví velké množství vody (cca 0,5 až 1 litr na 1 m²). Vlhkost nebo voda je prostředím pro většinu škodlivých látek. Opakované vlhčení konsolidovaného materiálu je významným mechanismem, který může způsobit rozrušování, pokud jsou v omítce obsaženy rozpustné soli. Quayle [10] uvádí, že cyklus zvlhčování a částečného sušení způsobí transport solí do povrchových vrstev, nebo až na povrch omítky, kde mohou postupně krystalizovat a způsobit částečné zpevnění. Opakovaným vlhčením a sušením se krystalky kalcitu rozpouštějí (rozpuštěnost CaCO₃ je 1,4 mg ve 100 g vody při 20 °C) a opět krystalizují. Tím mizí vazby dosud držící strukturu pohromadě. Také jílové minerály z jemných podílů kameniva v omítce váží na svůj povrch a do struktury vodu, dochází k bobtnání a při vysušení ke smrštění. Tyto procesy, přestože individuálně jsou nevýznamné, mohou působit další degradaci již oslabené struktury. Vápenná voda je běžně aplikovaná na vertikální povrchy a římsy. Po aplikaci vápenné vody bylo v některých případech pozorováno uvolnění kameniva z povrchu omítky [9, 10].

3.4. Vyhodnocení konsolidačního účinku

Konsolidační účinek vápenné vody, lze vyhodnotit pomocí elektronového rastrovacího mikroskopu, pevnostních charakteristik a chemického složení konsolidovaných omítek a malt. Lze také použít tzv. scotch test, který je založen na předpokladu, že čím je povrch omítky soudržnější, tím méně částecek se z něj při dotyku uvolňuje. Tento ukazatel se používá „in situ“ a zjišťuje se tak, že se na povrch omítky pečlivě přilepí lepicí páska a pomalu se strhne. Čím méně je zachycených částic, tím lepší je soudržnost omítky. Uchycené množství materiálu se vypočte jako rozdíl hmotnosti lepicí pásky s uchycenými částicemi a hmotnosti lepicí pásky bez uchycených částic [4]. Porovná se množství na pásce zachycených částic před konsolidací a po ní.

4. Příprava zkušebních těles a provedené zkoušky

Pro přípravu zkušebních těles bylo použito bílé vápno CL-S 90 ve formě vápenného hydrátu. Použit byl písek křemičitý ostrý s nízkým obsahem jílových částic, frakce 0 – 4 mm. Množství vody bylo voleno tak, aby rozliv čerstvé malty s použitím strásadacího stolku byl 160 ± 5 mm [11]. Vápenná voda byla připravena smísením 50 g Ca(OH)₂ s 1000 ml vody. Před aplikací se nechaly pevné částice Ca(OH)₂ sedimentovat, až bylo dosaženo čirého roztoku, který byl dekantován do rozprašovače.

Zkušební tělesa o velikosti 40 × 40 × 160 mm byla připravena ze směsi, která obsahovala pojivo a plnivo v poměru 1 : 5. Bylo připraveno devět sad zkušebních těles, každá sada obsahovala tři zkušební tělesa. Jedna sada sloužila jako referenční a na dalších osm sad byla aplikována vápenná voda v cyklech po 50, 100, 150 a 200 aplikacích. Na čtyři zkušební sady byla vápenná voda aplikovaná pomocí ručního rozprašovače a na další čtyři zkušební sady byla vápenná voda aplikovaná pomocí jemného štětce.



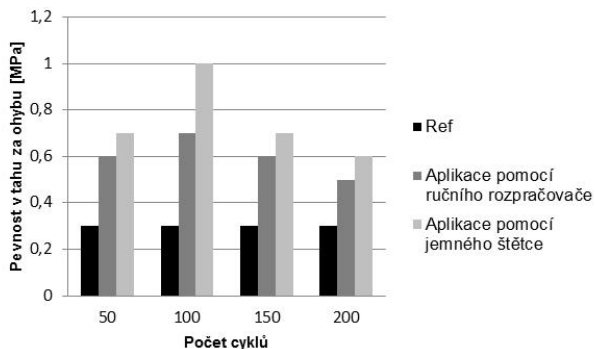
Obr. 1: Způsoby aplikace vápenné vody.

Po uplynutí 7 dnů byla zkušební tělesa vyjmuta z forem a byla ponechána volně na vzduchu v laboratorních podmínkách. Po 28 dnech volného uložení zkušebních těles na vzduchu v laboratorním prostředí (teplota 21 ± 1 °C a R. H. 45 ± 5 %) byla zahájena aplikace vápenné vody způsobem, který je popsán výše. Po ukončení každého cyklu byla zkušební tělesa ponechána na vzduchu v laboratorním prostředí po dobu 28 dní.

Po provedení každého cyklu (50, 100, 150, 200 aplikací) byla u zkušebních těles stanovena pevnost v tahu za ohybu, pevnost v tlaku, ke zjištění karbonatace byl aplikován roztok fenolftaleinu a byla provedena chemická analýza. Ke stanovení obsahu uhličitanu vápenatého byla použita neutralizační analýza, obsah hydroxidu vápenatého byl stanoven sacharátovou metodou.

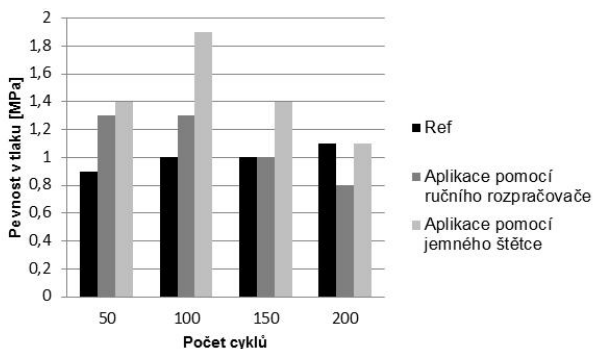
4.1. Pevnost v tahu za ohybu a pevnost v tlaku

Na obrázku 2 a 3 jsou uvedeny výsledky pevností v tahu za ohybu a pevností v tlaku. Z grafů je patrné, že pevnosti v tahu za ohybu referenčních zkušebních těles se s časem nemění, u pevností v tlaku dochází k mírnému nárůstu pevností v čase.



Obr. 2: Pevnost v tahu za ohybu.

Zkušební tělesa, na která byla aplikovaná vápenná voda pomocí jemného štětce, dosahují vyšších pevností než zkušební tělesa, na která byla vápenná voda aplikovaná pomocí ručního rozprašovače. Nejvyšších pevností dosahují zkušební tělesa, na která byla aplikovaná vápenná voda v cyklu po 100 aplikacích, a to jak pro aplikaci jemným štětcem, tak i pro aplikaci pomocí ručního rozprašovače. Se zvyšujícím se počtem aplikací vápenné vody dochází ke snížení pevností zkušebních těles, což platí jak pro cyklus po 150 aplikacích, tak i pro cyklus po 200 aplikacích. Tento pokles pevností je pravděpodobně způsoben zvýšeným obsahem vody ve zkušebních tělesech, který vede k rozpouštění přítomného kalcitu.

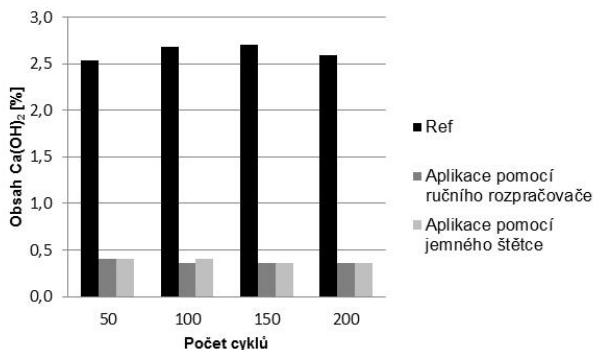


Obr. 3: Pevnost v tlaku.

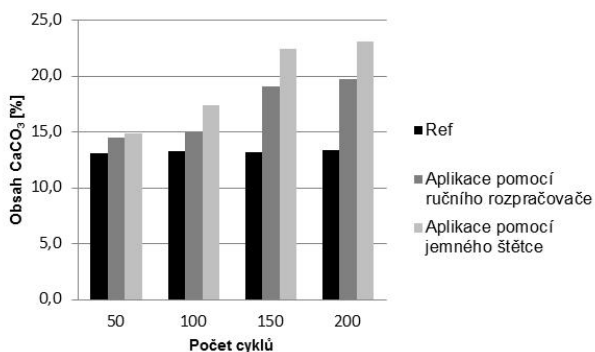
4.2. Obsah hydroxidu vápenatého a uhličitanu vápenatého

Na obrázku 4 a 5 jsou uvedeny výsledky stanovení obsahu hydroxidu vápenatého a uhličitanu vápenatého. Z grafů je patrné, že se zvyšujícím se počtem aplikací vápenné vody se snižuje obsah hydroxidu vápenatého a zvyšuje se obsah uhličitanu vápenatého. U referenčních zkušebních těles téměř nedochází ke změnám v obsahu hydroxidu vápenatého a uhličitanu vápenatého. Vyšších obsahů uhličitanu vápenatého dosahují zkušební tělesa, na která byla vápenná voda aplikována pomocí jemného štětce.

Z výsledku chemické analýzy se dá usuzovat, že zkušební tělesa obsahující největší množství uhličitanu vápenatého (cyklus po 200 aplikacích), který je ve vápenné omítce nositelem pevnosti, by měla dosahovat nejvyšších pevností. Ovšem z výsledků pevností zkušebních těles vyplývá, že nejvyšších pevností dosahují zkušební tělesa, na která byla vápenná voda aplikovaná v cyklu po 100 aplikacích. To bude pravděpodobně způsobeno vysokým provlhčením zkušebních těles při aplikaci vápennou vodou. Opakovaným vlhčením a sušením se krystalky kalcitu rozpouštějí (rozpuštěnost CaCO_3 je 1,4 mg ve 100 g vody při 20 °C) a opět krystalizují. Tím mizí vazby dosud držící strukturu pohromadě. Zkušební tělesa budou také již příliš nasycena vodou a hmota omítky není schopna unést zatížení vysokým provlhčením.



Obr. 4: Obsah hydroxidu vápenatého.



Obr. 5: Obsah uhličitanu vápenatého.

4.3. Aplikace roztoku fenolftaleinu

Po provedení každého cyklu byl na lomovou plochu zkušební tělesa po provedení zkoušky pevnosti v tahu za ohybu aplikován lihový roztok fenolftaleinu k určení karbonátace hydroxidu vápenatého. Lihový roztok fenolftaleinu při styku s hydroxidem vápenatým zfaloví. Výsledky aplikace fenolftaleinu jsou zobrazeny na obrázku 6, 7, 8 a 9.

Z uvedených obrázků je patrné, že konsolidace omítky (karbonátace hydroxidu vápenatého) probíhá od povrchu zkušební tělesa k jeho středu. U zkušebních těles, na která nebyla aplikována vápenná voda vykazují velmi pomalou karbonataci. V cyklu po 50 aplikacích ručním rozprašovačem se ve středu zkušební tělesa nachází hydroxid vápenatý, u ostatních cyklů již došlo k jeho karbonataci.



Obr. 6: Cyklus po 50 aplikacích, aplikace ručním rozprašovačem, aplikace jemným štětcem a bez aplikace vápennou vodou.



Obr. 7: Cyklus po 100 aplikacích, aplikace ručním rozprašovačem, aplikace jemným štětcem a bez aplikace vápennou vodou.



Obr. 8: Cyklus po 150 aplikacích, aplikace ručním rozprašovačem, aplikace jemným štětcem a bez aplikace vápennou vodou.



Obr. 9: Cyklus po 200 aplikacích, aplikace ručním rozprašovačem, aplikace jemným štětcem a bez aplikace vápennou vodou.

4.4. Negativní vlivy při aplikaci vápenné vody

Na obrázku 10 jsou zobrazena zkušební tělesa po provedení cyklu po 200 aplikacích. Z obrázků je patrné, že aplikace vápenné vody sebou nese i negativní jevy. Při aplikaci dochází ke ztrátě plniva z hmoty omítky, což může vést k jejímu rozpadu, i když obsah pojivové složky (uhličitan vápenatý) se při aplikaci zvyšuje. Nejhorší je situace v případě aplikace vápenné vody ručním rozprašovačem, nanášení vápenné vody jemným štětcem není tak destruktivní vůči omítce.



Obr. 10: Cyklus po 200 aplikacích, aplikace jemným štětcem, aplikace ručním rozprašovačem a bez aplikace vápennou vodou.

5. Závěr

V článku byl hodnocen konsolidační účinek vápenné vody na vápenné omítky s obsahem pojiva ku plnivu v poměru 1 : 5. Vápenná voda byla nanášena dvěma způsoby, pomocí ručního rozprašovače a jemné štětky. Konsolidační účinek byl hodnocen prostřednictvím stanovení pevnostních charakteristik konsolidovaných omítek. Byl také stanoven obsah hydroxidu vápenatého a uhličitanu vápenatého v těchto omítkách. Hloubka karbonátace vápenných omítek byla stanovena pomocí aplikace lihového roztoku fenolftaleinu.

Z výsledků je patrné, že aplikace vápenné vody vede ke zvýšení pevností hodnocených omítek, a také dochází ke zvýšení obsahu uhličitanu vápenatého, který je pojivem ve vápenných maltách. Výsledky pevností a obsahu uhličitanu vápenatého v omítkách ukazují, že účinnější je aplikace vápenné vody pomocí jemného štětce, než aplikace ručním rozprašovačem.

Dále bylo zjištěno, že cyklus po 100 aplikacích v obou případech nanášení vápenné vody je neúčinnější. V dalších cyklech po 150 a 200 aplikacích dochází ke zvýšení obsahu uhličitanu vápenatého v omítkách, ovšem pevnosti jsou nižší, než u cyklu po 100 aplikacích vápenné vody. Tento trend bude pravděpodobně způsoben nadměrným provlhčením omítky a rouzpouštěním uhličitanu vápenatého a jeho opětovnou krystalizací, což vede k odstranění vazeb dosud držící strukturu omítky pohromadě.

Závěrem lze říci, že pokud je vápenná voda aplikována správným způsobem na soudržné omítky, pak má pozitivní účinek na jejich zpevnění při 100 aplikacích.

Pod'akovanie

Tento příspěvek byl vypracován s finanční pomocí EU „OP Výzkum a vývoj pro inovace“, projekt reg. č. CZ.1.05/2.1.00/03.0097, v rámci činnosti regionálního Centra AdMaS „Pokročilé stavební materiály, konstrukce a technologie“.

6. Literatura

1. Chellazi, D., Poggi, G., Jaidar, Y., Toccafondi, N., Giorgi, R., Baglioni, P. Hydroxide nanoparticles for cultural heritage: consolidation and protection of wall paintings and carbonate materials. In Journal Colloid and Interface Science, vol. 392, 2013, s. 42 – 49.
2. Kotlík, P. 2006. Průzkum zpevňovačů minerálních materiálů. Praha: Společnost pro technologie ochrany památek, 2006. s. 1 – 7.
3. Karatasios, I., Kilikoglou, V., Colston, B., Theoulakis, P., Watt, D. Setting process of lime-based conservation mortars with barium hydroxide. In Cement and Concrete Research, vol. 37, 2007, no. 6, s. 886 – 893.
4. Michoinová, D. 2002. Konsolidace omítek vápennou vodou I. Zprávy památkové péče, Technologie. 2002, č. 5. ISSN 1210-5538.
5. Rathouský, J. 2012. Nanovápno pro konsolidaci porézních materiálů – principy, mechanismy. Sborník přednášek z odborného semináře Společnosti pro technologie ochrany památek. Praha: Společnost pro technologie ochrany památek, 2012, s. 23 – 31.
6. Baglioni, P., Giorgi, R. Soft and hard nanomaterials for restoration and conservation of cultural heritage. In Soft Matter, vol. 2, 2006, s. 293 – 303.
7. CaLoSil – Colloidal Calcium hydroxide, Stone Consolidation by Carbonisation. IZB-Freiberg. Ingenieurburo Dr. Ziegenbalg GbR – firemní literatura.
8. Machačko, L., Dunajská, J., Macounová, D., Bayer, K. 2012. Testování nanosuspenzí na bázi hydroxidu vápenatého v rámci projektu Stonecore. Sborník přednášek z odborného semináře Společnosti pro technologie ochrany památek. Praha: Společnost pro technologie ochrany památek, 2012, s. 32 – 37.
9. Rovnaníková, P., Knor, J. Analýza výsledků konsolidace vápenné historické omítky vápennou vodou na hradě Pernštejn. Sborník konference Sanace a rekonstrukce staveb. Praha: České vysoké učení technické v Praze. Kloknerův ústav, 2007.
10. Quayle, N. J. T. The Case Against Limewater (or, the futility of consolidating stone with calcium hydroxide). In Conservation News, vol. 59, 1996, s. 68 – 71.
11. ČSN EN 1015-3: 2000, Zkušební metody malt pro zdvo – Část 3: Stanovení konzistence čerstvé malty (s použitím stříšacího sto ku).

Aplikácia Ramanovej spektroskopie a povrchovo-zosilnenej Ramanovej spektroskopie v kultúrnom dedičstve: od charakterizácie po *in-situ* detekciu materiálov v objektoch kultúrneho dedičstva

Zuzana Jurašková, Pavol Miškovský

Katedra biofyziky, Ústav fyzikálnych vied PF UPJŠ, Jesenná 5, Košice

Abstrakt: *Flavonoidy (luteolín, apigenín...) a antrachinóny (alizarín, kyselina karmínová) boli detekované na referenčných vláknoch rôzneho pôvodu (vlna, hodváb, ľan) farbených podľa tradičných európskych a amerických receptov prírodnými farbivami (Rezeda žltá L., košinela...) prostredníctvom meraní povrchovo-zosilnenej Ramanovej spektroskopie (SERS) uskutočnených priamo na vlákne, bez prevedenia inak zvyčajne zaužívanej predprípravy vzorky spočívajúcej v hydrolýze komplexu moridlo-pigment a následnej extrakcii pigmentu. Špecificky pre tieto účely boli strieborné nanočastice vyprodukované a imobilizované in-situ na povrchu vlákna procesom fotoredukcie vodného roztoku dusičnanu strieborného, ktorý bol v kontakte s farbeným vláknom. Kontrolné SERS spektra čistých žltých a červených pigmentov, ako aj ich zmesi, boli získané použitím rovnako pripravených strieborných nanočastíc. Metóda SERS in-situ detekcie bola úspešne aplikovaná aj na archeologickú vzorku koptickej textilie (6. – 8. stor. pred Kr.) egyptského pôvodu, kde sa detekovala prítomnosť antrachinónu alizarín.*

Kľúčové slová: *kultúrne dedičstvo, analýza, spektroskopia, farbivá a pigmenty*

1. Úvod

Analýza pigmentov a farbív, a vôbec materiálov používaných v umeleckých objektoch, predstavuje cenný nástroj pre pochopenie toho, ako daný objekt pôvodne vyzeral, odkiaľ pochádza, aký je jeho vek. Je významnou pomocou pri potvrdení jeho pôvodu a hodnoty. Navyše, v mnohých prípadoch sú dané objekty vo svojom aktuálnom stave už viac, či menej poškodené, degradované. Na základe znalosti mechanizmu degradácie ako aj identifikácie medziproduktov získaných z týchto degradačných procesov je možné bližšie špecifikovať faktory prostredia (ako je zdroj svetla, relatívna vlhkosť a pH prostredia atď.), ktoré vedú k tejto degradácii. Následne je možné určiť vhodné postupy ich optimálneho reštaurovania, ako aj súbor pravidiel pre ich ďalšiu preventívnu ochranu a konzerváciu.

Vývoj a použitie nedeštruktívnych (alebo inak mikrodeštruktívnych) techník na detekciu a identifikáciu prírodných organických pigmentov a farbív používaných v objektoch kultúrneho dedičstva je ešte stále veľkou výzvou pre vedcov a konzervátorov. Väčšina

dodnes štandardne používaných analytických metód je založená na chromatografických technikách [1, 2]. Tie sú síce veľmi citlivé a selektívne, avšak vyžadujú „vzorkovanie“, t. j. prípravu vzorky zahŕňajúcu poväčšine chemickú extrakciu farbiva z objektu, pričom pre každý experiment je potrebných až niekoľko miligramov vzorky. Jednoznačne teda môžeme hovoriť o deštruktívnosti danej techniky. Ramanova spektroskopcia sa v uplynulých rokoch ukázala ako vhodná a účinná nedeštruktívna a dokonca aj *in situ* technika na identifikáciu rôznych materiálov, od anorganických pigmentov až po biomateriály používané v rôznych artefaktoch, cez manuskripty, obrazy, historické textilie, keramiku, sklo atď. [3]. Keďže táto technika je založená na fyzikálnom jave rozptylu dopadajúceho svetla od študovanej vzorky, pričom každá molekula rozptyľuje svetlo špecificky, Ramanova spektroskopcia predstavuje vynikajúci analytický nástroj na špecifickú identifikáciu (neznámych) látok. Pre aplikačné účely a rutinné použitie sa vytvárajú knižnice a databázy Ramanových spektier rôznych materiálov, najmä však minerálov a anorganických farbív a pigmentov (ktoré sú častokrát aj voľne a on-line prístupné, napr. [4]). Avšak aj napriek spomenutým pozitívam, použitie Ramanovej spektroskopcie bolo dosť obmedzené, najmä čo sa týka detekcie a identifikácie prírodných organických pigmentov a farbív. Dôvodom boli dva hlavné problémy: 1. intenzívna fluorescenčná emisia charakteristická pre tieto prírodné farbivá pokrývajúca slabý Ramanov signál; 2. nepatrné množstvo farbivého materiálu v študovanom objekte, ktoré je často krát nižšie ako je detekčný limit inak slabo citlivej Ramanovej techniky. Ukázalo sa, že zavedenie kovových nanočastíc (NPs) do Ramanovho experimentu dokáže eliminovať alebo aspoň významne zmierniť tieto obmedzenia. Povrchovo-zosilnený Ramanov rozptyl (SERS) je technika Ramanovej spektroskopcie charakterizovaná prítomnosťou kovových NPs a charakteristická zhášaním fluorescence študovanej látky a vysokou detekčnou citlivosťou. Jej výsledkom je detekcia významne zosilneného Ramanovho signálu [5]. Navyše, SERS, podobne ako Ramanova spektroskopcia, poskytuje vibračné spektrum analyzovanej molekuly, ktoré je pre ňu špecifické a odzrkadľuje jej štruktúru, ako aj prípadné chemické zmeny spôsobené počas rôznych degradačných procesov, akým je napr. aj vyblednutie farby. Zaujímavosťou je, že aj keď je táto technika známa už vyše 30 rokov, jej použitie na systematické štúdium prírodných organických pigmentov a farbív používaných v objektoch kultúrneho dedičstva sa objavuje až v ostatných rokoch [6, 7], spolu so snahou efektívneho využitia získaných výsledkov a poznatkov na prenos techniky z laboratórnych podmienok do podmienok múzea, galérie a pod., t. j. na analýzy reálnych umeleckých objektov [8 – 14].

2. Od charakterizácie po *in-situ* detekciu

Väčšine týchto aplikačných štúdií predchádzali hĺbkové a systematické štúdie metodológie, ako aj charakterizácie jednotlivých pigmentov a farbív, t. j. čistých zlúčenín, s cieľom stanovenia experimentálnych podmienok (excitačná vlnová dĺžka lasera; výkon lasera; pH, ak sa jedná o vzorky roztoku; atď.), ktoré poskytujú najlepšie SERS spektra týchto zlúčenín vhodné pre ich (jednoznačnú) detekciu a identifikáciu. Išlo najmä o červené a žlté prírodné organické farbivá (antrachinóny – alizarín [8, 9]; purpurín [8]; kyselina karmínová [15], kyselina lakkainová [16], resp. flavonoidy [10, 17 – 21]); ale významné sú aj štúdie SERS spektier kurkumínu [22] a niektorých alkaloidov [23, 24]. Nemenej dôležitým je aj vývoj nových SERS substrátov nevyhnutných pre detek-

ciu daných pigmentov v reálnych vzorkách, so zvláštnym zreteľom na možnú *in-situ* detekciu. Bola vyvinutá nová metóda prípravy imobilizovaných fotoredukovaných strieborných NPs prostredníctvom laserového žiarenia [25]. Pre ilustráciu uskutočnených štúdií, v ďalších odstavcoch predstavíme niektoré z našich výsledkov, ktoré sme získali SERS *in-situ* detekciou flavonoidov a antrachinónov na referenčných vzorkách farbených vlákien, bez prevedenia inak zvyčajne zaužívanej predprípravy vzorky spočívajúcej v hydrolyze komplexu moridlo-pigment a následnej extrakcii pigmentu.

2.1. SERS *in-situ* detekcia flavonoidov

Prvá štúdia bola uskutočnená na hodvábných a vlnených vláknach farbených *Rezedou žltou L.* (*Reseda luteola L.*) podľa originálnych holandských receptor zo 17. storočia, ktoré nám boli poskytnuté zo zbierky referenčných vlákien pripravených a analyzovaných v rámci projektu Eu-ARTECH [26]. Zamerali sme sa na aplikáciu novej metódy *in-situ* generovania strieborných NPs (Obr. 1, [11, 25]) na detekciu žltého pigmentu priamo na farbenom vlákne. Je známe, že flavonoidy luteolín (LUT) a apigenín (APG) predstavujú hlavné zložky *Resedy žltej*, pričom ich pomer vo farbive je približne 9:1 (LUT:APG) [27]. V snahe mať čo najrelevantnejšie referenčné spektrá oboch molekúl sme najprv zaznamenali SERS spektrá čistých flavonoidov, ako aj ich zmesi pre dva rôzne pomery (Obr. 2), pričom použité strieborné NPs boli vyrobené metódou fotoredukcie. Tieto spektrá sú v mnohom podobné príslušným Ramanovým spektrám daných molekúl v tuhom stave, t. j. nevykazujú významné spektrálne zmeny vplyvom interakcie s povrchom strieborných NPs, ako je to napríklad v prípade flavonoidu kvercetín [10, 20, 21]. Na druhej strane, keďže luteolín a apigenín sú štruktúrne takmer identické molekuly, ich SERS spektrá sú si veľmi podobné, a preto je potrebné hľadať špecifické spektrálne pásy, tzv. spektrálne markery, ktoré nám umožnia jednoznačne identifikovať jednu alebo druhú molekulu, a tým aj použité farbivo. SERS spektrum APG je predovšetkým charakterizované dvoma silnými pásmi pri 1235 a 1166 cm^{-1} (Obr. 2 „APG“), ale len pás pri 1166 cm^{-1} sa neprekrýva so silnými pásmi, ktoré vykazuje aj SERS spektrum LUT (Obr. 2 „LUT“). Na druhej strane, spektrálny pás pri 946 cm^{-1} viditeľný v SERS spektre LUT by mohol predstavovať hľadaný špecifický spektrálny marker luteolínu, keďže je dobre viditeľný inak vo voľnej spektrálnej oblasti SERS spektra APG. Následne môžeme pozorovať oba tieto spektrálne pásy (1166 cm^{-1} pre APG a 946 cm^{-1} pre LUT) v SERS spektrách zmesi týchto dvoch molekúl. Je zřejmé, že už pri pomere 1:1 SERS spektrum LUT prevažuje nad spektrálnymi charakteristikami APG, t. j. SERS účinný prierez luteolínu je pravdepodobne väčší ako ten, ktorý zodpovedá APG. Daná skutočnosť je zreteľná pri pomere 9:1 (Obr. 2 „1:9“), kde SERS spektrum APG je len veľmi málo viditeľné, t. j. zdalo by sa, že APG sa tam vôbec nevyskytuje. Následne boli zaznamenané Ramanove a SERS spektra priamo na vláknach farbených rezedou žltou (Obr. 3). Normálne Ramanove spektrá oboch vlákien (hodváb, vlna) zaznamenané pri excitácii 514,5 nm vykazujú len vysoko fluorescenčné pozadie (Obr. 3 „Raman, 514.5 nm“), ktoré je charakteristické pre prírodné organické materiály. V snahe vyhnúť sa tejto silnej fluorescencii sme použili laser s excitáciou 785 nm. Takto získané Ramanove spektrá (Obr. 3 „Raman, 785 nm“) vykazujú veľmi dobrú zhodu s charakteristickými Ramanovými spektrami proteínov tvoriacich vlákno hodvábu, resp. vlny. Navyše, tieto dobre viditeľné pásy pri 1665, 1260, 1229 a 1086 cm^{-1} (Obr. 3 „Raman,

785 nm[“] – Hodváb) potvrdzujú aj charakteristickú konformáciu proteínu fibroín tvoriaceho vlákno hodvábu, ktorou sú β -skladané-listy, zatiaľ čo intenzívne pásy viditeľné pri 1651, 1256, 936, 902 a 515 cm⁻¹ (Obr. 3 „Raman, 785 nm[“] – Vlna) sú charakteristickými pre konformáciu α -hélix proteínu vlny, keratínu. [28 – 31]. Nakoniec, SERS spektrá rovnakých vlákien zaznamenané v prítomnosti fotoredukovaných častíc pri excitácii 514.5 nm sú znázornené na Obr. 3 „SERS, 514.5nm[“]. V tomto prípade, zaznamenané SERS spektrá už nevykazujú spektrálne pásy proteínového materiálu vlákien, ale pozorujeme spektrálne pásy, ktoré prislúchajú molekulám farbiva, flavonoidom luteolínu a apigenínu. V prvom rade, intenzitne zosilnený a frekvenčne posunutý pás prislúchajúci karbonylovej skupine ((1600 cm⁻¹) indikuje, že daná skupina je stále zahnutá do komplexu farbivo-moridlo [32]. Na druhej strane, spektrálna zóna pod 1000 cm⁻¹, tzv. odtlačok prsta molekuly, nepredstavuje významné spektrálne zmeny oproti spektrám čistých molekúl [10], čo indikuje, že chemická štruktúra molekúl farbiva ostáva aj po interakcii farbiva s vláknom nezmenená. Detailnejšia analýza zaznamenaných SERS spektier odhaľuje, že flavonoid LUT je prítomný v oboch vláknach približne v rovnakom množstve, zatiaľ čo APG sa zdá byť prítomný vo väčšom množstve na vlákne hodvábu, keďže relatívna intenzita spektrálneho pásu pri 1166 cm⁻¹ je v tomto prípade veľká (Obr. 3 „SERS, 514.5nm[“] – Hodváb), zatiaľ čo je len veľmi málo viditeľný v spektre zaznamenanom na vlákne vlny (Obr. 3 „SERS, 514.5nm[“] – Vlna). Ba čo viac, tento pás je viditeľný len po dekonvolúcii širokého pásu okolo 1216 cm⁻¹. Tieto výsledky by mohli indikovať rôzne relatívne množstvo týchto dvoch molekúl na vláknach hodvábu a vlny. Avšak výsledky analýz uskutočnené na rovnakých vzorkách v laboratóriách zapojených do projektu Eu-ARTECH pomocou konvenčne zaužívaných chromatografických analýz potvrdili pôvodne predpokladaný pomer obsahu flavonoidov LUT:APG = 9:1 v oboch farbených vláknach [33]. Na základe týchto výsledkov predpokladáme, že zjavné rozdiely v obsahu APG na rôznych vláknach sú pravdepodobne spôsobené rôznou štruktúrou týchto vlákien, a teda rôznou afinitou oboch molekúl voči rôznym častiam polypeptidického materiálu vlákna. Toto je dôležitá doplňujúca informácia, ktorá môže byť okrem samotnej detekcie flavonoidov odvodená z prevedenej SERS *in-situ* analýzy.

V druhej štúdii sme analyzovali inú skupinu vlnených vlákien farbených prírodnými rastlinnými farbivami tradične používanými v Strednej a Južnej Amerike (ako sú napríklad Krucinka farbárska (*Genista tinctoria* L.) alebo cibuľa (*Allium cepa* L.), ktoré obsahujú rôzne zmesi flavonoidov), pričom boli farbené podľa originálnych receptov farbenia pochádzajúcich z pre-kolumbijského obdobia [34]. Touto štúdiou sme overili reproductibilitu a vhodnosť aplikovanej metódy SERS *in-situ* detekcie prírodných farbív a pigmentov prevedenej priamo na vlákne bez predchádzajúcej hydrolýzy a extrakcie farbiva z vlákna. Podrobná analýza je prediskutovaná inde [12].

2.2. SERS *in-situ* detekcia antrachinónov

Po úspešnej detekcii flavonoidov na rôznych proteínových vláknach (hodváb, vlna) farbených podľa rôznych originálnych receptov (európskych, amerických) sme sa rozhodli otestovať danú analytickú metódu aj na vláknach rastlinného pôvodu (ľan) a porovnať tieto výsledky s výsledkami získanými na vlákna živočíšneho pôvodu (vlna). Obe typy vlákien preukazujú rôzne charakteristiky a rôzne povrchové vlastnosti, čo môže mať významný vplyv na imobilizáciu fotoredukovaných strieborných NPs na po-

vrchu vlákna, a tým aj na detekciu použitých farbív. Najprv, tak ako tomu bolo aj prípade flavonoidov, sme získali kontrolné SERS spektrá čistých molekúl farbív (alizarín, purpurín, kyselina karmínová) ako aj ich zmesí nameraných na strieborných NPs vytvorených fotoredukciou s cieľom stanovenia ich špecifických spektrálnych markerov. Aj v tomto prípade sa nám podarilo úspešne detekovať tieto antrachinónové pigmenty nedeštruktívne SERS *in-situ* metódou priamo na referenčných vlnených a ľanových, ako aj posúdiť vplyv pôvodu analyzovaných vlákien. Navyše, táto metóda SERS *in-situ* detekcie bola odskúšaná aj na analýzu reálnej archeologickej vzorky koptickej textílie (6. – 8. stor. pred Kr.), kde prítomnosť alizarínu bola jasne identifikovaná. Podrobná analýza k celej tejto štúdii je prediskutovaná inde [12].

3. Záver

Po prvýkrát boli zaznamenané SERS spektrá prírodných farbív (flavonoidov a antrachinónov) priamo na farbenom vlákne bez použitia tomu predchádzajúcich hydrolyzačných a extrakčných procesov. Tieto výsledky v prvom rade vyvracajú domnienky, že prírodné organické farbivá prítomné vo farbených textíliach vo forme komplexov prevažne s hliníkom, resp. s inými iónmi kovov, nie sú schopné byť adsorbované na povrchu strieborných NPs (a tým nie je možné zaznamenať ich SERS spektra). Navyše, SERS ako *in-situ* technika s vysokou citlivosťou dosahuje výsledky porovnateľné s výsledkami získanými prostredníctvom chromatografických metód. Štúdie prezentované v tejto práci – SERS *in situ* detekcia prírodných červených a žltých organických pigmentov prítomných v komplexoch s moridlami na prostredníctvom nich farbených vláknoch textílií rôzneho pôvodu, kde použité strieborné NPs boli vytvorené *in situ* na vlákne fotoredukciou – poukazujú na nedeštruktívnosť, resp. mikrodeštruktívnosť tejto techniky vzhľadom na fakt, že vzorky nepodstúpili žiadnu chemickú predprípravu. Rovnakou metódou, SERS *in-situ* detekciou, sme detekovali a identifikovali aj antrachinón alizarín na historickej koptickej textílii egyptského pôvodu datovanej do 6. až 8. storočia pred Kristom, ktorá patrí do jednej z kolekcií španielskeho národného múzea (Museo Nacional de Artes Decorativas). Ukazuje sa, že táto technika sa zdá byť vhodnou a použiteľnou aj pre iné kultúrne artefakty, ako sú obrazy a pod., t. j. na analýzu materiálov vo veľmi malých množstvách, či na veľmi malých vzorkách, dokonca až v jednotlivých bodoch vzorky.

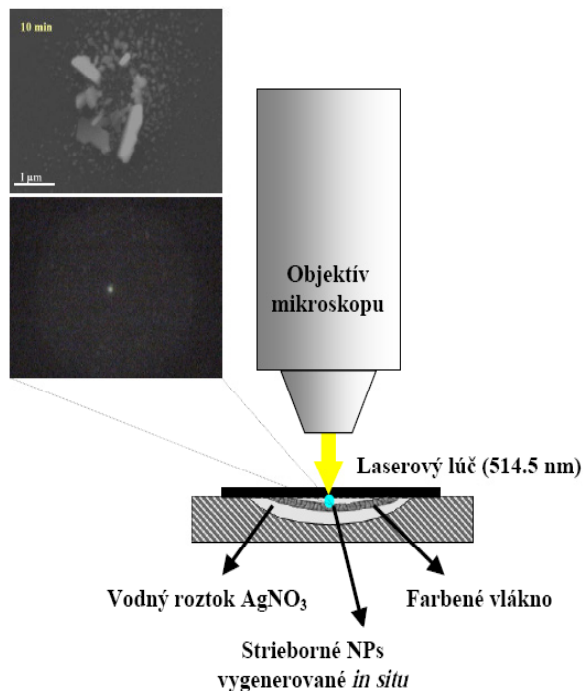
Nové laboratórium Ramanovej spektroskopie na KBF UPJŠ v Košiciach otvára priestor pre vytvorenie experimentálnej skupiny aplikačného charakteru v oblasti kultúrneho dedičstva, pričom našim cieľom je vytvorenie efektívneho premostenia medzi základným a aplikovaným výskumom so špecifickým zreteľom na spektroskopické metódy, najmä spektroskopiu povrchovo-zosilneného Ramanovho rozptylu (SERS), a ich použitia v oblasti kultúrneho dedičstva. KBF už v tomto uskutočnila prvé kroky a nadviazala prvú počiatočnú spoluprácu s Východoslovenskou galériou v Košiciach. Naďalej sme však otvorení aj pre ďalšie spolupráce.

Podakovanie

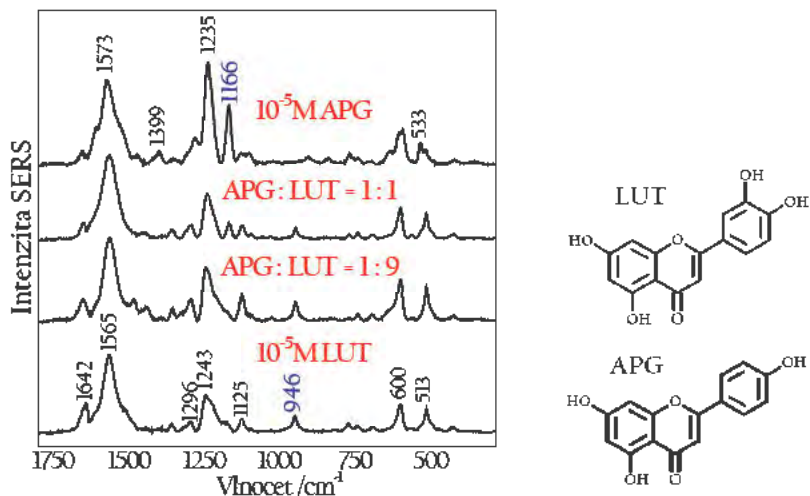
Ďakujeme za dlhoročnú a bohatú spoluprácu vedeckej skupine IEM CSIC v Madride, najmä Dr. S. Sánchez-Cortésovi, za možnosť prevedenia spomínaných štúdií, ktoré

boli realizované v rámci dizertačnej práce Z. J., ale aj za ďalšiu diskusiu a experimenty zamerané na aplikáciu SERS techniky v oblasti kultúrneho dedičstva. Z. J. tiež ďakuje Univerzite Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach za poskytnutie post-doktorandského výskumného štipendia.

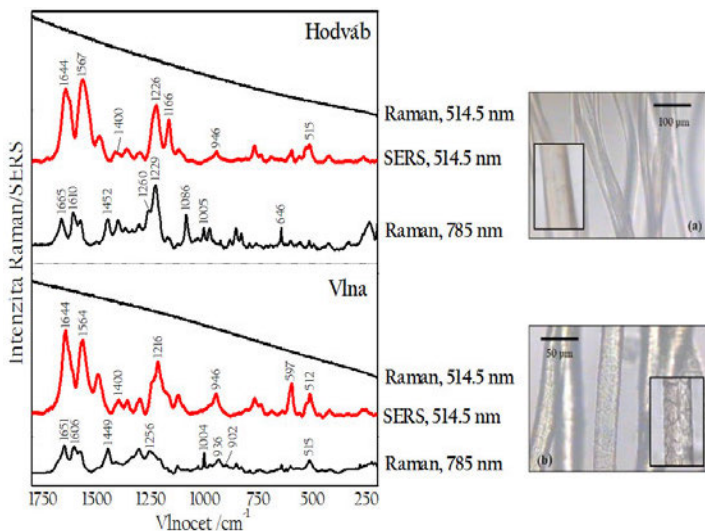
4. Obrázky



Obr. 1: Schéma *in-situ* prípravy fotoredukovaných nanočastíc na textilnom vlákne. Rovnaká schéma bola tiež použitá pre registráciu Ramanových spektier, pričom v oboch prípadoch bol použitý laserový lúč s excitáciou 514,5 nm. Na obrázku vľavo dole je mikroskopický obraz odrazu svetla v dôsledku prítomnosti vygenerovaných NPs, na hornom obrázku je SEM snímok takýchto častíc.



Obr. 2: Kontrolné SERS spektrá 10^{-5} M apigenínu (APG), 10^{-5} luteolínu (LUT) a ich zmesi s pomerom 1:1 a 1:9 (APG:LUT) zaznamenané na strieborných NPs pripravených fotoredukciou použitím laserového žiarenia s excitáciou 514,5 nm a výkonom 2 mW. Každé zo spektier je prímerom piatich Ramanových spektier zaznamenaných v mikro-podmienkach (použil sa objektiv so 100× zväčšením) na rôznych miestach vytvorených fotoredukovaných strieborných častíc. Rovnaká excitácia (514,5 nm) bola použitá aj na registráciu SERS spektier. Fluorescenčné pozadie bolo odčítané a spektrá boli normalizované vzhľadom na referenčný pás pri 1565 – 1673 cm⁻¹.



Obz. 3: Ramanove spektrá vlákien hodvábu a vlny farbených *Rezedou žltou* *L.* získané bez prítomnosti a v prítomnosti strieborných NPs (vytvorených procesom fotoredukcie) a excitovaných lasermi s rôznymi vlnovými dĺžkami (514,5 nm a 785 nm) a výkonom 2 mW. Fluorescenčné pozadie bolo odčítané a spektrá boli normalizované vzhľadom na referenčný pás pri 1564 – 1567 cm^{-1} .

5. Literatúra

- Zhang, X., Boytner, R., Cabrera, J. L., Laursen, R. *Analytical Chemistry*, 79, 2007, 1575.
- de Rijke, E., Out, P., Niessen, W. M. A., Ariese, F., Gooijer, C., Brinkman, U. A. T. *Journal of Chromatography A*, 1112, 2006, 31.
- Vandenabeele, P., Edwards, H. G. M., Moens, L. *Chemical Reviews*, 107, 2007, 675.
- <http://ruff.info/> %20/o %20RRUFF %20database %20t %20_blank, <http://www.obs.univ-bpclermont.fr/sfmc/ramandb2/index.html>, <https://www.fis.unipr.it/phevix/ramandb.html>.
- Bellot-Gurlet, L., Pages-Camagna, S., Coupry, C. J. *Raman Spectrosc.*, 37, 2006, 962.
- Aroca, R. *Surface-enhanced Vibrational Spectroscopy*: Chichester, 2006.
- Fleischm. M, Hendra, P. J., McQuilla. A. *Journal of Chemical Physics*, 26, 1974, 163.
- Shadi, Q. T., Chowdhry, B. Z., Snowden, M. J., Withnall, R. J. *Raman Spectrosc.*, 35, 2004, 800.
- Cañameres, M. V., Garcia-Ramos, J. V., Domingo, C., Sanchez-Cortes, S. J. *Raman Spectrosc.*, 35, 2004, 921.
- Jurasekova, Z., Garcia-Ramos, J. V., Domingo, C., Sanchez-Cortes, S. J. *Raman Spectrosc.*, 37, 2006, 1239.
- Jurasekova, Z., Domingo, C., Garcia-Ramos, J. V., Sanchez-Cortes, S. J. *Raman Spectrosc.*, 39, 2008, 1309.
- Jurasekova, Z., del Puerto, E., Bruno, G., Garcia-Ramos, J. V., Sanchez-Cortes, S., Domingo, C. J. *Raman Spectrosc.*, 41, 2010, 1455.
- Leona, M., Stenger, J., Ferloni, E. J. *Raman Spectrosc.*, 37, 2006, 981.
- Casadio, F., Leona, M., Lombardi, J. R., Van Duyne, R. *Acc. Chem. Res.*, 43, 2010, 782.

15. Cañameres, M. V., Garcia-Ramos, J. V., Domingo, C., Sanchez-Cortes, S. *Vibrational Spectroscopy*, 40, 2006, 161.
16. Cañameres, M. V., Leona, M. J. *Raman Spectrosc.*, 38, 2007, 1259.
17. Teslova, T., Corredor, C., Livingstone, R., Spataru, T., Birke, R. L., Lombardi, J. R., Cañameres, M. V., Leona, M. J. *Raman Spectrosc.*, 38, 2007, 802.
18. Wang, M. F., Teslova, T., Xu, F., Spataru, T., Lombardi, J. R., Birke, R. L., Leona, M. J. *Phys. Chem. C*, 111, 2007, 3038.
19. Corredor, C., Teslova, T., Cañameres, M. V., Chen, Z. G., Zhang, J., Lombardi, J. R., Leona, M. *Vibrational Spectroscopy*, 49, 2009, 190.
20. Jurasekova, Z., Torreggiani, A., Tamba, M., Sanchez-Cortes, S., Garcia-Ramos, J. V. *J. Mol. Struct.*, 918, 2009, 129.
21. Jurasekova, Z., Domingo, C., García Ramos, J. V., Sanchez-Cortes, S. *J. Raman Spectrosc.*, Submitted, 2012.
22. Cañameres, M. V., Garcia-Ramos, J. V., Sanchez-Cortes, S. *Appl. Spectrosc.*, 60, 2006, 1386.
23. Leona, M., Lombardi, J. R. *J. Raman Spectrosc.*, 38, 2007, 853.
24. Cañameres, M. V., Lombardi, J. R., Leona, M. *J. Raman Spectrosc.*, 39, 2008, 1907.
25. Cañameres, M. V., Garcia-Ramos, J. V., Gomez-Varga, J. D., Domingo, C., Sanchez-Cortes, S. *Langmuir*, 23, 2007, 5210.
26. <http://www.eu-artech.org>, 2004.
27. Wouters, J., Rosario-Chirinos, N. *Journal of the American Institute for Conservation*, 31, 1992, 237.
28. Shao, J. Z., Zheng, J. H., Liu, J. Q., Carr, C. M. *J. Appl. Polym. Sci.*, 96, 2005, 1999.
29. Carter, E. A., Fredericks, P. M., Church, J. S., Denning, R. J. *Spectrochimica Acta Part a-Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 50, 1994, 1927.
30. Carter, E. A., Edwards, H. G. M. *Infrared and Raman Spectroscopy of Biological Materials*, 24, 2001, 421.
31. Liu, H. L., Yu, W. D. *J. Appl. Polym. Sci.*, 103, 2007, 1.
32. Sanchez-Cortes, S., Garcia-Ramos, J. V. *J. Raman Spectrosc.*, 23, 1992, 61.
33. www.organic-colorants.org, 2007.
34. Roquero, A. *Tintes y tintoretos de América. Catálogo de materias primas y registro etnográfico de México, Centro América, Andes Centrales y Selva Amazónica*, Impresos y Revistas, S.A. (IMPRESA): Madrid, 2006.

Využitie nedeštruktívnych metód pri analýze kolorovanej fotografie

Viera Jančovičová¹, Michaela Ciglanská¹, Bohuslava Havlínová¹,
Jana Križanová², Zuzana Machatová¹

¹Fakulta chemickej a potravinárskej technológie STU,
Oddelenie polygrafie a aplikovanej fotochémie ÚPM,
Radlinského 9, 812 37 Bratislava

²Vysoká škola výtvarných umení v Bratislave, Katedra reštaurovania,
Drotárska cesta 44, 811 02 Bratislava
viera.jancovicova@stuba.sk, janka.krizanova@gmail.com

Abstrakt: Od vzniku prvej čiernobielej fotografie sa na jej kolorovanie využívali rôzne prírodné a syntetické farbivá a pigmenty. Cieľom práce bolo preštudovať spektrálne charakteristiky modelových systémov a porovnať ich tepelnú a svetelnú stabilitu. Pripravili sme modelové systémy kolorantov (parížska modrá, kraplak purpurový, permanentná modrá a kadmium červené tmavé) na barytovom fotografickom papieri Fomabrom N 112 s rôznou denzitou. Denzita fotografickej podložky významne ovplyvnila tvar UV Vis spektier modelových vzoriek, pričom na FTIR spektra vplyv nemala. Vzorky sme podrobili tepelnému starnutiu (80 °C, 50 % RH) a 3 typom svetelného starnutia: (1) na okne; (2) v expozičnom boxe s metalhalogénovou a dvomi fluorescenčnými výbojkami; (3) pod lampou RVL s luminofórom. Vplyvom urýchleného starnutia došlo k zmenám v UV Vis a FTIR spektrách vzoriek. Na základe FTIR spektroskopie môžeme predpokladať, že svetlo s podielom UV žiarenia spôsobilo oxidačnú degradáciu želatínovej vrstvy aj polysacharidov obsiahnutých v kolorantoch.

Kľúčové slová: kolorovaná fotografia, FTIR spektroskopia, UV Vis spektroskopia, XRF, urýchlené starnutie

1. Úvod

Od svojho zrodu v roku 1826 fotografia významne ovplyvnila ľudské poznanie. Fotografia tvorí jedinečnú časť kultúrneho bohatstva ľudstva, kde zachytáva minulosť aj spomienky. Dokumentuje vývoj civilizácie s jej radostnými i tienistými stránkami, zároveň je prostriedkom na vyjadrenie umeleckých či estetických inšpirácií, čím sama nadobúda vlastnú dokumentačnú, umeleckú a estetickú hodnotu.

Pred objavom farebnej fotografie ľudia túžili, ako by sa dala skutočnosť zachytená pomocou čiernobielej fotografie zvečniť vo farbe. Riešením bolo kolorovanie čiernobielých záznamov pomocou farbív a pigmentov prírodnej i syntetickej povahy. Táto metóda si vyžadovala určitú zručnosť v maľbe a kresbe vzhľadom na to, že sa pri nej uplatnili všetky známe maliarske techniky (akvarelové, olejové farby a pastely). Kolorovanie fotografií sa využívalo od čias dagerotypie až do vynájdenia farebnej fotografie v 40. ro-

koch 20. storočia. Kolorovaná fotografia sa neskôr stala umeleckou technikou, ktorá získala uznanie najmä u intelektuálnej verejnosti [1].

Na kolorovanie fotografií sa používali rôzne druhy kolorantov, väčšinou pigmenty. Medzi najčastejšie používané patrili koloranty biele (olovená biela, zinková biela), žlté (Neapolská žltá, chrómová žltá, indická žltá, kadmiová žltá), červené (rumelka, indická červená, kraplak, karmín), modré (ultramarín, kobalt, parížska modrá, indigo), zelené (kobaltová zelená, chrómová zelená), oranžové (chrómová oranžová, oranžová rumelka, oranžový oker), hnedé (Vandyková hnedá, umbra pálená, sépia) a čierne (bridlicová čierna, indický tuš) [1]. Koloranty boli súčasťou akvarelových, olejových a pastelových farieb. Akvarelové farby sa vyrábajú z jemne rozomletého práškoveho kolorantu, spojiťvo pozostáva hlavne z arabskej gummy (živica z akáciovitých rastlín) s prídavkom zmäkčovadla (glycerín), zvlhčovadla a zahusťovadla (škrob, dextrín, hlinka). Farby v tubách sú vláčnejšie, s vyšším obsahom glycerínu, aby sa dali z tuby vytláčať. Vyšší obsah glycerínu ďalej podporuje ľahšiu rozpustnosť vo vode, ale nemení intenzitu pigmentu. Olejové farby sa pripravujú miešaním a následným trením pigmentového prášku vo vysychavých prírodných olejoch (ľanový, orechový, makový). Na výrobu farebných cezuziek sa používa zmes kriedy (kaolínu alebo mastenca), arabskej gummy a pigmentu. Suché pastely sú farebné kriedy, ktoré sa vyrábajú z práškoveho pigmentu slabo viazaného v roztoku tragantu alebo metylcelulózy [1].

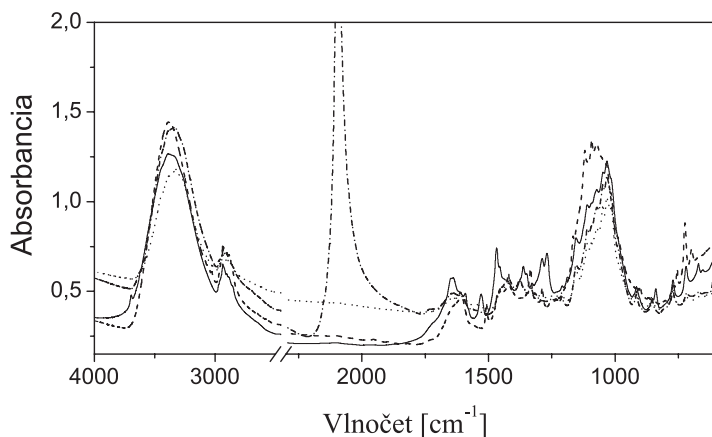
Od vzniku fotografie sa kolorovali rôzne typy fotografie, my sme sa v našej práci zamerali na želatínové fotografie, na kolorovanie ktorých sa používali najmä akvarelové a neskôr aj olejové farby.

2. Metódy štúdia fotografickej podložky a farebnej vrstvy

Kolorovaná fotografia je zložená z podložky, ktorú tvorí papier, barytová vrstva a svetlocitlivá želatínová vrstva a príslušnej farebnej vrstvy, ktorá obsahuje pigment alebo farbivo, spojivá a aditíva. Analýza takýchto materiálov býva problematická, nakoľko namerané spektrum je často kombináciou spektra farebnej zložky, spojiva a prídavných látok obsiahnutých v kolorovacej farbe a spektra papiera a svetlocitlivej vrstvy, ktoré sú súčasťou podložky. Napriek tomu, že najmä pigmenty sú chemicky relatívne stabilné, v priebehu rokov môže dochádzať k zmene ich kryštalickej štruktúry, ale tiež k ich znečisteniu a k chemickým zmenám, čo môže následne ovplyvniť tvar spektra a sťažiť identifikáciu látok použitých na kolorovanie. Rovnako zmenám podlieha aj želatína. Na identifikáciu a analýzu kolorantov sa najčastejšie využívajú spektrálne metódy (FTIR, UV Vis, Ramanova spektroskopia), elementárna analýza (XRF) a mikroskopické metódy [2, 3]. Výhodou uvedených techník je ich nedeštruktívny charakter a malé množstvo materiálu potrebného na analýzu.

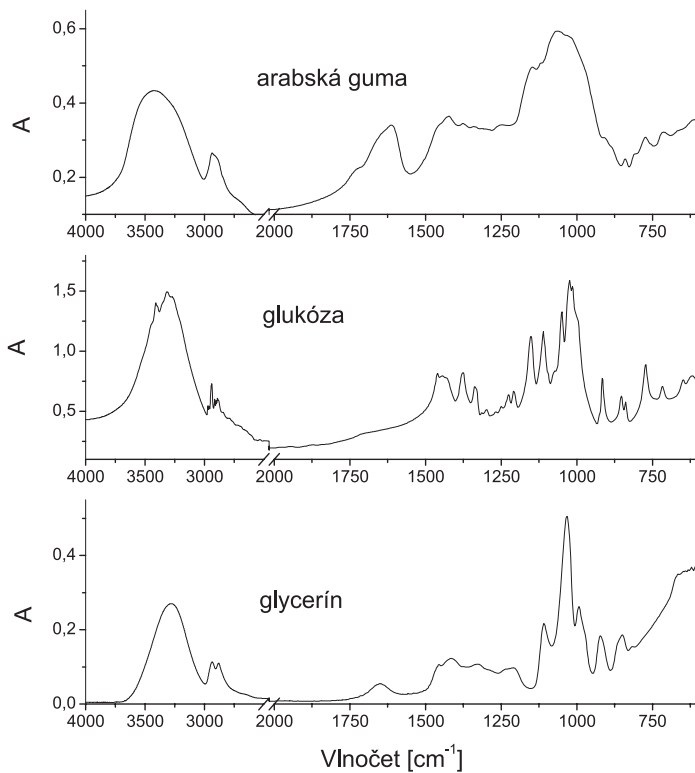
V našej práci sme merali FTIR spektrá fotografickej podložky, práškových kolorantov a akvarelových farieb obsahujúcich príslušný kolorant. FTIR technika má však svoje obmedzenia [3, 4], mnohé anorganické pigmenty, najmä oxidy, majú najvýznamnejšie vibračné pásy pri nízkom vlnčte, často pod 400 cm^{-1} (v ďalekej oblasti IČ spektra; FIR), čo prekračuje rozsah bežne používaných FTIR spektrofotometrov, ktoré pracujú v oblasti MIR (stredná oblasť IČ; $4000 - 400\text{ cm}^{-1}$). Spektrá organických farbív v MIR oblasti majú typické absorpčné pásy, avšak v kolorovacích farbách sa nachádzajú v nízkych koncentráciách a ich spektrá môžu byť prekryté spektrami spojív, čo sťažuje ich identifikáciu.

Na obrázku 1 sú uvedené spektrá parížskej modrej, kraplaku purpurového, permanentnej modrej a kadmia červeného tmavého od firmy Umton. Prírodný kraplak purpurový obsahuje alizarín a purpurín, hlavnou zložkou syntetického kraplaku je alizarínový lak. Keďže sa jedná o antrachinónové farbivá, v FTIR spektre kolorantu vidíme väčšie množstvo pásov, ktoré zodpovedajú aromátom ($1590, 1500 \text{ cm}^{-1}$), alkoholom ($3370, 1220, 650 \text{ cm}^{-1}$) a chinónom (zdvojený pás $1650 - 1700 \text{ cm}^{-1}$). Parížska modrá je komplexná zlúčenina, ktorej spektrum obsahuje výrazný pás pri 2085 cm^{-1} , ktorý je charakteristický pre CN skupinu. Práve tento veľmi intenzívny pás, ktorý sa nachádza v oblasti, v ktorej nemajú pásy polysacharidy (celulóza, arabská guma, glukóza), umožňuje jednoznačnú identifikáciu tohto pigmentu aj pri nízkej koncentrácii vo farbe. Permanentná modrá (ftalocyanín medi) predstavuje organický pigment, ktorý má niekoľko charakteristických absorpčných pásov v oblasti $1500 - 1000 \text{ cm}^{-1}$. Kadmium červené tmavé (CdSe) je anorganická zlúčenina, preto v IČ spektre mu patria len pásy pri 1100 cm^{-1} (Se^{2-} ióny) a časť absorpčného pásu pri 600 cm^{-1} , všetky ostatné pásy prislúchajú glycerínu, arabskej gume, glukóze alebo iným polysacharidom použitým ako spojivá (obr. 2). Tieto zlúčeniny významne ovplyvňujú aj spektrá ostatných troch kolorantov. FTIR spektroskopia je vhodná najmä na analýzu spojív v kolorantoch, samotné koloranty možno identifikovať len v prípade, že absorbujú v oblasti mimo absorpčných pásov spojív [4].

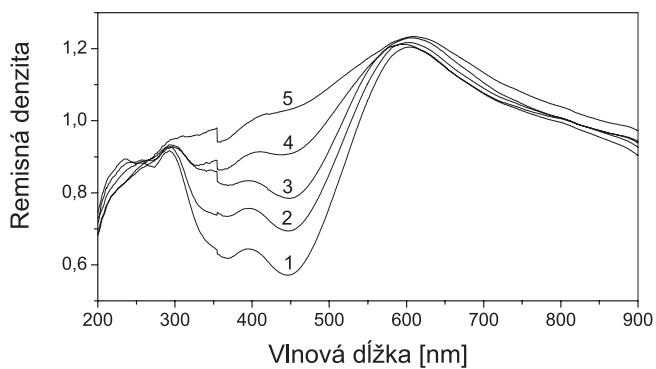


Obr. 1: FTIR spektrá kraplaku purpurového (plná čiara), parížskej modrej (bodkočiarkovaná čiara), kadmia červeného tmavého (bodkovaná čiara) a permanentnej modrej (čiarkovaná čiara).

V našej práci sme merali FTIR spektrá fotografickej podložky, práškových kolorantov a akvarelových farieb obsahujúcich príslušný kolorant. FTIR technika má však svoje obmedzenia [3, 4], mnohé anorganické pigmenty, najmä oxidy, majú najvýznamnejšie vibračné pásy pri nízkom vlnčte, často pod 400 cm^{-1} (v ďalej oblasti IČ spektra; FIR), čo prekračuje rozsah bežne používaných FTIR spektrofotometrov, ktoré pracujú v oblasti MIR (stredná oblasť IČ; $4000 - 400 \text{ cm}^{-1}$).



Obr. 2: FTIR spektrá vybraných spojív.



Obr. 3: UV Vis spektrá parížskej modrej na fotografickej podložke s rôznou denzitou (vz. 1: D₀ = 0, vz. 2: D₀ = 0,34, vz. 3: D₀ = 0,57, vz. 4: D₀ = 0,82, vz. 5: D₀ = 1,26).

UV Vis spektrum je spektrum celej zliúčeniny a závisí od chromofórov, ktoré táto zliúčenina obsahuje. Koloranty majú vo viditeľnej oblasti absorpčné maximum pri vlnovej dĺžke, ktorá zodpovedá ich farebnosti (žlté a oranžové zliúčeniny 400 – 490 nm, červené 490 – 560 nm, modré až modrozelené 580 – 620 nm, zelenomodré až zelené nad 620 nm, hnedé a najmä čierna absorbujú v celej oblasti spektra). Spektrum vo viditeľnej oblasti (400 – 800 nm) je hlavne spektrom farebnej zložky, spektrom v UV oblasti (200 – 400 nm) je ovplyvnené spojivami [4]. Na tvar UV Vis spektra, a teda aj na farebnosť vplýva aj denzita podložky, remisná denzita farebnej vrstvy rastie s rastúcou denzitou fotografického papiera, na ktorom je kolorant aplikovaný, a to najmä v oblasti, kde kolorant neabsorbuje (obr. 3).

Pomocou röntgenovej fluorescenčnej analýzy (XRF) je možné stanoviť prítomnosť prvkov vo farebnej vrstve [5]. Ľahké prvky (C, O, H) prítomné v organických zliúčeninách nie sú pomocou XRF identifikovateľné, táto metóda je vhodná skôr na identifikáciu anorganických pigmentov. Vysoký obsah olova v bielom pigmente poukazuje na olovnatou bielu, prítomnosť titanu alebo zinku na titánovú alebo zinkovú bielu. Spomedzi modrých pigmentov je často používaný azurit s vysokým obsahom medi, z novších kobaltová modrá alebo alebo parížska modrá, ktoré obsahujú železo. Spomedzi červených pigmentov je na XRF analýzu vhodná rumelka (obsahuje ortuť). V tab.1 sú uvedené polohy pásov (energia fotónu) charakteristické pre vybrané prvky.

Tab. 1: Prvky identifikované v jednotlivých kolorantoch.

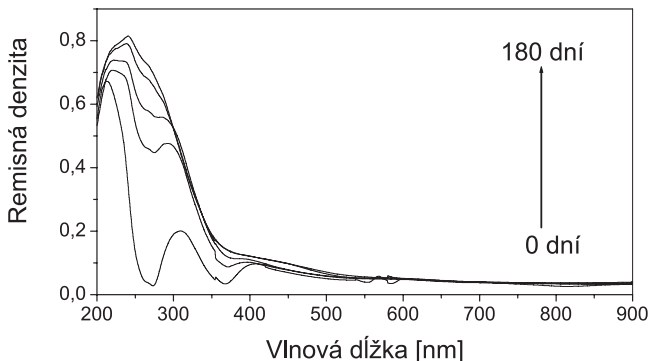
Kolorant	Pás [eV]	Prvok	Pás [eV]	Prvok
Chrómová žltá	5,4	chróm		
Kadmium žlté	23,1	kadmium		
Oker tmavý	6,4	železo		
Chromoxid tupý	5,4	chróm		
Kadmium červené	23,1	kadmium	11,2	selén
Umra pálená	6,4	železo		
Parížska modrá	6,4	železo		
Permanentná modrá	8,1	meď		

3. Vplyv urýchleného starnutia na vlastnosti kolorantov na fotografickom papieri

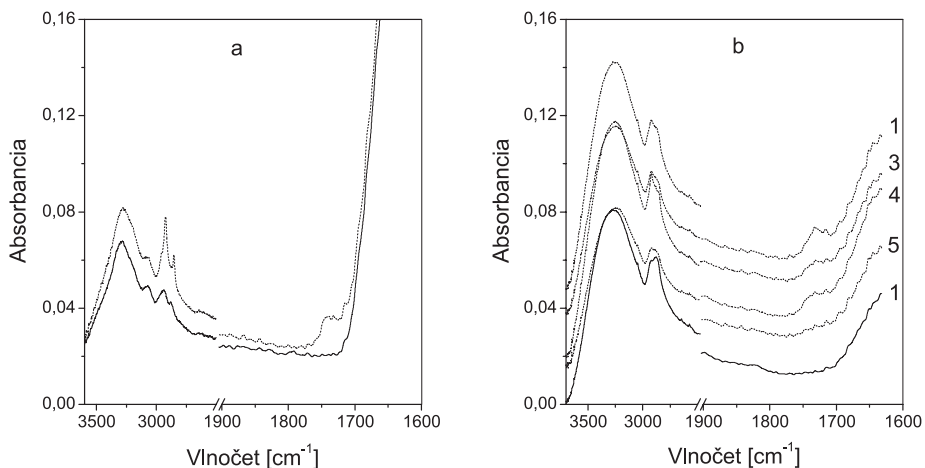
Vplyvom prirodzeného starnutia fotografických materiálov či už s kolorantmi alebo bez nich, môže dôjsť k zmene ich štruktúry, čo má za následok aj zmenu tvaru spektra. Preštudovali sme vplyv urýchleného starnutia na spektrálne (UV-VIS, FTIR) vlastnosti kolorantov na vyvolanom a ustálenom fotografickom papieri s rôznou počiatočnou denzitou. Na fotografický papier Fomabrom N 112 boli nanosené dve červené (kadmium červené tmavé, kraplak purpurový) a dve modré (parížska modrá, permanentná modrá) akvarelové farby. Vzorky sme podrobili tepelnému starnutiu (80 °C, 50 % RH) a 3 typom svetelného starnutia: (1) na okne; (2) v expozičnom

boxe s metalhalogénovou a dvomi fluorescenčnými výbojkami; **(3)** pod lampou RVL s luminofórom [2].

S rastúcou počiatočnou denzitou fotopapiera rastie aj absorbanca v UV-Vis spektrách papierov. Pri všetkých typoch svetelného starnutia dochádza k zmenám tvaru spektra fotografického papiera v UV oblasti, čo môže poukazovať na vznik degradačných produktov želatíny vplyvom svetla (obr. 4), naproti tomu tepelné starnutie tvar spektra neovplyvnilo. Pri farebných vrstvách na papieri boli v celej oblasti spektra pozorované len minimálne zmeny [2].



Obr. 4: Vplyv svetelného starnutia na okne (0, 14, 28, 100, 180 dní) na UV-VIS spektrum fotografického papiera Fomabrom (vz. 1, $D_0 = 0$).



Obr. 5: Zmeny FTIR spektra fotografického papiera Foma ($D_0 = 1,26$) bez kolorantu (a) a fotografického papiera Foma s vrstvou permanentnej modrej (b); nestarnutá vzorka – plná čiara, vzorky starnuté 180 dní na okne – bodkované čiary (vz. 1: $D_0 = 0$, vz. 3: $D_0 = 0,57$, vz. 4: $D_0 = 0,82$, vz. 5: $D_0 = 1,26$).

Vplyv denzity fotografického papiera bez farebnej vrstvy ani s farebnou vrstvou na tvar FTIR spektra sa neprejavil. Vplyvom svetelného starnutia na okne dochádza na fotografickom papieri bez kolorantu k nárastu pásov pri 2930 a 2850 cm^{-1} , ktoré sú charakteristické pre CH_2 a CH_3 skupiny a k vzniku absorpčného pásu pri 1740 cm^{-1} charakteristického pre dikarboxylové zlúčeniny. K podobným zmenám dochádza aj pri starnutí v expozičnom boxe, môžeme teda predpokladať, že vplyvom urýchléného svetelného starnutia svetlom s podielom UV žiarenia dochádza k degradácii želatínovej vrstvy oxidačným mechanizmom (obr. 5a). Zmena pomeru pásov pri 2930 a 2850 cm^{-1} a vznik pásu pri 1740 cm^{-1} boli zaznamenané aj v FTIR spektrách farebnej vrstvy permanentnej modrej na fotografickom papieri pri starnutí na okne. Ako vidieť z obrázka 5b, najvýznamnejší nárast absorpčného pásu bol pozorovaný u kolorantu aplikovanom na fotografickom papieri s najvyššou počiatočnou denzitou (vz. 1, $D_0 = 0$), teda na papieri, ktorý v svetlocitlivej vrstve neobsahoval striebro.

Podakovanie

Táto práca bola podporená z grantu VEGA 1/0811/11 a APVV 0324-10.

4. Literatúra

1. Križanová, J. 2012. Kolorovanie fotografie: identifikácia, konzervovanie, reštaurovanie. Teoretická práca k dizertačnej skúške. VŠVU Bratislava.
2. Bullová, B. 2012. Štúdium vlastností kolorantov na fotografickej podložke. Diplomová práca. FCHPT STU Bratislava.
3. Nesměrák, K., Němcová, I. 2012. Dating of historical manuscripts using spectrometric methods: A mini-review. *Analytical Letters* 45, s. 330 – 336.
4. Janegová, Z. 2012. Spektrálne vlastnosti farbív použitých v kolorovanej fotografii. Bakalárska práca. FCHPT STU Bratislava.
5. Trojek, T., Čechák, T., Musílek, L. 2012. Rentgenová fluorescenční analýza a m kroanalýza inkoustů a pigmentů, in XIV. Seminár restaurátorů a historů ků Brno 2009. Sborník referátů, Praha, Národní archiv, s. 128 – 136.

Dendrologický prieskum drevených objektov s využitím prístrojových techník

Ladislav Reinprecht

*Drevárska fakulta, Technická univerzita vo Zvolene,
Masarykova 24, 960 53 Zvolen
reinprecht@tuzvo.sk*

Abstrakt: *Staršie drevené objekty (zruby, mosty, krovy, stropy, schody, dvere, okná, podlahy i iné) s pamiatkovou hodnotou bývajú nezriedka poškodené poveternosťou, požerkami, hnilobou, agresívnymi chemickými látkami a niekedy aj požiarom. Zistenie skutkového stavu historických drevených konštrukcií je dôležité pre ich správnu údržbu a vykonanie vhodných opráv i rozsiahlejších rekonštrukcií. Na základe vizuálneho prieskumu historického dreva sa podľa potreby pristupuje k jeho detailným prieskumom s využitím nedeštruktívnych i semideštruktívnych (resp. špecificky aj deštruktívnych) prístrojových techník. O potrebe detailných prieskumov sa rozhoduje aj na základe pamiatkovej hodnoty dreveného objektu a požiadaviek na jeho statiku. Detailné prieskumy sú podkladom na voľbu metódy jeho rekonštrukcie – sterilizácia, spevňovanie, chemické ošetrenie, apod. Pri in-situ prieskumoch drevených objektov využívame u nás viaceré prístroje: ultrazvukový „Pundit-plus“, vrtaniu odporový „Resistograph“, odporový voči vniknutiu tenkého hrotu „Pilodyn 6J“. V špecifických situáciách dávame in-situ výsledky do súvisu s in-vitro výsledkami (anatomická i chemická štruktúra, ohybová pevnosť, modul pružnosti, tvrdosť, apod.) zistenými na mikrovzorkách odobratých dutým vrtákom alebo aj na väčších vzorkách odobratých z drevených prvkov určených k spevneniu alebo výmene.*

Kľúčové slová: *konštrukcie, poruchy, defektoskopia, ultrazvuk, odporové metódy*

1. Úvod

Obnova historických drevených objektov, t. j. v komplexe ich prieskum, posúdenie, sanácia a ochrana, sa realizuje zvyčajne v troch nadväzných etapách:

- získanie dostupných archíválnych podkladov o danom objekte (písomné i fotografické dokumenty a výkresy), terénne vizuálne prieskumy s možnosťou použitia aj menej náročných prístrojových techník (fotoaparát, kladivko, ihla...), s cieľom predbežne posúdiť stav dreva v objekte,
- detailné prieskumy s vhodnou prístrojovou technikou (tab. 1), s následným detailným posúdením stavu dreva v objekte i celého objektu,
- návrhy na obnovu objektu, podrobný projekt obnovy a jeho realizácia.

Prieskumy drevených objektov s pamiatkovou hodnotou (zruby, mosty, krovy, stropy, schody, dvere, okná, podlahy i iné) je žiaduce vykonávať iba nedeštruktívnymi alebo semideštruktívnymi metódami. K určitým výnimkám patrí deštruktívny odber mikrovzo-

riek (napr. dutým vrtákom), z ktorých sa určuje druh dreva, typ a stupeň hnilobného, požerkového i iného poškodenia dreva, a taktiež veku dreva pomocou dendrochronologických alebo ^{14}C analýz.

Dnes sa k zisteniu defektov (hnilôb, požerkov, trhlín, apod.) vo vnútri historických drevených objektov a prvkov používajú najmä odporovo-vrtacie (napr. Resistograph), ultrazvukové (napr. Pundit-Plus) a akustické (napr. Fakkop – Arbosonic 3D) prístrojové techniky (tab. 1).

Tab. 1: Základne prístrojové techniky k prieskumu kvality historického dreva [1]

METÓDA	ZARIADENIE	ZÁKLADNÝ PRINCÍP	APLIKÁCIA
Optická	Svetelný mikroskop	– farbenie, zväčšenie	– defekty, farbené hýfy
	SEM	– pokovenie, zväčšenie	– defekty „citlivo“
	Endoskop	– optické vlákna k prenosu	– defekty v dutinách
	Kolorimeter	– absorpcia 400 – 700 nm	– farebné zmeny
	Holograf	– optoelektronický	– defekty, vlhkosť
	IR, FTIR a NIR	– absorpcia IČ žiarenia	– hniloba, vlhkosť...
Elektrická	Vitamat	– konduktivita	– aktívna hniloba
	Dielektr k	– frekvencia, permitivita	– vlhkosť, hniloba
	EIS	– elekt. imped. spektroskopia	– vlhkosti povrchu
Ultrazvuková	Pundit, Arborsonic	– rýchlosť ultrazvukových vln	– vnútorné defekty
Akustická	Fakopp 2D. 3D	– rýchlosť zvukových vln	– vnútorné defekty
Rádiografická	RTG rádiografia, CT	– absorpcia X- alebo γ -lúčov	– vnútorné defekty
Elektro- magnetická	Radar	– krátke pulzy do dreva	– kovy (klince)
	Mikrovlnný senzor	– mikrovlny do dreva	– hrče, trhliny...
	NMR tomograf	– E fotónu medzi 2 spin. hl.	– vlhkosť, hniloba
Termografická	Termograf	– rádiový ohrev	– farby dreva a hč
Pevnostná	Fractometer	– ohyb m krovzorky	– typ hniloby...
	Pilodyn	– hĺbka vniku tenkého hrotu	– hniloba, požerky
	Resistograph	– odpor voči tenkému vrtáku	– hniloba, dutiny,
Chemická	Chromatografie a spektroskopie	– analýza extraktov, celulózy, hemicelulózy, lignínu	– hniloba, požerky, starnutie dreva
Biologická	DNA analyzátor	– sekvencia A, G, C, T	– druh huby v dreve

2. Prístroje na prieskum historického dreva – príkladové ukážky

V spolupráci s praxou a v rámci základného výskumu som mal možnosť vykonať prieskumy skutkového stavu viacerých historických krovov, stropov, zrubov, dverí, okien, podláh, lavíc, sôch i iných objektov z ihličnatého i listnatého dreva [2, 3]. Použitý

bol pritom najmä vizuálny prieskum, ktorý je najjednoduchší i najrýchlejší a často krát dokáže poskytnúť dostatočné informácie o stave jednotlivých drevených prvkov konštrukcie – a to nezriedka aj s možnosťou určiť typ, stupeň a rozsah biologického poškodenia dreva, vrátane aj druhu drevokaznej huby z nájdených plodníc a druhu drevokazného hmyzu z tvaru výletových otvorov.

V prípadoch, ak sa:

1. identifikácia defektov (hniloby, požerky, trhliny, apod.) z vonkajších povrchov dreva nedala vykonať alebo sa dala vykonať iba ťažko (napr. u zamurovaných pomúrnic, neodhalených stropných trávov, doskami obložených trávov zrubov);
2. jednalo o typické vnútorné defekty dreva, ktoré sa v počiatočných fázach vzniku nedajú zvonka objektívne zistiť (napr. vnútorná hniloba dreva od trávoviek: *Gloeophyllum trabeum*, *G. sepiarium*, *G. abietinum*, respektíve aj od iných druhov drevokazných húb);
3. vo výstupoch z prieskumu žiadalo poukázať aj na pevnosť a pružnosť dreva, t. j. uviesť údaje potrebné pre statika;

vtedy boli prieskumy historického dreva vykonané aj s použitím dostupných a vhodných prístrojových techník.

V príspevku sa prezentujú základné princípy troch prístrojov, ktoré u nás používame pri in-situ prieskumoch skutkového stavu historického dreva: ultrazvuková analýza „Pundit-Plus“, odporové vŕtanie „Resistograph“, odporové zarážanie tenkého hrotu „Pilodyn 6J“, spolu aj s vybratými ukážkami ich použitia v praxi. V rámci jednej príkladovej ukážky sú súbežne uvedené aj výsledky z in-vitro analýzy ohybových charakteristík historického dreva odobratého z asanovaných povalových stropných trávov.

2.1. Prístroje na bežný *in-situ* prieskum defektov v historickom dreve

Ultrazvuková analýza – prístrojmi typu Pundit, Arborsonic, Sylvatest, apod., používajúc dve sondy (vysielač a prijímač vln), ktoré sa prikladajú k povrchu dreveného objektu. Meria sa čas (τ) alebo rýchlosť (c) prechodu ultrazvukových vln cez drevo, obvykle v priečnom smere (c_{\perp}) (obr. 1). Pre objektívne posúdenie defektov v dreve treba poznať aj jeho hustotu (ρ), vlhkosť (w) a teplotu (t). Tieto údaje možno zadať priamo do ultrazvukového prístroja a výstupom býva potom aj dynamický modul pružnosti dreva (MOE_d). Ten sa pri meraniach rýchlosti prechodu ultrazvukových vln cez drevo v pozdĺžnom smere (c_{\parallel}) určí výpočtom podľa vzťahu (1):

$$MOE_d = c_{\parallel}^2 \rho \quad (1)$$

Ultrazvuková metóda umožňuje identifikovať už počiatočné štádiá hniloby a požerkových poškodení dreva. Jej výhodou je jednoduchosť, rýchle získanie výsledkov a použitie pomerne lacných prístrojov. Naopak, nevýhodou je menšia citlivosť pri rozlišovaní defektov v porovnaní s rádiografickými alebo tomografickými metódami, ako aj obmedzenia pri analýze objektov väčšieho profilu [4, 5, 6, 7].

Odporové vŕtanie – prístrojmi typu Resistograph, napr. IML-RESI-F-400. Tie pracujú na princípe merania odporu (meria sa točivý moment motora v prístroji) voči konštantnej rýchlosti vnikaní vŕtacej ihly (ihla s priemerom 3 mm na hrote a 1,5 mm na nosnej časti) do analyzovaného dreva. Výstupom merania je grafic-

ký záznam „hustotný profil dreva“, „dendogram“ – zaznamenaný na špeciálnom papieri v mierke 1 : 1, respektíve do počítača (obr. 4). Na osi „y“ sa zaznamenáva tzv. hustotne-odporový profil dreva a na osi „x“ konkrétne miesto-hĺbka merania od povrchu dreva. Bodmi v spodnej časti krivky sa zachytávajú zóny dreva poškodeného hnilobou, požerkami, trhlinami i inými defektmi, ale aj zóny jarného menej hustého dreva. Bodmi v hornej časti krivky sa zachytávajú zóny zdravého dreva, typicky zóny hustejšieho letného dreva. Výhodou tejto metódy je presná lokalizácia defektov v dreve priamo v teréne, s možnosťou ďalšieho hlbšieho spracovania údajov počítačom. Naopak, jej nevýhodou je semideštruktivita (nepatrné narušenie dreva vrtmi), zistenie stavu dreva iba v jeho radiálnom smere, pomerne dlhší čas merania, ako aj požiadavka na prístup prístroja väčších rozmerov k skúmanému drevenému objektu [8].

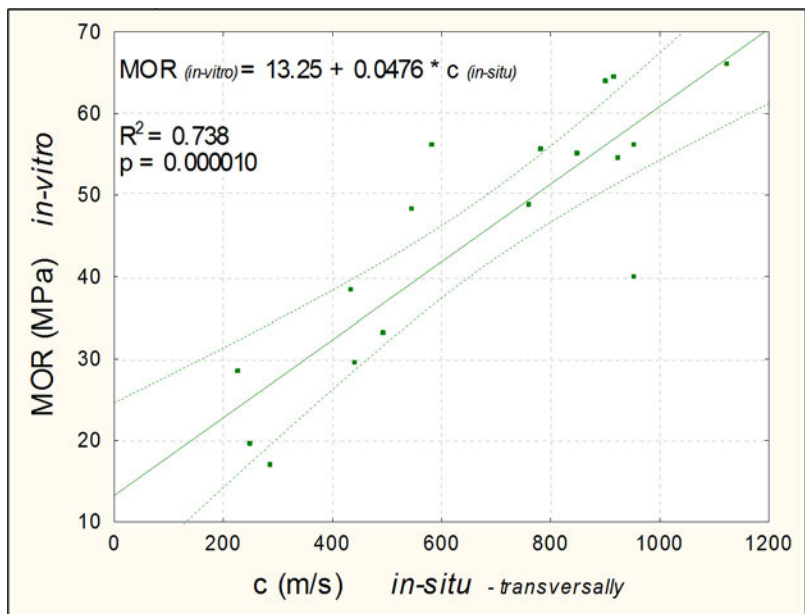
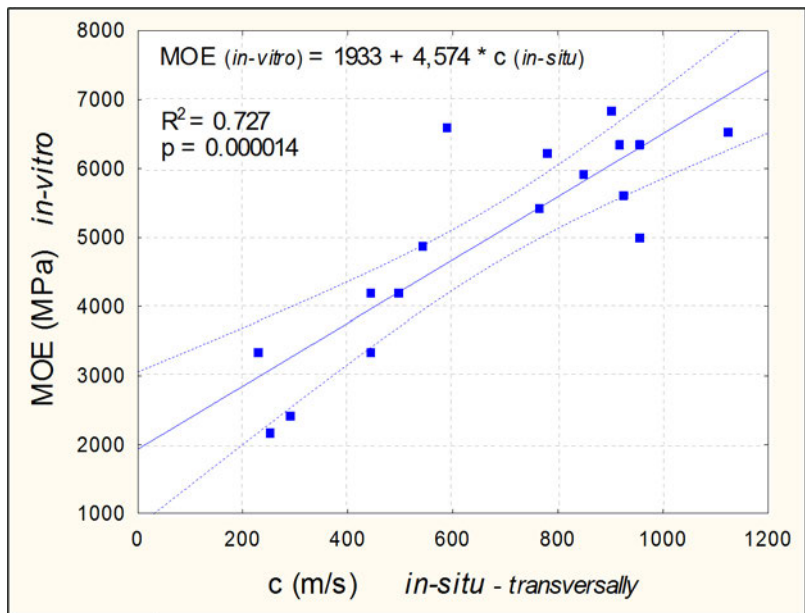
Odporové zarážanie hrotu – prístrojmi Pilodyn 6J Forest, apod., ktoré vystrelujú oceľový hrot priemeru 0,5 až 3 mm do dreva. Meria sa hĺbka vniknutia hrotu do dreva. V prípade Pylodinu 6J sa hrot o priemere 2,5 mm a dĺžky 40 mm vystrelí do dreva konštantou zarážacou silou 6 J (obr. 5). Hĺbka vniku hrotu je pri tomto type prístroja max. 40 mm, čo sa teoreticky dosiahne v prípade totálnej hniloby dreva s nulovým odporom. V zónach dreva do 40 mm sa dobre identifikuje mäkká hniloba, a taktiež požerkové poškodenia ihličnatého dreva fuzáčom krovovým a beľového dubového dreva črvotočmi. Zarážanie je vhodné vykonávať v radiálnom smere dreva, aby sa hrot nezarazil buď len do jarného dreva alebo len do letného dreva. Výhodou tejto metódy je jednoduchosť, rýchlosť a možnosť nepriameho stanovenia modulu pružnosti i tvrdosti povrchových zón dreva z korelačných vzťahov. Naopak, jej nevýhodou je semideštruktivita, získanie údajov iba o kvalite povrchových zón dreva (max. do 40 mm), a tiež skreslenie údajov pri zvýšenej vlhkosti hnilého dreva [9].

2.2. Ukážky z prístrojového *in-situ* prieskumu historického dreva

A) Prieskum 17 jedľových trámov z asanovaných stropov v Banskej Štiavnici [10] – sa vykonal pre ich 1 m záhlavia (obr. 1), v ktorých boli identifikova-



Obr. 1: Ultrazvuková analýza 1 m dlhého výrezu z asanovaného trámu.



Obr. 2: Lineárne korelácie medzi *in-situ* údajmi c_{\perp} (bod = priemer z 8 hodnôt) a *in-vitro* údajmi MOE i MOR (bod = priemer z 9 vzoriek) pre 17 trávov.

né aj bio-defekty, konkrétne hniloby od húb *Serpula lacrymans* a *Antrodia vaillantii*, a tiež požerky od hmyzu *Hylotrupes bajulus* a *Anobium* sp. Pri *in-situ* analýze sa stanovila priemerná rýchlosť ultrazvukových vln v priečnom smere (výška, šírka) trávov c_{\perp} významne nižšia v zóne 0,1 – 0,2 m od ich čiel (300 – 400 m.s⁻¹) ako v zóne vzdialenejšej 0,5 – 1,0 m od ich čiel (700 – 1100 m.s⁻¹). Tento výsledok jasne poukázal na skutočnosť, že biologické poškodenia dreva sa lokalizujú výraznejšie do vlhkejších zón v blízkosti múrov. V pozdĺžnom smere trávov boli priemerné rýchlosti ultrazvuku c_{\parallel} pomerne variabilné od 1875 (resp. pri dvoch trávov 0) do 5598 m.s⁻¹, zrejme ako dôsledok výskytu výrazných lokálnych hnilôb v záhlaví viacerých trávov.

V následných *in-vitro* testoch vykonaných na 153 vzorkách (9 vzoriek 20 × 20 × 300 mm vymanipulovaných z jedného trávov, zo zóny vzdialenej 0,3 – 0,6 m od jeho čela) sa zistili tesné lineárne korelácie medzi hustotou ρ , dynamickým modulom pružnosti MOE_d (stanovený ultrazvukom), statickým modulom pružnosti MOE a medzou pevnosti v ohybe MOR (stanovené testom trojbodového ohybu).

In-vitro charakteristiky MOE_d , MOE a MOR dobre korešpondovali s *in-situ* ultrazvukovou charakteristikou c_{\perp} (obr. 2). Pre prax to znamená, že korelačné vzťahy zistené medzi *in-situ* a *in-vitro* výsledkami by nám mohli pomôcť pri lepšom vyhodnocovaní bio-defektov v historických drevených konštrukciách.

B) Prieskum 3 drevených zrubov v skanzene Zuberec [11] – sa vykonal súbežne ultrazvukovou analýzou a odporovým vŕtaním. Obidva merania sa vykonali v rovnakom mieste a vždy v radiálnom smere trávov. Dobrú citlivosť použitých prístrojov nám dokumentuje ukážka z prieskumu zrubu lisovne oleja (obr. 3). Trávov poškodené hnilobou a požerkami drevokazného hmyzu sa identifikovali obidvoma prístrojmi – Punditom i Resistographom (tab. 2, obr. 4). Závažnejšie biologické poškodenia stupňa IV. a III. sa zistili v trávov č. 1 a č. 6. V ostatných trávov boli rýchlosti ultrazvukových vln i dendogramy z Resistographu na úrovni zdravého dreva.



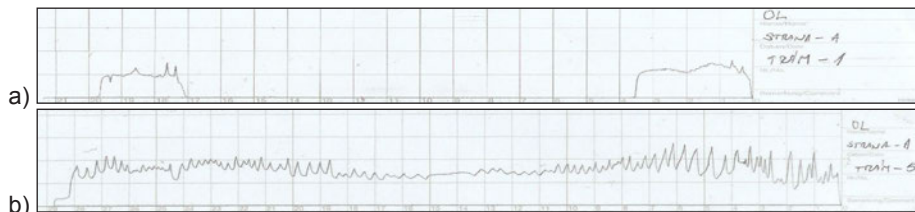
Obr. 3: Zrubové steny lisovne oleja v skanzene Zuberec.

Tab. 2: Rýchlosti ultrazvuku c_{\perp} v trámoch a stupne ich poškodenia I. až IV.

Trám č.	A – stena c_{\perp} (m.s ⁻¹)		B – stena c_{\perp} (m.s ⁻¹)		C		D – stena c_{\perp} (m.s ⁻¹)	
1	260●	IV.	1710	I.	–		1110	II.
2	1440	I.	1920	–	–		1560	I.
3	1680	I.	1900	–	–		1740	I.
4	1430	I.	1810	–	–		1480	I.
5	1870●	–	1740	I.	–		1760	I.
6	830	III.	1560	I.	–		1820	–
7	1520	I.	1420	I.	–		1810	–

Poznámky:

- číslovanie trámov v zrubových stenách je v smere od spodného k vrchnému;
- stena — C bola obložená šindľom, t. j. neprístupná pre sondy prístroja Pundit-Plus;
- stupne poškodenia na základe hodnôt c_{\perp} (m.s⁻¹): IV. ≤ 750 ; III. ≤ 920 ; II. ≤ 1260 ; I. ≤ 1800 .
- = viď aj dendogramy z Resistographu pre trám č. 1 s vnútornou hnilobou (obr. 4a) a pre vcelku zdravý trám č. 5 (obr. 4b), obidva zo zrubovej steny – A.



Obr. 4: Dendogramy z Resistographu: a) vnútorná hniloba v tráme č. 1 – A stena; b) bez zjavných defektov trám č. 5 – A stena.

C) Prieskum nosného jedľového trámu v bazilike sv. Egídia v Bardejove [9] – s rozmermi (dĺžka = 9,7 m (8,4 m = nezamurovaný úsek); šírka = 0,40 – 0,42 m; výška = 0,24 – 0,27 m). Trám je umiestnený pod víťaznou Archou (obr. 5). Viditeľná časť trámu bola v roku 1655 obložená doskami s nápismi na spodnej a bočných stranách. Pri obnove objektu v r. 2009 sa z trámu odňali 8 m vysoký a takmer 5 m široký drevený kríž s telom ukrižovaného Krista i iné drevené plastiky – reštauroval ich akad. sochár M. Kutný. Kvalitu trámu sme hodnotili ultrazvukovou analýzou prístrojom Pundit Plus a odporovou analýzou prístrojom Pilodyn 6J.

Merania sa vykonali v 12-tych vzdialenostiach od jedného čela k druhému, pri každej vzdialenosti v 3 pozíciách vzhľadom k oltáru, a to len na výšku trámu (obr. 5, tab. 3). Citlivosť ultrazvukovej metódy pri detekcii vizuálne zistených bio-defektov, t. j. požerokov od lariev črvotoča a najmä náznakov vnútornej hniloby lokalizovanej pri

obidvoch záhľaviach trámu (miesta merania č. 1, 2, 11 a 12), bola zjavne lepšia v porovnaní s menšou citlivosťou odporového zarážania hrotu z Pilodyn 6J.



Obr. 5: Kvalita trámu v bazilike sv. Egídia hodnotená prístrojom Pilodyn 6J.

Tab. 3: Rýchlosti ultrazvuku c_{\perp} (m.s^{-1}) a hĺbky vniknutia ocelového hrotu z prístroja Pilodyn 6J do nosného jedľového trámu v bazilike sv. Egídia v Bardejove.

Miesto č.	Vzdialenosť od č. 1 (m)	Ultrazvuk c_{\perp} (m.s^{-1})	Pilodyn 6J (mm)
1	0	348	16,3
2	0,15	465	13,7
3	0,50	1140	12,7
4	1,05	993	13,3
5	2,45	1387	11,0
6	3,05	1240	14,7
7	5,25	1247	14,0
8	5,95	1337	12,7
9	7,35	1280	11,3
10	7,90	1207	11,7
11	8,25	490	13,3
12	8,40	343	14,3

– Každý údaj je priemerná hodnota z 3 pozícií na výšku trámu ($n = 3$).

3. Záver

Identifikácia hniloby, požerkov, trhlín i iných defektov vo vnútri drevených trémov a ďalších objektov z dreva sa dá úspešne vykonať viacerými prístrojmi. Pre bežnú prax

sa ako cenovo prijateľné prístroje s dostatočnou rýchlosťou a presnosťou merania javia ultrazvukové prístroje (napr. typu Pundit) a prístroje odporového vrtania (napr. typu Resistograph), s ktorými máme skúsenosti aj na našom pracovisku.

Výsledky semideštruktívnej metódy odporového vrtania sa zvyčajne zhodujú s výsledkami nedeštruktívnej ultrazvukovej metódy, dajú sa vzájomne dopĺňať, čo je veľmi dôležité pri objektívnom posudzovaní skutkového stavu historického dreva.

Podakovanie

Ďakujem grantovej agentúre Slovenskej republiky (Grant VEGA č. 1/0574/12) za podporu pri spracovaní tejto práce.

4. Literatúra

1. Reinprecht, L. 2012. Ochrana dreva. 2. vyd. TU Zvolen, 2012. 453 s. ISBN 978-80-228-2351-7.
2. Reinprecht, L. 1997-2012. Súdno-znalecké posudky v odvetví 080101 „Výrobky z dreva“ z oblasti prieskumu drevených historických objektov (krovy, stropy, zruba, okná, podlahy...).
3. Reinprecht, L. 2009. Zmapovanie aktuálne používaných metód a technológií na zachovanie hmotného kultúrneho dedičstva na báze dreva. Odborná štúdia pre Lignoprojekt Slovakia, s. r. o., Bratislava. TU Zvolen, 2009, 160 s.
4. Arita, K., Mitsutani, S., Sakai, H., Tomikawa, Y. 1986. Detection of decay in the interior of a wood post by ultrasonic method. In Mokuzai Kogyo, 41(8): 370 – 375.
5. Marčok, M., Reinprecht, L., Beničák, J. 1997. Detection of wood decay with ultrasonic method. In Drevársky výskum, 42(1): 11 – 22.
6. Reinprecht, L., Hibký, M. 2011. The type and degree of decay in spruce wood analyzed by the ultrasonic method in three anatomical directions. In BioResources, 6(4): 4953 – 4968.
7. Wilcox, W. W. 1988. Detection of early stages of wood decay with ultrasonic pulse velocity. In Forest Products Journal, 38(5): 68 – 73.
8. Reinprecht, L., Hrivnák, J. 2010. Stanovenie hniloby i iných defektov v drevených prvkoch ultrazvukom a odporovým vrtákom – v kostole v Trnovom a v nedokončenom zrube. In Sanace a rekonstrukce staveb 2010, 32. Konferencie, WTA CZ, Brno – Czech Republic, s. 33 – 39. ISBN 978-80-02-022273-2.
9. Reinprecht, L. 2009. Diagnostic of the degraded zones of fir beam situated in the st. Egidius' basilica in Bardejov. In Annals of Warsaw University of Life Sciences — Forestry and Wood Technology, 67: 201 – 207.
10. Reinprecht, L., Pánek, M. 2010. Diagnosis of failures in wood beams from historical house in Banská Štiavnica – relations between ultrasonic measurements and bending properties. In The International Research Group on Wood Protection, 41st Annual Meeting, Biarritz – France, Document No. IRG/WP-10-20437, 11 s. Dostupné na internete: <http://www.irg-wp.com/>
11. Hrivnák, J., Reinprecht, L. 2011. Ultrazvuková a odporová defektoskopia hniloby v drevených zrubačoch v prírodnom múzeu v Zuberici. In Drevoznehodnocujúce huby 2011, TU Zvolen, s. 79 – 88. ISBN 978-80-228-2269-5.

X-ray diagnostics of non-homogeneous material by means of 2D plane transformation – experimental identification of wood-destroying insects

Pavel Šmíra¹, Andrea Nasswetrová¹, Pavel Fiala², Petr Koňas², Martin Friedl², Jan Štěpánek¹, Jana Pařílková³, Luboš Pařílek³

¹Thermo Sanace s. r. o.,
Chamrádova 475/23, 718 00 Ostrava – Kunčičky, Czech Republic
info@thermosanace.eu

²Department of Theoretical and Experimental Electrical Engineering,
Brno University of Technology, Kolejní 2906/4, 612 00 Brno, Czech Republic
fialap@feec.vutbr.cz

³Laboratory of Water Management Research of the Department of Water Structures,
Brno University of Technology, Veveří 95, 602 00 Brno, Czech Republic
paridova.j@fce.vutbr.cz.

Abstract: The problem of finding a suitable diagnostic procedure for the examination of structural elements has been closely analyzed in recent years. In this connection, the main material of interest is wood as a sort of heterogeneous matter, and the diagnostic procedure is directed towards enabling industrial application in the future. A new diagnostic method based on X-ray imaging has been proposed and tested; the technique utilizes the reduction of imaging information into 2D planar projection. It allows us to image clearly the rate of material damage through displaying the weighted damage rate.

Keywords: 2D plane transformation, non-homogeneous material, X-ray diagnostic, Thermal restoration.

1. Introduction

Currently, the protection of structural elements made of wood against decay fungi and wood-destroying insects is widely realized through the thermal treatment tech-

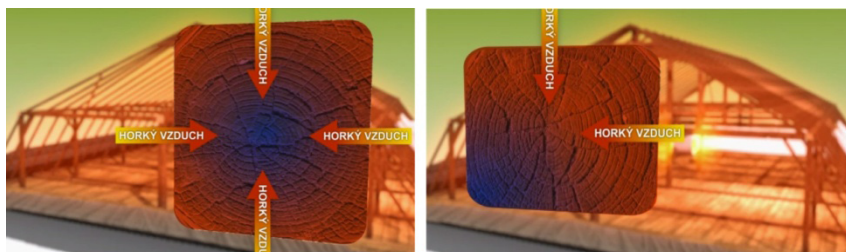


Fig. 1: Heat propagation and detection in a non-homogeneous material: wood.

nique, which has been known and used in Germany since 1930. The principle of this method consists in heating the related wooden structures, by means of hot air whose temperature does not exceed 120 °C, for a period of 4 – 10 hours. Heat is accumulated inside wooden components of the structure under treatment, and the temperature of these components may reach as high as 60 °C within the cross-section, Fig. 1.

At the temperature of 55 °C, all viable forms (including the ova, worm, nymph, and beetle) of wood-destroying insects perish; this temperature is the boundary value for the coagulation of proteins that nurture wood-destroying insects such as old-house borer (*Hylotrupes bajulus* L.), common house borer (*Anobium punctatum*), the death watch beetle (*Xestobium rufovillosum*), or the powder post beetle (*Lyctus brunneus*).



Fig. 2: The removal and treatment of wood invaded by wood-destroying insects and fungi.

A necessary precondition for any sensible application of the method (Fig. 2) consists in diagnostics performed on damaged portions of structural elements. The diagnostics can be realized by means of non-destructive techniques or, alternatively, through destructive methods resulting in partial disruption of the examined element. This paper contains the proposal and analysis of a mobile non-destructive diagnostic method suitable for use with a damaged or disrupted structural element (Fig. 3). In connection with non-destructive diagnostics, the thermal treatment method constitutes a well-suited approach to be applied in artefacts and buildings of great historic value.



Fig. 3: Examples of wood invaded by decay-fungi and wood-destroying insects.

2. Treatment methods

The group of basic treatment methods includes the liquidation of insect foetus, fungus, or rot through the use of hot air or chemical preparations. In all application cases, these techniques are further modified or combined, and the extent of their use is usually determined from the diagnostic results.

3. Diagnostics

The diagnostics in buildings or in the applied structural elements containing wood are performed both visually and acoustically within the range of audible frequencies, or within the ultrasonic band. The application of acoustic methods frequently results in partial damage of the material. Suitable types of approach to the diagnostics of temperature distribution status include optical measurement methods or destructive methods utilizing probes introduced into a section through the material, Fig. 4.



Fig. 4: Temperature diagnostics in a section of a wooden structural element.

3.1 Destructive diagnostics

The rate of a material damage in 3D imaging can be determined by means of the acoustic diagnostic method (FAKOP, ArborSonic [2]), whose application (Fig. 5) nevertheless poses certain risks; generally, there are two problems involved. In this respect, the first point of interest is related to erroneous interpretation of diagnostics by the employed software, whereby a mere 10 % damage may be rendered as a large-scale problem within the material volume; this fact follows from the characteristics of acoustic waves propagation through a heterogeneous material as well as from its reconstructions and interpretations of the damaged region. The other problem as mentioned above consists in destructive character of the applied diagnostics together with certain limitations to the use of sensors (namely its repeatability). Further, the situation is made somewhat more difficult by the fact that, owing to the rate of wood heterogeneity, every diagnosed component constitutes a unique entity having no identical counterpart.

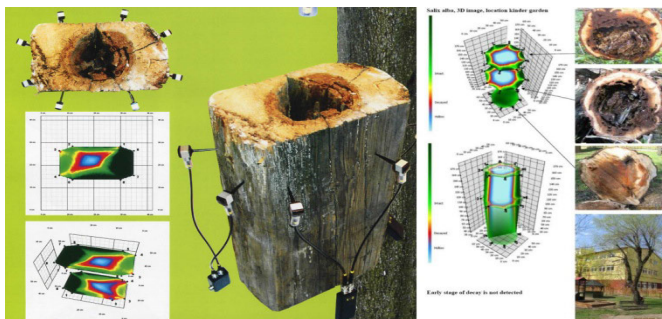


Fig. 5 Temperature diagnostics in a section of a wooden structural element.

3.2 Non-destructive diagnostics

The group of non-destructive methods classifying the rate and extent of damage or inhomogeneity in wood includes various techniques that utilize, as a source of the active system, an electromagnetic wave with a wavelength shorter than 3000m. Thus, wood treatment processes may involve the use of antenna systems applied in the diagnostics of breast carcinoma [3] or utilization of the X-ray diagnostic method known in the fields of human or veterinary medicine. With this technique, however, there occurs certain difficulty related to the evaluation of damage to the material volume. In spite of the fact, a cycle of tests using damaged material samples (Fig. 3) has led to an alternative approach; this solution is based on the evaluation of the obtained shot image through a transparent X-ray method having a high rate of image resolution.

3.2.1 Solution proposal

The described method utilizes a high-quality X-ray shot of the diagnosed material as well as a very effective image processing technique. The image was segmented, with subsequent evaluation of the required mapping of damage rate realized through filtration. Fig. 6 shows the diagram of an image processing obtained primarily by means of an X-ray shot.

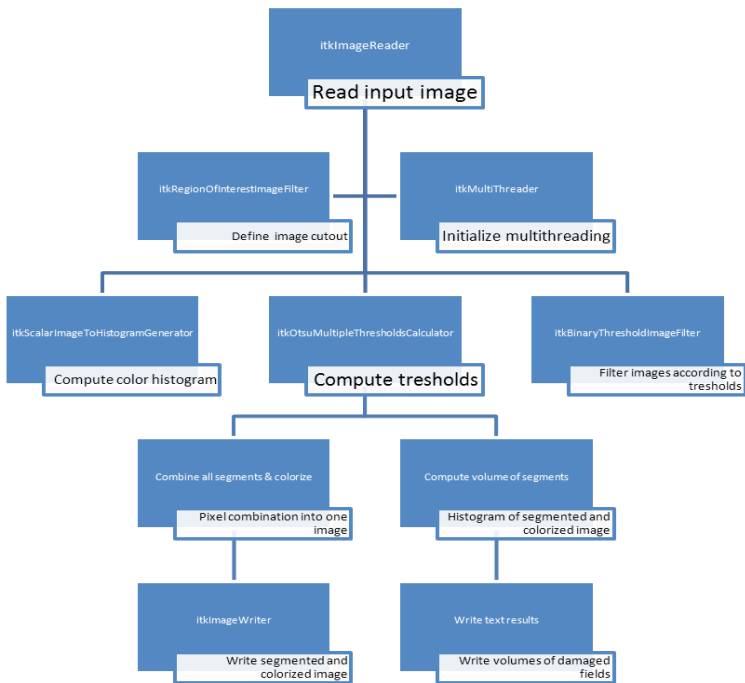


Fig. 6: The process of X-ray shot filtration.

At this point, for example, the evaluation of shot no. 1 (Fig. 3) is represented in the resolution of damage probability shown is Fig. 7. For image processing, we applied the Otsu filter, the binary filter, and the mean filter. These filters were implemented by the help of convolution techniques (1) [4].

$$P_{x,y} \otimes Q_{x,y} = \sum_{i=-m}^m \sum_{j=-m}^m P_{x-i,y-j} \cdot Q_{i,j} \quad (1)$$

While the Otsu filter [4] automatically calculates the threshold value by the scatter maximization in Eq. (2), the binary filter enables the user to define user value for sensitive separation of the structure from the image background.

$$\sigma_b^2(\text{Th}) = p_1(\text{Th})p_2(\text{Th})(\mu_1(\text{Th}) - \mu_2(\text{Th}))^2 \quad (2)$$

$p_1(\text{Th})$ is the probability of the first interval defined by threshold values lower than Th , $p_2(\text{Th})$ is the probability of the second interval with a boundary value higher than Th , μ_1 or μ_2 are the mean value of the first (second) interval, Th is the threshold value. Threshold values of the binary filter can be manually set by the user; alternatively, it is possible to use suitable approximation derived from the mean value (Eq. 3) and the image covariance (Eq. 4).

$$\mu = \frac{1}{X_{\max} \cdot Y_{\max} \cdot (Z_{\max})} \sum_{i,j,(k)=1}^{X_{\max}, Y_{\max}, (Z_{\max})} w_{i,j,(k)} \quad (3)$$

$X_{\max}, Y_{\max}, Z_{\max}$ are max. pixel values in the direction of $x, (y, (z))$

$$\sigma^2 = \frac{X_{\max} \cdot Y_{\max} \cdot (Z_{\max})}{\sum_{i,j,(k)=1}^{X_{\max}, Y_{\max}, (Z_{\max})} (w_{i,j,(k)} - \mu)^2} \quad (4)$$

$w_{x,y,(z)}$ is the output pixel at the position of $x, y, (z)$.

The multiple Otsu filter is based on an algorithm [5], and it is capable of determining multiple threshold values in such a manner that the mutual scatter of intervals determined by these threshold values is the maximum (5)

$$\begin{aligned} \frac{\partial \sigma_B}{\partial t_i} &= \max \approx \sum_{k=1}^M \omega_k - \mu_k^2 - \mu_T^2, \omega_k = \sum_{i \in C_k} p_i \cdot \mu_k = \sum_{i \in C_k} i \cdot p_i / \omega_k, \mu_T = \sum_{k=1}^M \omega_k \cdot \mu_k \\ p_i &= \frac{f_i^{(C_i)}}{N} \\ C_1 \in \{1, 2, \dots, t_1\}, C_2 \in \{t_1 + 1, \dots, t_2\}, \dots, C_M \in \{t_{M-1} + 1, \dots, L\} \end{aligned} \quad (5)$$

t_i threshold value of the i -th group, f_i number of points on the i -th threshold, N total number of points, L total number of colour pigments, M total number of threshold Gross. The stages of processing (Fig. 7) represent individual steps of progressive filtration including the identification of main threshold values from the input x-ray image to the

resulting interpretation composite together with the quantification of the individual image segments (Fig. 8).

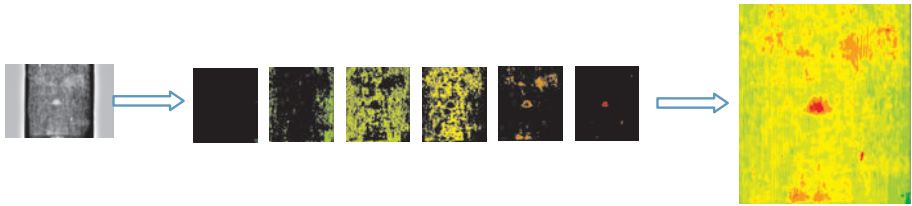


Fig. 7 The progress of filtration in X-ray images and the 3D evaluation.

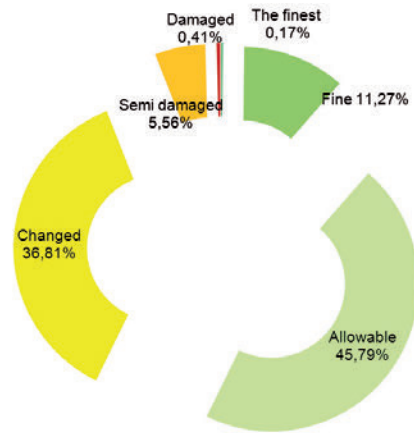


Fig. 8 The segmented image resulting interpretation.

The algorithm for the above-described segmentation was created in the ITK environment [6].

3.2.2 Detection of Damage to Wooden Building Elements by X Ray Device (RTG)

The implementation of a workplace which is mobile and meets the requirements for accuracy of image resolution evaluation (a dot of an image from an X-ray sensing device (RTG0 – 87/125 μm) [14] is shown in Fig. 9.

This system can monitor and evaluate the condition of wooden elements. It is possible to evaluate the level of damage, as shown in Fig. 7, the condition and the presence of Old-house borer (*Hylotrupes bajulus* L.), a wood-destroying insect [6–13]. The wood-destroying insect localisation has been tested on laboratory samples in a defined manner which were attacked by germs of *Hylotrupes bajulus* L.



Fig. 9: Experimental device for monitoring building elements.

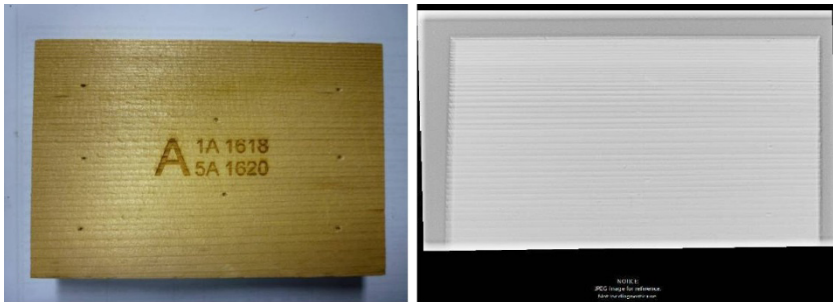


Fig. 10: Non-attacked wooden element sample.

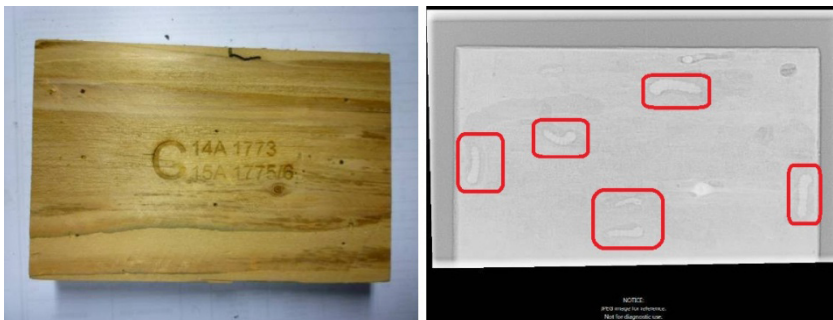


Fig. 11: Attacked wooden element sample, marked with a red oval.

For example, data on the condition of wooden elements with various combinations of other materials were obtained experimentally in real conditions, Fig. 12. For these evaluations, a sense of 3D zooming (image filtration) is invoked by means of optical

tools and it is then possible to define the occurrence and the position of a *Hylotrupes bajulus* larva at 60–90 % probability. The evaluation is made more difficult by the presence of artefacts in an image, such as metal mesh in Fig. 12.



Fig. 12: Attacked wooden element sample combined with plaster and metal mesh; the larva occurrence is marked with a red oval. Measured on 1 June 2012, Mlýn, Kozlovice, Czech Republic.

3.2.3 Localizing an object inside the biological structure

To be able to localize an insect inside the biological structure, which is simulated by a pin in this measurement (the reason is an excellent metal identifiability in X-ray images), it is necessary to take an image of the object at least from two angles (ideally at 90°). In laboratory conditions there is a possibility to measure at three axes of a 3D system, however real measurements in a rehabilitated roof timber may not allow for this setting due to the construction of examined buildings. The measurement was therefore carried out from the two angles of 0° and 90°. The obtained images provide a good idea about the location of an object (an insect's larva) in the biological structure after further processing. A suitable fixture – phantom, has been produced for this measurement, Fig 13.

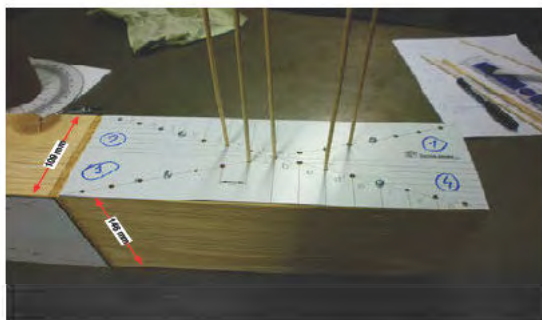


Fig. 13: Fixture for localizing an object inside the biological structure.

Objects – gauges were produced with calibrated gauge marks for localizing an object inside created holes. Gauge marks are marked along the length at 10 mm for the defined orientation and reading when they are inserted into the fixture. For the measurement itself, they were fitted with an 8 mm long metal phantom, Fig. 14, to increase the contrast and the possibility for detecting in an X-ray image.



Fig. 14: Fixtures for localizing an object inside the biological structure.

The measurement itself was carried out on all of the three sides of the fixture (Studies “A”, “B” and “C”), always from two views turned by 90°. Metal rolls were inserted into engraved targets at each of the studies to enable the calibration of distances at image evaluation. The results for Study A are only presented further, Fig. 15, Fig. 16, Fig. 17. An example of wooden element quality/damage is shown in Fig. 18.



Fig. 15: Measurement of Study “A” for localizing an object inside the biological structure (object layout is as follows:

$d_1 = 7$ cm, $a = 6$ cm, $c_2 = 2$ cm, $b_3 = 12$ cm, $c_4 = 4$ cm).

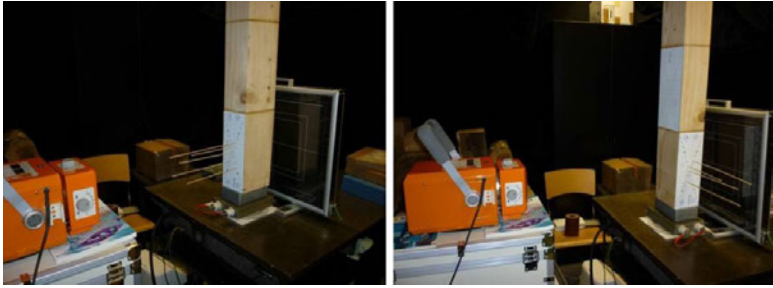


Fig. 16: Views “A” for the measurement for localizing an object inside the biological structure.

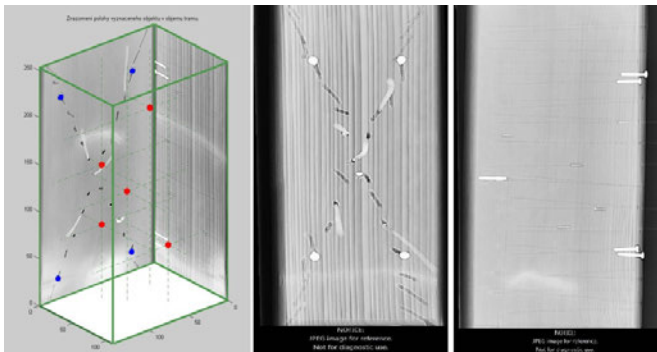


Fig. 17: Resulting X-ray images of Study “A”, 3D evaluation of phantom object positions.

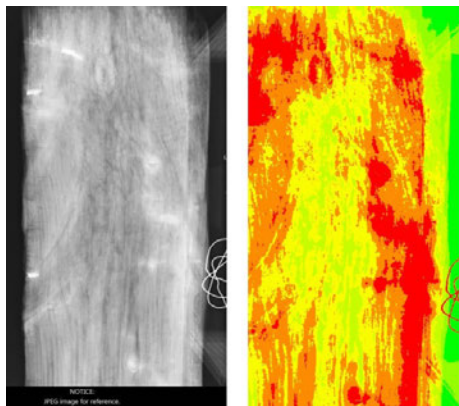


Fig. 18: Sample PT23-SE2 – damage evaluation at an element volume.

4. Conclusion

An X-ray transparent diagnostic method for scanning a 2D image and evaluating 3D quality has been proposed and tested with regard to the defined image parameters. The parameters were set to show such parts of the image with the level of damage to the construction of the heterogeneous structure – wood as a building element. Localizing the wood-destroying insects in a structural element has been tested. Diagnostic tests of quality (damage) of wooden bearing and structural elements were carried out on real building elements.

Acknowledgement

The research described in the paper was financially supported by a grant of the Czech ministry of industry and trade no. FR-TI1/368, a project of the BUT Foundation Agency FEKT-S-11-5, and the Thermosanace Company Czech Republic. This paper also benefited from the use of the Insight Segmentation and Registration Toolkit (ITK), an open source software developed as an initiative of the U.S. National Library of Medicine.

5. References

1. Prosser, V. 1989. *Experimentální metody biofyziky*, Academia Praha, 712 s. ISBN 80-200-0059-3
2. <http://www.fakopp.com/site/fakopp-3d>
3. O'Halloran, M., Glavin, M., Jones, E. 2010. CHANNEL-RANKED BEAMFORMER FOR THE EARLYDETECTION OF BREAST CANCER, *Progress In Electromagnetics Research, PIER 103, 153168, Boston, USA*
4. YOO, T. S., 2004. *Insight into Images – Principles and Practice for Segmentation, Registration, and Image Analysis*, A K Peters, Ltd. Wellesey, p. 393.
5. Liao, P. S., Chen, T. S., Chung, P. C. 2001. A fast algorithm for multilevel thresholding. *Journal of information science and engineering*, 17(5), 713–728. Institute of Information Science Academia Sinica.
6. IBÁÑEZ, L., SCHROEDER, W., NG, L., CATES, J., 2005. *The ITK Software Guide – Second Edition Updated for ITK version 2.4*, Kitware, Inc., pages 804, ISBN 1-930934-15-7

Studium složení laků pro ochranu fotografií

Eva Štěpánková, Michal Veselý, Petr Dzik

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická,
Purkyňova 118, 612 00 Brno
xcstepankovae@fch.vutbr.cz

Abstrakt: Tento článek pojednává o vlivu laku na inkoustový barvivový tisk a jeho odolnost vůči světlu a vzdušným polutantům. Vzorky byly připraveny na tiskárnách Epson Stylus Photo P50 a Epson Stylus Photo R340 s inkoustovými barvivovými sadami Epson Claria a MIS Dye na mikroporézním papíře Ilford Smooth Gloss. Vzorky byly opatřeny vrstvou ochranných laků Hahnemühle a Tetenal glossy. Byl proveden dlouhodobý test světlostálosti na slunečné chodbě s nepřímým slunečním světlem. Vzorky byly měřeny na spektrofotometru a byly sledovány změny objemů gamutů, které byly vypočteny pomocí aplikace VolGa.

Klíčové slova: inkjetový tisk, ochrana fotografií, laky

1. Úvod

Inkjetový tisk a jeho materiály za posledních několik let prošly velkým rozvojem, nesnížily se však nároky na kvalitu výtisků.

Dva hlavní faktory prostředí ovlivňující stabilitu inkoustových tisků jsou světlo a vzdušné polutanty – hlavně ozon a UV záření. Zdá se, že aplikovat bariérovou vrstvu, aby odfiltrovala vliv těchto dvou faktorů, je elegantním řešením. Nicméně, ne vždy komerční produkty dostojí kvalitám, které jsou uvedeny na obale. Možnou cestu pro zvýšení odolnosti tisků vůči faktorům degradace představuje lakování.

Podle Image Permanence Institutu, okolo 80 % institucí zabývajících se kulturním dědicvím má v depozitářích inkoustové tisky. Podle průzkumů je na těchto výtiscích pozorována významná degradace zahrnující blednutí, žloutnutí, praskání povrchu a delaminace.

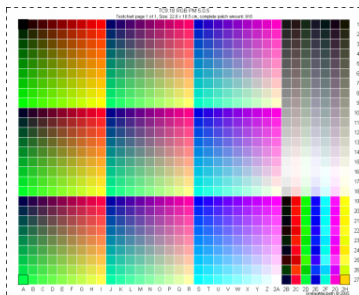
V současnosti je věnována velká pozornost pozorování, měření a pochopení způsobu degradace obrazu, aby okolnímu vlivu na stabilitu tisků bylo možno předcházet.

2. Experiment

Vzorky byly vytištěny na tiskárně Epson Stylus Photo R340 s inkoustovou sadou MIS Dye a tiskárně P50 s inkoustovou sadou Epson Claria na mikroporézní papír Ilford Smooth Gloss (dále ISG). Jako testovací obrazec byl zvolen TC 9.18 RGB (Obr. 1). Vzorky byly ponechány na vyschnutí při laboratorních podmínkách 24 hodin.

Zvolené ochranné laky (Tetenal lesklý, Hahnemühle) byly aplikovány sprejem na suché výtisky ze vzdálenosti 25 – 30 cm ve vertikálním a horizontálním směru. Po lakování byly fotografie ponechány k zaschnutí 24 hodin. K výtisku byl v průběhu lakování

přiložen celofán, na nějž byl stejným způsobem a ve stejném množství nanesen příslušný lak. Celofánová folie s naneseným lakem sloužila pro měření UV spekter laků.



Obr. 1: Target TC 9.18.

Před a v průběhu dlouhodobého testu byly pravidelně měřena odrazová spektra ze kterých byly vypočteny $L^*a^*b^*$ hodnoty na spektrofotometru Gretag MacBeth Spectroscan. Z naměřených spekter byly počítané hodnoty $L^*a^*b^*$ všech políček a posloužily k výpočtu objemu barvového gamutu pomocí programu VolGa.

Vzorky byly adjustovány do ráků beze skla a vystaveny na slunečné chodbě. Během experimentu byla sledovaná teplota, relativní vlhkost a intenzita osvětlení. Do jednoho z ráků bylo vloženo světlocitlivé čidlo (senzor TSL235) snímající v pravidelných intervalech (10 min) intenzitu světla procházejícího přes polykarbonátovou střechnu a dopadající na ráky se vzorky. Data o intenzitě světla byla ukládána jako frekvence měřená v Hz, s lineární odezvou přes 5 řádů. Doplňkovým měřením světla dopadajícího na rám radiometrem X9-7 a optometrem X11-1 byly zjištěny hodnoty osvětlení a ozáření. S pomocí těchto výsledků byly naměřené frekvence přepočítány intenzitu osvětlení. Integrací hodnot osvětlení během experimentu byl vypočítán kumulativní osvit. Měření probíhala na dvou rámech, z výsledků pak byl stanoven kumulativní osvit připadající na každý rám. Ve stejném intervalu byla monitorovaná teplota a relativní vlhkost v těsné blízkosti ráků se vzorky.

$$H = \int_t E \cdot dt \quad (1)$$

kde H je osvit, E je osvětlení, t je doba vystavení vzorku osvětlení E .

Vypočítané hodnoty normalizovaných objemů gamutů z naměřených $L^*a^*b^*$ hodnot byly vyneseny v závislosti na osvitu. Jako parametr pro posouzení míry blednutí byly vypočteny koeficienty míry blednutí, které byly určeny z rovnice lineární regrese (2) proložené naměřenými hodnotami. Před počátkem experimentu y se vždy rovnalo 100. Proto jsou data proložena přímkou ve tvaru:

$$y = 100 - ax \quad (2)$$

kde a je určeno metodou nejmenších čtverců, tedy tak, aby minimalizovalo funkci.

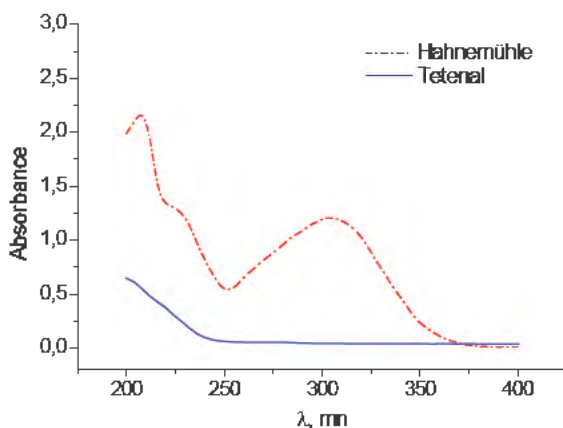
$$F(a) = \sum_{i=1}^N (100 - ax_i - y_i^2) \quad (3)$$

A a je tedy rovno:

$$a = \frac{100 \sum_{i=1}^N x_i - \sum_{i=1}^N x_i y_i}{\sum_{i=1}^N x_i^2} \quad (4)$$

3. Výsledky a diskuze

Byla měřena absorpční spektra laků nanesených na celofánovou folii proti celofánu na spektrometru Helios α (Obr. 2).

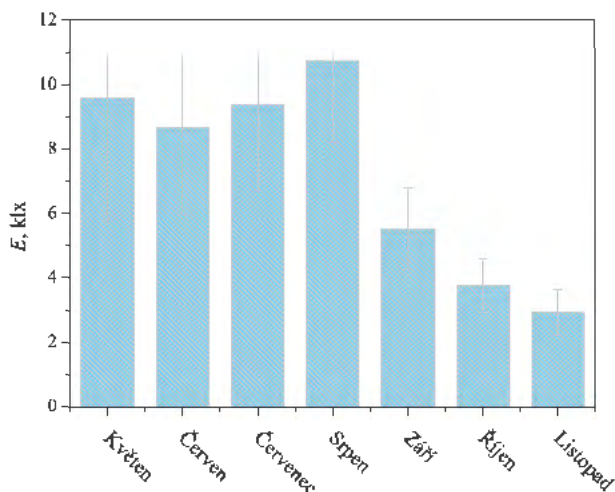


Obr. 2: Absorpční spektra ochranných laků.

Z absorpčních spekter vyplývá, že pouze lak Hahnemühle obsahuje látky absorbující v UV oblasti elektromagnetického spektra. V průběhu celého experimentu byla sledována teplota a relativní vlhkost na chodbě v blízkosti rámp, kde byly vzorky vystaveny. V letních měsících se teplota v denních i nočních cyklech pohybovala v rozmezí hodnot 21 – 32 °C a v zimních měsících 15 – 20 °C. Vzdušná vlhkost se v letních měsících pohybovala v rozmezí 17 – 47 % RH a v zimních měsících 4 – 36 % RH v závislosti na počasí a vytápění.

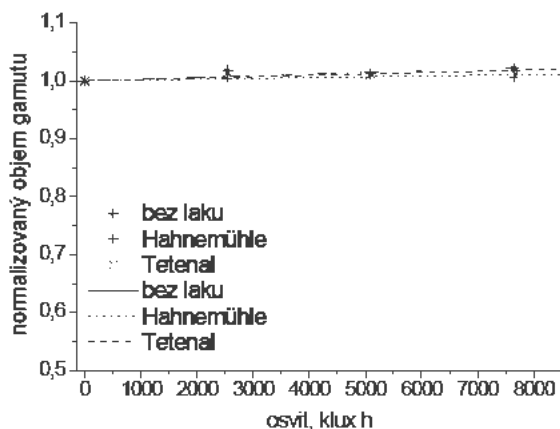
Kumulativní osvit byl vypočten podle rovnice (1) v $\text{Mlx}\cdot\text{h}$ a byly vypočteny následující hodnoty: 7,83 $\text{Mlx}\cdot\text{h}$ (rám 1) a 7,63 $\text{Mlx}\cdot\text{h}$ (rám 2).

Z vypočtených hodnot $L^*a^*b^*$ byly v programu VolGa 4.0 vypočteny relativní objemy gamutů a jejich změna v průběhu testu. Gamuty byly rovněž zobrazeny v $L^*a^*b^*$ prostoru pro lepší vizuální porovnání.



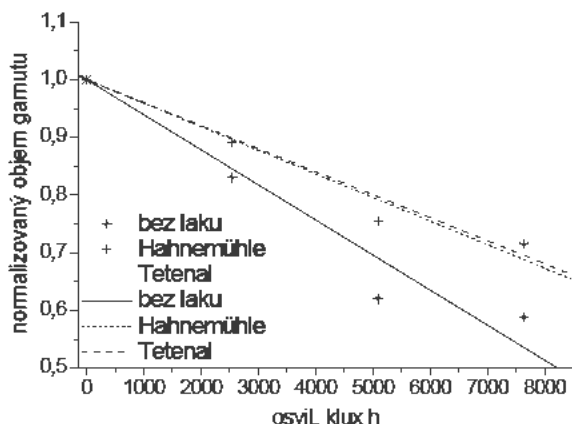
Obr. 3: hodnoty intenzit ozáření v příslušných měsících v oblastech UV a VIS.

V grafu změny objemu normalizovaného gamutu u vzorku připraveného tiskárnou Epson Stylus Photo P50 je vidět, že inkousty Epson Claria patří do nové řady barvivových inkoustů, se zvýšenou odolností proti vlivům okolí, jako je světlo a vzdušné polutanty. Ve všech třech případech, u nechráněného vzorku i obou lakovaných, docházelo ke zvětšení objemu normalizovaného gamutu. Nárůst objemu gamutu až o dvě procenta je připisován chybě měření.



Obr. 4: Změna normalizovaného objemu gamutu připraveného tiskárnou Epson Stylus Photo P50 na papír ISG v závislosti na osvětlení.

Výtisky zhotovené na tiskárně Epson Stylus Photo R340 s inkoustovou sadou MIS Dye Inc. prokázaly menší stálost proti světlu a vzdušným polutantům. Gamut vzorku bez ochranného laku se zmenšil o 40 %. Oba ochranné laky měly stejný vliv na zvýšení světelné stálosti výtisků.



Obr. 5: Změna normalizovaného objemu gamutu připraveného tiskárnou Epson Stylus Photo R340 na papír ISG v závislosti na osvětlení.

Tab. 1: Přehled koeficientů míry blednutí.

Tiskárna	Lak	bez laku	Hahnemühle	Tetenal gloss
	P50		$-2,9607 \cdot 10^{-6}$	$-1,3989 \cdot 10^{-6}$
R340		$6,0729 \cdot 10^{-5}$	$4,0798 \cdot 10^{-5}$	$3,9839 \cdot 10^{-5}$

4. Závěr

Byl proveden dlouhodobý test světlostálosti barevných inkoustových výtisků se dvěma různými inkoustovými sadami na papíru Ilford Galerie Smooth Gloss. Vzorky byly vystaveny na slunečné chodbě s nepřímým slunečním zářením. Pravidelně byla měřena reflektanční spektra spektrofotometrem Gretag MacBeth Spectroscan a z naměřených spekter byly vypočteny hodnoty CIE $L^*a^*b^*$. U všech vzorků byla sledována změna barového gamutu. V průběhu celého experimentu byly monitorovány podmínky testu a to teplota, relativní vlhkost a intenzita osvětlení. Celkově za test byla na vzorcích v rámech naměřena kumulativní expozice 7,83 a 7,63 Mix·h což odpovídá podle asociace výrobců (5,4 klx·h/den), 1413 a 1450 dnům ekvivalentního stáří.

Z testu vyplývá, že nové vylepšené řady barvivových inkoustů, mezi něž patří i Epson Claria mají zvýšenou odolnost proti světlu a vzdušným polutantům. Kombinace

inkoustové sady Epson Claria a papíru Ilford Smooth Gloss se jevila jako velice stabilní. Naopak u kombinace inkoustové sady MIS Dye Inc. a inkjetového papíru Ilford Smooth Gloss byla odolnost vůči světlu a vzdušným polutantům prokazatelně horší. Nechráněný vzorek po ukončení testu zaznamenal 40 % úbytek objemu gamutu. Oba laky ochránily, oproti předpokladu, tisk stejnou měrou. Tuto skutečnost mohlo zapříčinit více faktů. V průběhu testu mohlo dojít k vyhoření UV absorberů nebo mohla být nanesena nekonzistentní vrstva zhoršující bariérové vlastnosti laku Hahnemühle.

Poděkování

Autoři děkují Ministerstvu školství, mládeže a tělovýchovy České republiky za podporu projektem OC09069.

5. Literatura

1. Wilhelm, H. A Review of Accelerated Test Methods for Predicting the Image Life of Digitally printed Photographs – Part II. In: IOANNIDIS, General chair: Andronique. Final program and proceedings of IS:October 31 – November 5, 2004, Little America Hotel and Towers, Salt Lake City, Utah. Springfield, Va: IS, 2004, s. 664 – 669. ISBN 0-89208-253-4.
2. Dz k, P., Furst, T. Gamut Volume as a Tool for Image Permanence Determination: Recent Advances Using the Quick-hull Algorithm. In: 10[TH] SEMINAR IN GRAPHICARTS, 19th – 21th September 2011. Conference proceedings. Pardubice: University of Pardubice, Department of Graphic Arts and Photophysics, 2011, s. 45 – 52. ISBN 978-80-7395-420-8.
3. Dz k, P. VolGa microsite. VolGa microsite [online]. 2011 [cit. 2013-02-12]. Dostupné z: <http://www.fch.vutbr.cz/cs/laboratore/volga.html>
4. Panák, J. a kol. Polygrafické minimum. 2. uprav. dopl. vyd. Bratislava: TypoSet, 2000, 262 s. ISBN 80-967-8113-8.
5. Kaplanová, M. Moderní polygrafie. Praha: Svaz polygrafických podn katelů, 2010, 391 s. ISBN 978-80-254-4230-2.
6. Dz k, P., Veselý, M. Problematika archivní stálosti inkoustového tisku. In: 8. POLYGRAFICKÝ SEMINÁŘ, 8.19. Sborník přednášek. Pardubice: Univerzita Pardubice, Fakulta chemicko-technologická, Katedra polygrafie a fotofyziky, 2007, 70 – 76. ISBN 978-80-7194-991-6.
7. ISO 18909:2006E. Photography: Processed photographic colour films and paper prints – Methods for measuring image stability. 2006. vyd. Switzerland: International Organization for Standardization, 2006.

Zmena objemov gamutov pri svetelnom blednutí inkjetových výtlačkov

Silvia Káčerová, Michal Veselý, Petr Dzik

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická,
Purkyňova 118, 612 00 Brno
xkacerova@fch.vutbr.cz

Abstrakt: Na stabilitu inkjetových výtlačkov vplýva niekoľko faktorov zároveň. Medzi tieto faktory patrí zloženie atramentov a prijímacích vrstiev a tiež je to prostredie, ktorému sú vzorky vystavované. Stálosť inkjetových výtlačkov sa študovala na dvoch typoch médií s rôznymi prijímacími vrstvami. Ako zástupca konvenčnej prijímacej vrstvy bola vybratá a študovaná Foma 1224 a zástupcom mikroporéznej prijímacej vrstvy bol Ilford Smooth Gloss. Vzorky boli pripravené farbivovými i pigmentovými atramentmi. Bol uskutočnený dlhodobý experiment v prirodzených podmienkach, kde bol sledovaný vplyv svetla. V priebehu celého testu boli nepretržite monitorované svetelné podmienky. Na sledovaných vzorkách boli programom VolGa vyhodnotené zmeny objemov farbivých gamutov na základe merania Lab hodnôt.

Kľúčové slová: atramentová tlač, objem gamutu, VolGa, svetelné starnutie

1. Úvod

Termín farbivý gamut označuje množinu farieb, ktorú je určité zariadenie schopné reprodukovať, tzn. nasnímať, zobrazit' alebo vytlačiť. Plný gamut musí byť reprezentovaný v 3D farebnom priestore. Gamut zariadenia je možné zistiť dvomi spôsobmi: modelovaním alebo meraním farebných tabuliek. Z matematického a praktického hľadiska je potrebná precíznejšia definícia gamutu, pretože množina bodov v priestore nedefinuje žiadnym jednoznačným spôsobom teleso, ktorému náleží.

VolGa je nástroj založený na prostredí Malabu navrhnutý tak, aby vypočítal objem gamutu zariadenia (názov je odvodený z anglického Volume of Gamut). VolGa v súčasnosti poskytuje nasledujúce funkcie a nástroje: výpočet objemu gamutu, výpočet objemu gamutu viacerých vzoriek naraz, vizualizácia gamutu ako 2D a^*b^* rovinného prierezu pre rôzne hodnoty L^* , vizualizácia gamutu ako 3D v $L^*a^*b^*$ priestore, mapa farbivých odchýlok, závislosť zmeny objemu gamutu v čase a výpočet koeficientu miery blednutia.

Volga využíva výsledky profilujúcich testovacích tabuliek v súbore dát obsahujúcich zoznam súradníc farieb meraných bodov v Lab priestore. Súbor izolovaných bodov v 3D priestore nedefinuje unikátne zoskupenie jasným spôsobom. Konvexný obal súboru je presne definovaný pojem, podobajúci sa gamutu, môže však gamut značne preceňovať. Použitie konvexného obalu môže byť dostatočné pre porovnanie zariadení,

ale určite nie je postačujúce pre monitorovanie blednutia výtláčkov. Napriek pomerne neurčitej definícii gamutu môžeme navrhnúť metódu pre odhad objemu gamutu identifikovaním jeho „vrcholov“, jeho pripodobnením k mnohostenu a vypočítaním objemu mnohostenu. Tento postup môže slúžiť ako definícia gamutu, napriek tomu, že výsledky závisia na parametre γ (5) a na množstve a pozícií meraných bodov. Ako „vrchol“ gamutu by sme mali pochopiť dátový bod, ktorý je tiež vrcholom približného mnohostenu. Všetky zostávajúce dátové body môžu byť nazvané ako „vnútorné“ body gamutu.

Algoritmus programu VolGa je nasledovný:

Začneme súborom *Lab* súradníc N meraných farebných polí, oboje patriace za hranice a skryté vo vnútri gamutu. Označenie x_i je *Lab* súradnica i -tého dátového bodu (1).

$$x_i = (L_i, a_i, b_i) \quad (1)$$

Prvé, čo je nutné urobiť, je určiť ťažisko tohto súboru *Lab* súradníc (CG):

$$CG = (L_{CG}, a_{CG}, b_{CG}) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i \quad (2)$$

Je rozumné predpokladať, že tento bod leží vo vnútri gamutu a jeho súradnice sú zvyčajne blízke (50, 0, 0). Potom možno vypočítať vzdialenosť d_i každého bodu x_i od ťažiska pomocou rovnice (3).

$$d_i = \|CG - x_i\| = \sqrt{(L_i - L_{CG})^2 + (a_i - a_{CG})^2 + (b_i - b_{CG})^2} \quad (3)$$

Vzdialenosť je normalizovaná tak, aby všetky hodnoty ležali medzi 0 a 1:

$$nd_i = \frac{d_i}{\max\{d_i\}} \quad (4)$$

Potom je urobená nelineárna konvexná transformácia prostredníctvom funkcie $x \rightarrow x^g$ pre parameter $g \in (0,1)$. Získa sa tak:

$$cnd_i \rightarrow (nd_i)^g \quad (5)$$

Je dôležité pochopiť úlohu parametru γ . Výber optimálnej hodnoty γ je kritickým bodom tejto metódy. Konvexná transformácia pohybuje bodmi s malými hodnotami nd_i (blízkymi ku CG – ťažisku) smerom k hraniciam gamutu, kým body ležiace blízko k hraniciam gamutu (nd_i je blízke 1) sa takmer nikdy nemenia. Originálna zostava je potom „nafúknutá“ a stáva sa bližšou konvexnej zostave. Po tejto transformácii, je konvexný obal nafúknutej zostavy získaný prostredníctvom algoritmu „quick-hull“ a sú identifikované jej vrcholy. Tieto vrcholy (v ich originálnych pozíciách, pred transformáciou!) sú potom použité k definovaniu mnohostennej aproximácie gamutu. Objem mnohostenu je potom vypočítaný prostredníctvom elementárnej matematiky. Upravovaním hodnoty γ je možné kontrolovať stupeň konvexnej transformácie. Vysoké hodnoty γ ($g \rightarrow 1$) majú za následok menšie nafúknutie, je rozpoznaných pár vrcholov a výsledný mnohosten nadhodnocuje skutočný objem gamutu. Na druhú stranu, príliš malé hodnoty γ ($g \rightarrow 0$) majú za následok významnejšie nafúknutie, je rozpoznaných príliš veľa vrcholov a výsledný mnohosten je príliš hrboľatý a zúbkovaný a podhodnocuje skutočný

objem gamutu. Na základe mnohých experimentov možno ako vhodnú hodnotu považovať $\gamma = 0,1$.

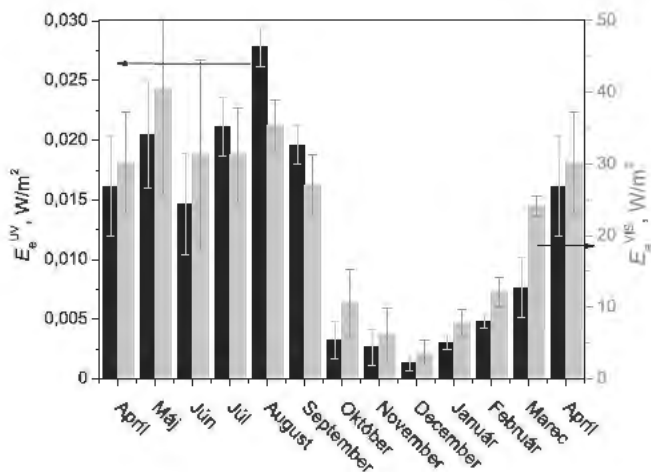
2. Experiment

Testovacie škály boli vytlačené tlačiarňou Epson Stylus Photo R220 na média Ilford Smooth Gloss a Foma 1224 farbivovými atramentmi MIS Associates, Inc a pigmentovými atramentmi MIS Pro. Po vyschnutí a následnom meraní odrazových spektier spektrofotometrom Gretag MacBeth Spectrolino, boli výtlačky adjustované do dvoch obrazových rámov, kde boli vzorky exponované vplyvom svetla. V ráme bol zároveň umiestnený fotocitlivý senzor (TSL235, TAOS), zapojený na digitálny multimeter UT70B. Z fotocitlivého senzoru boli dáta frekvencie korešpondujúcej s intenzitou ožiarenia trvalo zberané do PC. Rámy boli umiestnené v slnečnej chodbe.

3. Výsledky a diskusia

Intenzity ožiarenia a osvetlenia boli merané rádiometrami (X11 optometerom so sondou XD-9502 a X97 irradiance metrom so sondou X9-7). Merania boli uskutočňované každý týždeň a výsledky boli do značnej miery závislé od počasia. Aby boli charakterizované reálne podmienky v priebehu roka, v každom mesiaci boli intenzity merané za každého počasia.

Z nameraných intenzít boli vypočítané priemerné mesačné intenzity pre každý rám a z tejto hodnoty bola prepočtom získaná celková dávka ožiarenia, prípadne osvit. Najvyššie hodnoty intenzít boli dosiahnuté v letných mesiacoch. Konkrétne hodnoty intenzít ožiarenia v UV i VIS oblasti spektra, vynesené v závislosti na mesiacoch počas ktorých test prebiehal, možno vidieť na Obr. 1.



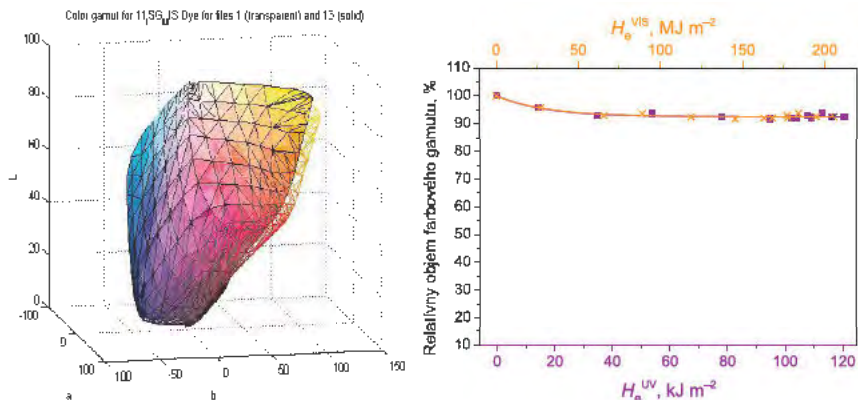
Obr. 1: Závislosť intenzity ožiarenia v UV i vo VIS oblasti spektra na mesiacoch, počas trvania testu.

Pre každú testovaciu škálu sú v tabuľke (Tab. 1) uvedené konkrétne hodnoty dávky ožiarenia vo VIS (H_e^{VIS}) i UV (H_e^{UV}) oblasti spektra, ako i hodnoty osvitu (H).

Tab. 1: Hodnoty celkových dávok ožiarenia a osvitu, ktorými boli exponované študované testovacie škály.

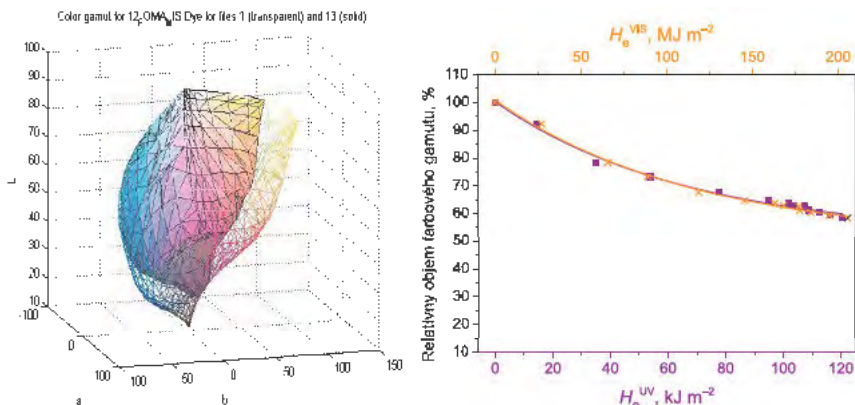
Atrament	farbivový atrament	pigmetnový atrament
H_e^{UV} [$MJ\ m^{-2}$]	$1,20 \cdot 10^{-1}$	$1,17 \cdot 10^{-1}$
H_e^{VIS} [$MJ\ m^{-2}$]	$2,06 \cdot 10^2$	$1,99 \cdot 10^2$
H [klx h]	$1,24 \cdot 10^4$	$1,23 \cdot 10^4$

Objemy farbových gamutov boli vypočítané a znázornované pomocou programu VolGa. Na Obr. 2 vľavo je znázornený objem farbového gamutu pred expozíciou (sieť) a po 331 dňoch expozície (plná plocha). Testovacia škála vytlačená farbivovými atramentmi na papier líford Smooth Gloss bola voči blednutiu vplyvom svetla pomerne stabilnou, čo dokazujú i výsledky dlhodobého experimentu. V oblasti azúrovej farby bol výtlačok stabilný i po 331 dňoch expozície. K úbytku farbového gamutu došlo v oblasti žltého atramentu a relatívne malý úbytok bol zaznamenaný i v oblasti purpurového atramentu. Na Obr. 2 vpravo je vynesená závislosť poklesu objemu farbového gamutu na dávke ožiarenia vo VIS i UV oblasti, kde objem farbového gamutu klesol približne o 10 % z pôvodného objemu.



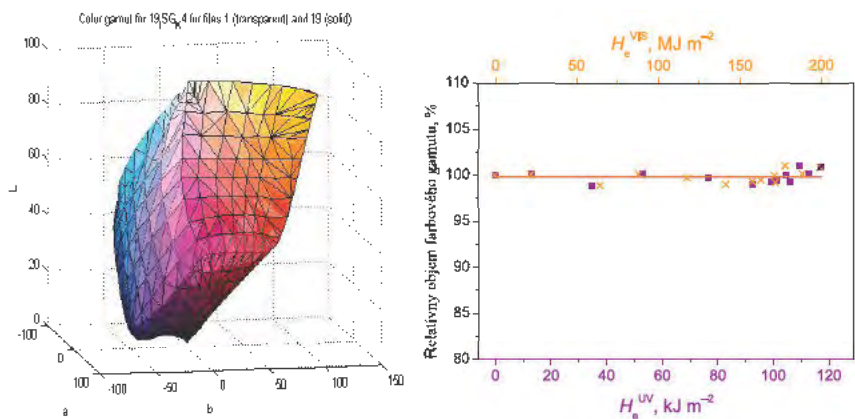
Obr. 2: Vľavo: zmena objemu farbového gamutu na papieri líford Smooth Gloss s použitím farbivového atramentu.

Vpravo: pokles relatívneho objemu farbového gamutu v závislosti na dávke ožiarenia.



Obr. 3: Vľavo: zmena objemu farbového gamutu na papieri Foma 1224 s použitím farbivového atramentu.
 Vpravo: pokles relatívneho objemu farbového gamutu v závislosti na dávke ožiarenia.

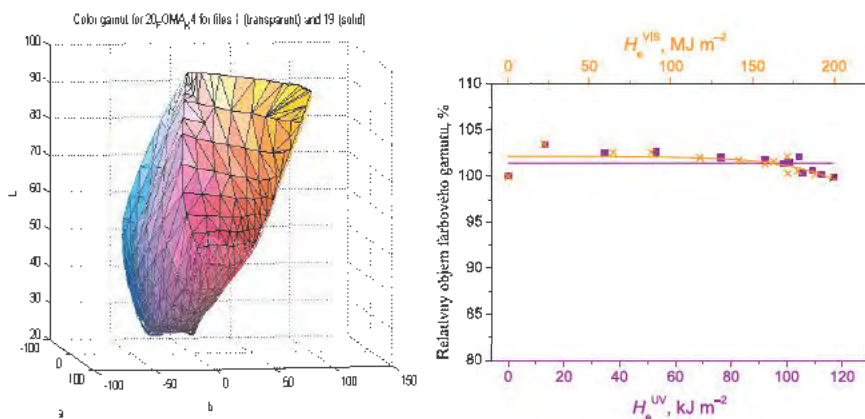
Na Obr. 3 vľavo je objem farbového gamutu pri vzorke vytlačenej na papieri Foma 1224. Po skončení expozície bol takmer dvojnásobne menší ako pred zahájením dihodového testu. Opäť najmenej stabilným bol žltý a purpurový atrament. K najmenšiemu úbytku došlo pri azúrovom atramente. Po 331 dňoch expozície svetlom klesol objem farbového gamutu na farbivovom výtláčku asi o 45 %, čo je možné vidieť na Obr. 3 vpravo.



Obr. 4: Vľavo: zmena objemu farbového gamutu na papieri Ilford Smooth Gloss s použitím pigmentového atramentu.
 Vpravo: pokles relatívneho objemu farbového gamutu v závislosti na dávke ožiarenia.

Rovnako ako v prípade testovacích škál vytlačených farbivovými atramentmi na papier Ilford Smooth Gloss i v prípade testovacej škály vytlačenej pigmentovými atramentmi na rovnaký druh média možno povedať, že táto testovacia škála je na svetle veľmi stabilná. Na Obr. 4 vľavo nie je viditeľná zmena v objeme farbového gamutu. To je možné pozorovať i na Obr. 4 vpravo, kde je vyneseny graf závislosti relatívneho objemu farbového gamutu na dávke ožiarenia vo viditeľnej i ultrafialovej oblasti spektra.

O veľmi dobrej stabilite možno hovoriť aj pri testovacej škále vytlačenej na papier Foma 1224 s použitím pigmentových atramentov. Tu došlo k minimálnemu, takmer nepatrnému úbytku v objeme gamutu (Obr. 5).



Obr. 5: Vľavo: zmena objemu farbového gamutu na papieri Foma 1224 s použitím pigmentového atramentu.

Vpravo: pokles relatívneho objemu farbového gamutu v závislosti na dávke ožiarenia.

4. Záver

Ukázalo sa, že pri daných experimentálnych podmienkach najväčší vplyv na degradáciu farbív má viditeľné žiarenie, pretože UV žiarenie bolo z veľkej filtrované polykarbonátovými strešnými tabuľkami. Zo získaných výsledkov bolo zistené, že pri rovnakých podmienkach expozície svetlom sú výrazne stabilnejšie škály pripravené pigmentovými atramentmi ako tie, ktoré sú pripravené s využitím farbivových atramentov. V prípade testovacích škál s pigmentovými atramentmi nedošlo takmer k žiadnemu úbytku farbového gamutu. Naopak pri testovacej škále Foma 1224 s farbivovými atramentmi je úbytok farbového gamutu asi 45 %. Pri testovacej škále vytlačenej na papieri Ilford Smooth Gloss farbivovými atramentmi bol pokles gamutu približne 10 %.

PodĎakovanie

Autori ďakujú Ministerstvu školstva, mládeže a telovýchovy Českej republiky za podporu projektom OC09069.

5. Literatúra

1. Dzik, P. 2011. Welcome to VolGa microsite. <http://www.fch.vutbr.cz/cs/laboratore/volga.html> [online]. 2011 [cit. 2013-01-28]. Dostupné z: <http://www.fch.vutbr.cz/cs.html>
2. Dzik, P. 2011. How VolGa works: Calculation of Gamut Volume. [online]. 2011 [cit. 2013-01-28]. Dostupné z: http://www.fch.vutbr.cz/media/images/volga/How-VolGa-works_Calculation-of-Gamut-Volume.pdf
3. Dzik, P.; Fürst, T.; Dudková, L.; Veselý, M.; Smejkalová, H.; Štěpánková, E. Gamut Volume as a Tool for Image Permanence Determination: Recent Advances Using the Quick-hull Algorithm. In X. seminar in graphic arts. Conference Proceedings. Pardubice: University of Pardubice, 2011. s. 45-52. ISBN: 978-80-7395-420-8.

Identifikácia zmien historickej farebnej fotografie

Katarína Kianicová, Vladimír Bukovský, Monika Šimková

Žilinská univerzita v Žiline
katarinakianicova@gmail.com, bukovsky@marticonet.sk,
monika.simkova@mediamatika.sk

Abstrakt: Predmetom príspevku je identifikácia zmien historickej farebnej fotografie s cieľom navrhnúť metodiku hodnotenia poškodenia farebnej fotografie v priebehu dlhodobého uloženia v depozitári. Z hľadiska prirodzeného starnutia farebnej fotografie, ktoré je nad očakávanie relatívne rýchle, boli vybrané reálne fotografie z nespracovaného fondu Archívu literatúry a umenia Slovenskej národnej knižnice v Martine (ALU SNK) a fotografie z rodinných albumov, na ktorých bola aplikovaná identifikácia historickej farebnej fotografie. Pre pochopenie procesov starnutia farebnej fotografie boli vybrané farebné fotografie na nosičoch firmi Kodak a Fuji, na ktorých boli modelované procesy prebiehajúce pri dlhodobom uskladnení v depozitári. Každý artefakt, bez ohľadu na svoj nosič alebo záznam, starne. Fotografia nie je výnimkou. Na jej starnutie vplyvajú viaceré faktory. Najvýznamnejšími z nich sú teplota a relatívna vlhkosť. Aby sme namodelovali tieto prípady starnutia, zvolili sme urýchlené starnutie pri zvýšenej teplote a rôznej relatívnej vlhkosti. Práve vlhkosť zapríčiňuje kauzálne procesy zoskupovania určitého množstva vody vo fotografii a následné hydrolytické degradačné reakcie.

Kľúčové slová: farebná fotografia, starnutie farebnej fotografie, prieskumy fondov

1. Úvod

Ak je fotografia dlhodobo uložená v tmavom priestore (depozitár) a príslušnom ochrannom obale (album, škatuľa), dochádza aj za týchto podmienok ku prirodzenému starnutiu. To sa môže prejavovať zmenou farieb na fotografii, resp. stmavnutím pozadia (podložka fotografie). V tomto prípade sú rozhodujúcimi degradačnými faktormi teplota a relatívna vlhkosť v mieste uloženia. Vlhosť je dôležitá pre množstvo vody v samotnej fotografii a má výrazný degradačný vplyv na starnutie fotografie, lebo je podmienkou pre priebeh hydrolytických štiepných procesov viacerých látok nachádzajúcich sa vo fotografii (Lavedrine, 2003). Potvrdzujú to aj naše predchádzajúce práce (Kianicová – Bukovský, 2011) zamerané predovšetkým na analýzu farebných zmien, ktoré sa vyskytujú pri určitom množstve vody vo farebnej fotografii v podmienkach bez prítomnosti svetla. Aj keď tieto farebné zmeny vznikli v podmienkach urýchleného starnutia predpokladáme, že podobné farebné zmeny prebiehajú aj v podmienkach podľa odporúčaní pre dlhodobé uskladnenie farebnej fotografie (ISO 11799:2003, ISO 18909:2006).

V druhej časti práce sme sa pokúsili na historických, ale dostatočne dobre popísaných farebných fotografiách potvrdiť tieto úvahy. Ak by sa tieto úvahy potvrdili, mali by sme k dispozícii metodiku identifikácie takýchto artefaktov, resp. by sme vedeli pred-

pokladať priebeh starnutia a s ním spojené farebné zmeny. Ďalším problémom je, že technologický rozvoj (história) farebnej fotografie sa veľmi dynamicky rozvíjal a naše testovanie farebnej fotografie v podmienkach urýchleného starnutia sme mohli robiť len na súčasnej produkcii. Problémom je aj skutočnosť, že v minulosti vyrábalo materiály pre farebnú fotografiu viacero firiem. Tieto firmy dnes už neexistujú a nie je možnosť sa dostať k ich „čerstvým“ fotografiám.

2. Metodika

1. Zvolili sme dvoch z najvýznamnejších výrobcov v oblasti klasickej fotografie Kodak a Fuji. V počítači sme vytvorili vzorkovník a vybrali farby dôležité pre fotografiu a jej vznik (obsahuje doplnkové farby – azúrovú, purpurovú a žltú a ich prieniky – červenú, zelenú, modrú a čiernu ako výsledok subtraktívneho miešania farieb). Vzorkovník sme vytlačili na laserovej farebnej tlačiarňi značky CLC 113 Cannon s rozlíšením 600 × 1200 dpi (Obr. 1).
2. Vzorkovník sme nafotili na príslušný fotografický materiál v citlivosti 100 ASA a dali vyvolať do fotolabu týchto značiek. Pre Kodak sme zvolili matnú povrchovú úpravu papiera, pre Fuji sme zvolili matnú a lesklú povrchovú úpravu papiera. Z interných pokusov nám vyplynulo, že medzi povrchovou lesklou a matnou úpravou materiálu Kodak nie sú významné zmeny (nepublikované výsledky), tieto zmeny sú výraznejšie v prípade materiálu Fuji, preto sme sa rozhodli testovať daný materiál v oboch spomenutých povrchových vyhotoveniach.
3. Zo súboru vyvolaných fotografií sme vytvorili 3 skupiny. Prvú skupinu, ktorá bola uložená v tme pri teplote 22 °C a 50 % relatívnej vlhkosti sme vytvorili kontrolné fotografie, kde sme chceli poukázať na prirodzený obsah vody vo fotografiách. Tieto a podobné podmienky sa v praxi vyskytujú pomerne často. Optimálne podmienky uloženia sú 4 °C a 35 – 45 % RV (Bukovský – Trnková, 2006). Norma ISO 11799 tiež odporúča podmienky uloženia fotografického materiálu max. <2 °C pri max. 50 % RV. Ďalšiu skupinu fotografií sme preto podrobili urýchlenému starnutiu pri teplote 80 °C a relatívnej vlhkosti 60 %, ktorú sme použili ako model pre identifikáciu farebných zmien historických farebných fotografií. Tretia skupina fotografií bola podrobená starnutiu pri 80 °C a 10 % RV. V Tab. 1 sú ukázané rozdiely v množstve vody počas modelového a prirodzeného starnutia farebnej fotografie. Množstvo vody rozhodujúcim spôsobom vplyva na rozsah degradačných zmien počas modelového a zrejme aj prirodzeného starnutia (Kianicová – Bukovský, 2011), čo potvrdilo aj porovnanie vlhkého a suchého starnutia.

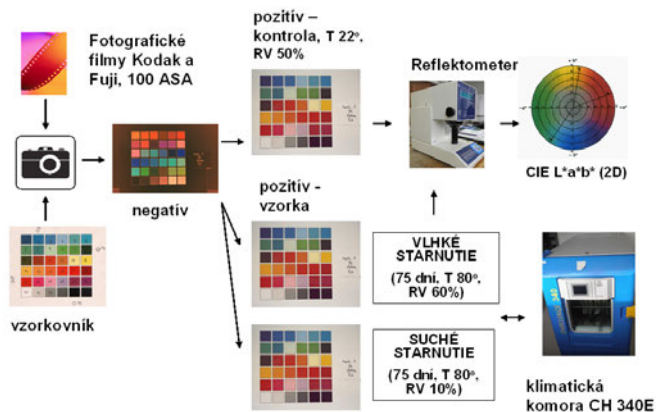
Tab. 1: Množstvo vody (v %) vo farebnej fotografii v rôznych podmienkach (Bukovský, 2013) VS – vlhké modelové starnutie, SS – suché modelové starnutie.

Podiel sušiny vo FF	T 80 °C, RV 60 % (VS)	T 22 °C, RV 50 % prirodzené starnutie	T 80 °C, RV 10 % (SS)
Kodak	4,95 %	6,91 %	1,08 %
Fuji matné	5,17 %	6,50 %	1,22 %
Fuji lesklé	4,74 %	6,19 %	1,36 %

5. Modelové starnutie fotografií sme robili počas 75 dní v klimatizovanej komore Angelantoni Industrie Challenge 340E. Po ukončení testovania sme vybrané farby fotografií merali prostredníctvom Reflektometra značky JY 9800, s nastavením svetla na D 65 oproti kontrolným fotografiám. Namerané zmeny sme vyhodnotili pomocou súradníc farebného priestoru CIE LAB 1976 (Obr.1).

6. Farebné zmeny u kontrolných fotografií počas 75 dní uloženia v tme sme nezistili (nepublikované údaje).

Fotoprocес experimentu



Obr. 1: Fotoprocес experimentu.

Na základe týchto výsledkov sa snažíme navrhnúť metodiku identifikácie historických fotografií, na ktorých nie je určený, resp. označený výrobca.

Pre vytvorenie reálnej farby, ktorá je daná kombináciou troch doplnkových farieb je možné použiť vzťah: $aA + pP + žŽ + pzPZ = \text{farba}$, kde A, P, Ž sú doplnkové farby, PZ pozadie a a, p, ž a pz sú pomerné množstvá týchto farieb vo výslednej farbe (Friedman, 1968).

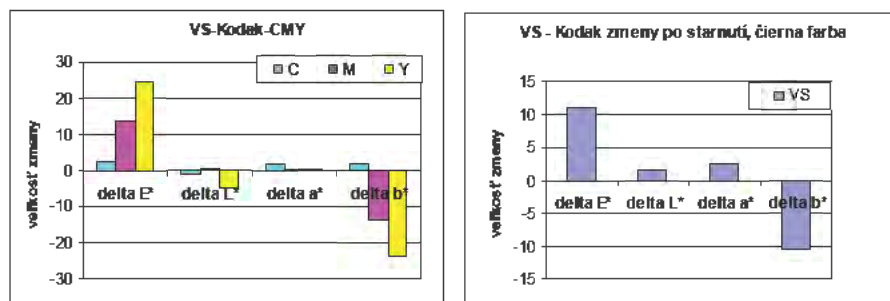
3. Výsledky

Pri hodnotení reálnej historickej, ale aj novodobej farebnej fotografie, kde je pozorovaním možné vidieť farebné zmeny, môžeme na fotografii vybrať miesta, ktoré by zodpovedali farbám zo subtraktívneho miešania a tieto farby na základe uvedených poznatkov o ich starnutí mohli posúdiť. Hodnotiť môžeme doplnkové farby azúrová (cyan), žltá (yellow) a purpurová (magenta), tieto sa nachádzajú čisté v jednotlivých želatínových vrstvách, ďalej farby vznikajúce kombináciou 2 doplnkových, t. j. červená farba (kombinácia žltej a purpurovej farby), zelená farba (kombináciou azúrovej a žltej farby), modrá farba (kombinácia azúrovej a purpurovej farby). Farebná stabilita obrazu je daná stabilitou farieb, z ktorých sa skladá. Ak hodnotíme všetky tri doplnkové farby spolu, hodnotíme čiernu farbu.

3.1 STARNUTIE FAREBNEJ FOTOGRAFIE KODAK A FUJI

Vlhké starnutie (VS) na materiáli Kodak

Prejavy VS na materiáli Kodak sa ukazujú na stabilite jednotlivých farieb subtraktívneho miešania (Obr. 2). Azúrová farba sa na oboch súradniciach a^* a b^* mení len málo. Purpurová farba sa mení najmä na súradnici b^* záporným posunom. Farba žltá sa mení hlavne záporným posunom súradnice b^* . Merná svetlosť (L^*) v prípade azúrovej a purpurovej farby nemení a u žltej farby klesá (farba tmavne).



Obr. 2: Zmeny farebných súradnic L^* , a^* , b^* a celkovej farebnej odchýlky ΔE^*_{ab} počas vlhkého starnutia, fotografia Kodak.

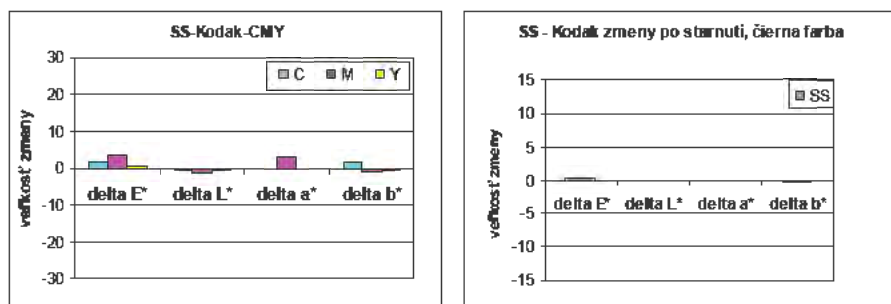
Z hodnôt celkovej zmeny ΔE^*_{ab} jednotlivých farieb v podmienkach VS je najstabilnejšia farba azúrová (ΔE^*_{ab} 2,65), stredne stabilná je farba purpurová, ktorá degraduje 4,8x rýchlejšie ako farba azúrová a žltá farba, ktorá oproti azúrovej farbe degraduje 9,2x rýchlejšie a môžeme ju označiť za najmenej stabilnú. Pozadie fotografie je stredne stabilné vzhľadom na zmeny v sledovaných farbách (Tab. 2). Naše hodnotenie vychádza z predpokladu, že na základe stability sledovaných farieb môžeme hovoriť o stabilite jednotlivých farieb reálnej fotografie, v ktorej sú farby azúrová, purpurová a žltá zastúpené v rôznom pomere.

Ak hodnotíme kombináciu dvoch doplnkových farieb, z ktorých vznikajú farby základné, tak červená a zelená farba sú ovplyvnené degradáciou najmä žltej farby, modrá farba je stabilná resp. ovplyvnená degradáciou purpurovej farby. V prípade zmiešania všetkých farieb subtraktívnym spôsobom v pomere 1:1:1 vzniká farba čierna. Jej zmena je daná predovšetkým zmenou súradnice b^* . Táto súradnica je ovplyvnená degradáciou žltej, menej purpurovej farby. Očakávané zmeny pôjdu do modro-červenej až modrej farebnej oblasti a pozadie, ktoré reprezentuje želatínové vrstvy fotografie bude tmavnúť.

Suché starnutie (SS) fotografie Kodak

Prejavy SS na materiáli Kodak, t. j. predovšetkým pre malý obsah vody poukazujú na vysokú stabilitu jednotlivých farieb subtraktívneho miešania (Obr. 3). V tomto prípade

starnutia sa všetky farby menia veľmi málo, spomedzi sledovanej trojice sa najviac mení purpurová farba zmenou súradnice a^* , ktorá sa posúva do kladnej farebnej oblasti.



Obr. 3: Priebeh suchého starnutia (SS) na jednotlivých farbách subtraktívneho miešania a na čiernej farbe fotografie Kodak.

Ak hodnotíme kombináciu dvoch doplnkových farieb, z ktorých vznikajú farby základné a kombináciu 3 farieb, ktoré vytvárajú čiernu farbu, tak možno očakávať len minimálne farebné zmeny spojené s menšou nestabilitou purpurovej farby. Reálna fotografia sa pod vplyvom degradácie teplotou s nízkou vlhkosťou bude meniť do žltej farebnej oblasti.

Porovnanie jednotlivých typov starnutia fotografie Kodak

Porovnanie obidvoch typov starnutia prostredníctvom celkovej farebnej zmeny ΔE^*_{ab} doplnkových farieb je v Tab. 2.

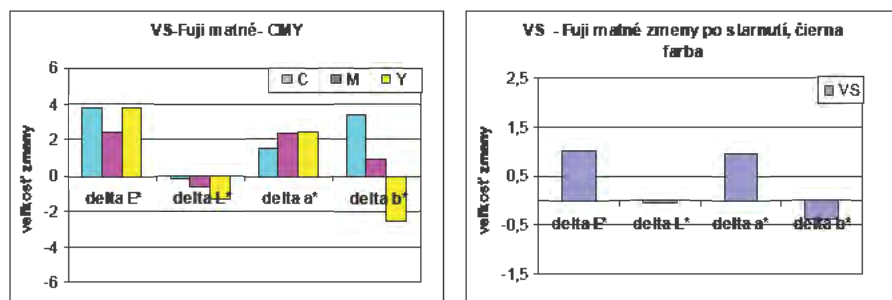
Tab. 2: Stabilita jednotlivých farieb po vlhkom a suchom starnutí na materiáli Kodak a porovnanie stability jednotlivých farieb v porovnaní s najstabilnejšou farbou (hodnota 1). Pozadie reprezentuje želatínové vrstvy fotografie a jej zmeny.

Kodak	VS		SS		VS/SS
	ΔE^*	pomer	ΔE^*	pomer	pomer
Azúrová	2,65	1,00×	1,39	3,75×	1,91
Purpurová	12,72	4,80×	3,45	9,32×	3,69
Žltá	24,38	9,20×	0,37	1,00×	65,89
Pozadie	10,47		4,11		2,55

Vplyv vody na degradáciu farieb potvrdzuje aj hodnota pomeru VS/SS. Voda najviac degradačne pôsobí na žltú farbu a výrazne menej na farby azúrovú a purpurovú. Pri vysokej celkovej farebnej zmene pozadia je potrebné aj túto zmenu zahrnúť do hodnotenia farebných zmien na reálnej fotografii.

Vlhké starnutie testovanej fotografie Fuji matné

Prejavy VS na materiáli Fuji matné sa ukazujú na stabilite jednotlivých farieb subtraktívneho miešania (Obr. 4). Rozdiely zmien medzi jednotlivými farbami sú veľmi malé. Stabilita jednotlivých farieb je veľmi podobná. Azúrová farba sa mení na oboch súradniciach a^* a b^* do kladnej farebnej oblasti, purpurová farba sa mení minimálne na oboch súradniciach do kladnej farebnej oblasti, farba žltá sa mení na súradnici a^* do kladnej na súradnici b^* do zápornej farebnej oblasti. Merná svetlosť (L^*) mierne klesá len v prípade žltej farby.



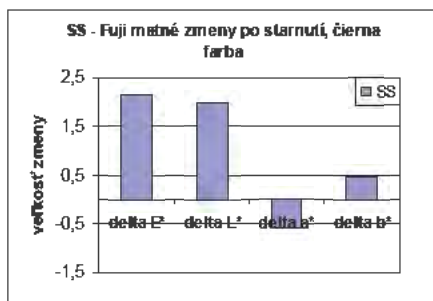
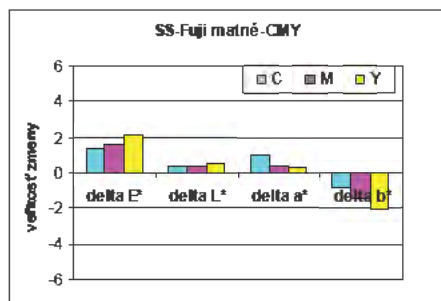
Obr. 4: Priebeh vlhkého starnutia na jednotlivých farbách subtraktívneho miešania a na čiernej farbe fotografie Fuji matné.

Z hodnôt celkovej zmeny ΔE^*_{ab} jednotlivých farieb v podmienkach VS vyplýva, že najstabilnejšia je farba purpurová (ΔE^*_{ab} 2,39), menej stabilné sú farby azúrová a žltá, ktoré degradujú asi 1,5x rýchlejšie ako farba purpurová. Želatinové vrstvy fotografie sú stredne stabilné vzhľadom na zmeny v sledovaných farbách (Tab. 3).

Ak hodnotíme kombinácie dvoch doplnkových farieb, z ktorých vznikajú farby základné, tak farba červená bude ovplyvnená výraznou degradáciou farby žltej a degradácia zelenej farby degradáciou azúrovej farby. Zmeny modrej farby budú ovplyvnené posunom azúrovej farby na oboch súradniciach. V tomto prípade nemôžeme hovoriť o viditeľných, resp. výrazných farebných zmenách, nakoľko sú matné farebné fotografie firmy Fuji relatívne dobre stabilné. V prípade čiernej farby je jej zmena daná predovšetkým zmenou súradnice a^* všetkých troch farieb, ako aj na súradnici b^* zmenou azúrovej a žltej farby. Reálna fotografia sa pod vplyvom zvýšenej vlhkosti bude meniť do fialovej až červenej farebnej oblasti a pozadie bude tmavnúť.

Suché starnutie fotografie Fuji matné

Prejavy SS na materiáli Fuji matné sa ukazujú na stabilite jednotlivých farieb subtraktívneho miešania (Obr. 5). Rozdiely zmien medzi jednotlivými farbami sú aj v tomto prípade veľmi malé a stabilita jednotlivých farieb je veľmi podobná. Všetky skúmané farby sa menia rovnakým smerom, čiže sa posúvajú na súradnici a^* do kladnej a na súradnici b^* do zápornej farebnej oblasti, pričom najvýraznejšie zmeny zaznamenáva žltá farba. Merná svetlosť (L^*) sa u všetkých farieb prakticky nemení.



Obr. 5: Priebeh suchého starnutia na jednotlivých farbách subtraktívneho miešania a na čiernej farbe fotografie Fuji matné.

Ak hodnotíme kombináciu dvoch doplnkových farieb, z ktorých vznikajú farby základné farby, tak červená a zelená farba sú ovplyvnené degradáciou žltej farby, modrá farba sa bude meniť predovšetkým degradáciou purpurovej farby. V prípade čiernej farby je zmena daná predovšetkým zmenou súradnice a^* azúrovej farby a súradnice b^* žltej farby, menej purpurovej farby. Ako ukazujú hodnoty celkovej farebnej zmeny ΔE^*_{ab} , tak všetky tieto zmeny sú veľmi malé. Reálna fotografia sa bude meniť v týchto podmienkach veľmi málo a možná farbená zmena by mala ísť do červeno-modrej až modrej farebnej oblasti.

Porovnanie jednotlivých typov starnutia fotografie Fuji matné

Porovnanie obidvoch typov starnutia prostredníctvom celkovej farebnej zmeny ΔE^*_{ab} doplnkových farieb je v Tabuľke 3.

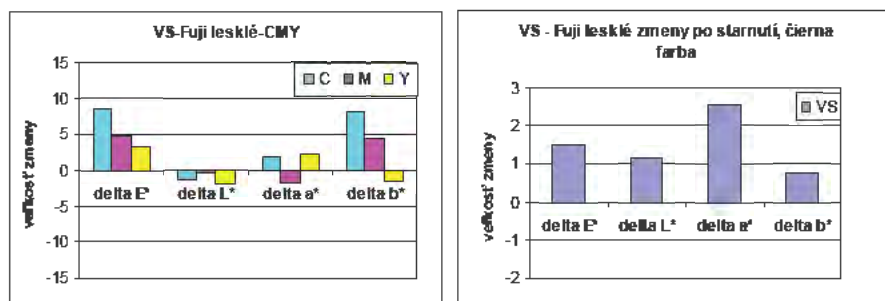
Tab. 3: Stabilita jednotlivých farieb po vlhkom a suchom starnutí na materiáli Fuji matné a porovnanie stability jednotlivých farieb v porovnaní s najstabilnejšou (hodnota 1). Pozadie reprezentuje želatínové vrstvy fotografie a ich zmeny.

Fuji matné	VS		SS		VS/SS
	ΔE^*	pomer	ΔE^*	pomer	pomer
Azúrová	3,70	1,54×	1,32	1,00×	2,80
Purpurová	2,39	1,00×	1,55	1,17×	1,54
Žltá	3,76	1,57×	2,14	1,62×	2,32
Pozadie	9,13		2,51		3,64

Vplyv vody na degradáciu farieb potvrdzuje aj hodnota pomeru VS/SS. Voda najviac degradačne pôsobí na azúrovú a žltú farbu a výrazne menej na purpurovú farbu. Vplyv vody na pozadie je značný. Pri vysokej celkovej farebnej zmene pozadia je potrebné túto zmenu zahrnúť do hodnotenia ostaných farebných zmien na reálnej fotografii.

Vlhké starnutie testovanej fotografie Fuji lesklé

Prejavy VS na materiáli Fuji lesklé sa ukazujú na stabilite jednotlivých farieb subtraktívneho miešania (Obr. 6). Azúrová farba sa mení na oboch súradniciach do kladnej farebnej oblasti, v prípade súradnice b^* výraznejšie, purpurová farba sa výrazne posúva v prípade súradnice b^* do kladnej farebnej oblasti a farba žltá sa mení najmenej ako na súradnici a^* , tak aj na súradnici b^* . Merná svetlosť (L^*) farieb sa mení veľmi málo, relatívne najviac u žltej farby čo môže byť spôsobené značne vysokým tmavnutím pozadia (Tab. 4).



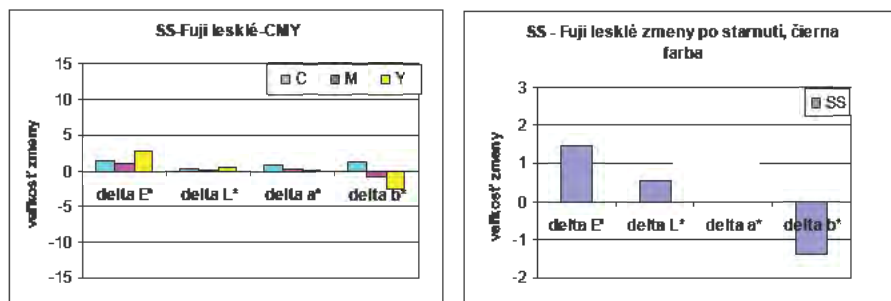
Obr. 6: Priebeh vlhkého starnutia na jednotlivých farbách subtraktívneho miešania a na čiernej farbe fotografie Fuji lesklé.

Z hodnôt celkovej zmeny ΔE^*_{ab} jednotlivých farieb v podmienkach VS vyplýva, že najstabilnejšia je farba žltá (ΔE^*_{ab} 3,27), menej stabilné sú farby purpurová a najmenej stabilná je azúrová farba, ktoré degradujú asi 1,5× a 2,6× rýchlejšie ako farba žltá. Želatinové vrstvy fotografie sú vzhľadom na zmeny sledovaných farieb (Tab. 4) málo stabilné, tmavnú.

Ak hodnotíme kombinácie dvoch doplnkových farieb, tak farba červená sa mení zmenou oboch farieb, výraznejšie degradáciou purpurovej farby, farba zelená a farba modrá sa menia predovšetkým zmenou azúrovej farby. Ak hodnotíme zmenu čiernej farby, tak jej zmena je daná predovšetkým zmenou súradnice a^* všetkých troch farieb, ale hlavne na súradnici b^* azúrovej a purpurovej farby. Reálna fotografia sa pod vplyvom zvýšenej vlhkosti bude meniť do červeno-žltej až žltej farebnej oblasti a bude tmavnúť. Želatinové vrstvy fotografie sú málo stabilné a v porovnaní so zmenami farieb sa pod vplyvom vody výrazne degradujú.

Suché starnutie testovanej fotografie Fuji lesklé

Prejavy SS na materiáli Fuji lesklé sa ukazujú na stabilite jednotlivých farieb subtraktívneho miešania (Obr. 7). Azúrová a purpurová farba sa menia len veľmi málo. Relatívne najväčšie zmeny vykazuje žltá farba, s čím súvisia aj zmeny na súradnici b^* . Merná svetlosť (L^*) sa tiež výraznejšie nemení.



Obr. 7: Priebeh suchého starnutia na jednotlivých farbách subtraktívneho miešania a na čiernej farbe fotografie Fuji lesklé.

Ak hodnotíme kombináciu dvoch doplnkových farieb, tak červená a zelená farba sa budú meniť predovšetkým degradáciou žltej farby, v prípade zelenej farby aj degradáciou azúrovej farby, farba modrá sa bude meniť predovšetkým zmenou azúrovej farby. V prípade čiernej farby, sa budú zmeny prejavovať na súradnici b^* a budú súvisieť s menšou stabilitou azúrovej a žltej farby. Ako ukazujú hodnoty celkovej farebnej zmeny ΔE^*_{ab} , tak všetky tieto zmeny sú veľmi malé. Reálna fotografia sa pod vplyvom suchého starnutia bude meniť do červeno-modrej až červenej farebnej oblasti.

Porovnanie jednotlivých typov starnutia fotografie Fuji lesklé

Porovnanie obidvoch typov starnutia prostredníctvom celkovej farebnej zmeny ΔE^*_{ab} doplnkových farieb je v Tab. 4.

Tab. 4: Stabilita jednotlivých farieb po vlhkom a suchom starnutí na materiáli Fuji lesklé a porovnanie stability jednotlivých farieb v porovnaní s najstabilnejšou farbou (hodnota 1). Pozadie reprezentuje želatínové vrstvy fotografie a jej zmeny.

Fuji lesklé	VS		SS		VS/SS
	ΔE^*	pomer	ΔE^*	pomer	pomer
Azúrová	8,58	2,62×	1,53	1,54×	5,61
Purpurová	4,84	1,48×	0,99	1,00×	4,89
Žltá	3,27	1,00×	2,59	2,61×	1,26
Pozadie	12,72		3,26		3,90

Vplyv vody na degradáciu farieb potvrdzuje aj hodnota pomeru VS/SS. Voda najviac degradačne pôsobí na azúrovú a purpurovú farbu a výrazne menej na žltú farbu. Vplyv vody na pozadie je značný a pri hodnotení farebných zmien sa s touto zmenou musí počítať. Z celkového porovnania fotografií Fuji vyplýva, že fotografie v matnom vyhotovení majú lepšiu stabilitu ako v lesklom vyhotovení.

3.2 Návrh na identifikáciu povahy poškodenia farebnej fotografie

Po dohode s ALU SNK v Martine sme z nespracovaného fondu vybrali farebné fotografie z rôznych období, aby sme na nich demonštrovali postupy identifikácie reálnej fotografie (Šimková, 2012). Niektoré fotografie sme doplnili z vlastných rodinných albumov. Predpokladáme, že tieto fotografie neboli vystavené svetlu (výstava), preto chceme pri hodnotení použiť závery, ktoré sme získali pri vlhkom starnutí (VS). Toto hodnotenie prebiehalo tak, že sme sa pokúsili na fotografiách od známych výrobcov pozorované zmeny porovnať so zmenami popísanými pri VS pre fotografiu Kodak a Fuji.

POPIS FOTOGRAFIÍ KODAK LESKLÁ ÚPRAVA POVRCHU

Fotografia č. 1 (FF1)

FF1 bola vyrobená v roku 1981 v Budapešti, použitý materiál je Kodak v lesklej povrchovej úprave. Získali sme ju z nespracovaného fondu ALU SNK v roku 2012. Na fotografii je vyobrazená Veronika Vrbková počas oddychu v Maďarsku.

Rozmery:

Výška 86 mm, šírka 87 mm, hrúbka 0,29 mm

Poškodenie, alebo farebné zmeny:

FF1 má mechanické poškodenie spôsobené lepiacou páskou, čo zavinilo viditeľné následky. Farebne sa mení do modro-červenej farebnej oblasti (nádych).

Fotografia č. 2 (FF2)

FF2 bola vyrobená v roku 1996, použitý materiál je Kodak v lesklej povrchovej úprave. Získali sme ju z nespracovaného fondu ALU SNK v roku 2012. Na fotografii je vyobrazený akademický maliar Šípka s manželkou na besede o jeho portrétoch.

Rozmery:

Výška 101 mm, šírka 149 mm, hrúbka 0,27 mm.

Poškodenie, alebo farebné zmeny:

Fotografický záber je takmer bez zmeny (v mierne žltom tóne, čo však môže svedčiť o zlých svetelných podmienkach fotografovania – blesk, umelé osvetlenie, odraz od lakovaného stola...).



Obr. 8: Kodak lesklé – vľavo FF1, vpravo FF2.

POPIS FOTOGRAFIÍ KODAK MATNÁ ÚPRAVA POVRCHU

Fotografia č. 3 (FF3)

FF3 bola vyrobená v roku 1998 na materiáli Kodak v matnej povrchovej úprave. Sledovaná fotografia pochádza z rodinného albumu rodiny Kianicovej, leto na chalupe.

Rozmer:

Výška 88 mm, šírka 127 mm, hrúbka 0,30 mm

Poškodenie, alebo farebné zmeny:

Fotografia nevykazuje známky mechanického poškodenia, v strede fotky je fľak purpurovej farby, môže to byť chyba materiálu. Ďalšie farebné zmeny fotografie nie sú viditeľné.

Fotografia č. 4 (FF4)

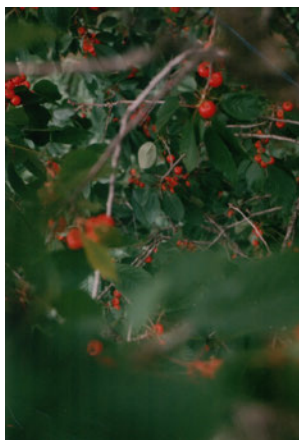
FF4 bola vyrobená v roku 2000 na materiáli Kodak v matnej povrchovej úprave. Sledovaná fotografia pochádza z rodinného albumu rodiny Kianicovej.

Rozmer:

Výška 127 mm, 88 mm, hrúbka 0,30 mm

Poškodenie alebo farebné zmeny:

Fotografia je mechanicky poškodená (ohnutie na pravom hornom rohu) v mieste ohnutia sa vyskytuje modré sfarbenie. Na fotografii nie sú ďalšie viditeľné farebné zmeny.



Obr. 9: Kodak matné – vľavo FF3, vpravo FF4.

POPIS FOTOGRAFIÍ FUJI LESKLÁ ÚPRAVA POVRCHU

Fotografia č. 5 (FF5)

FF5 bola vyrobená v roku 1990 na materiáli označenom Fujicolor v lesklej úprave povrchu. Získali sme ju z nespracovaného fondu ALU SNK v roku 2012. Fotografia bola

získaná darom do SNK od Jozefa Bydla zo Žiliny. Na fotografii je zobrazený Jozef A. Mikuláš s manželkou René v Levoči.

Rozmer:

Výška 101 mm, šírka 149 mm, hrúbka 0,37 mm

Poškodenie alebo farebné zmeny:

Fotografia vykazuje farebné zmeny, môžeme si všimnúť výraznejšiu zelenú farbu, čo môže byť spôsobené stabilitou žltého farbiva a cyanu, ale aj svetelnými podmienkami fotenia.

Fotografia č. 6 (FF6)

FF6 bola vyrobená v roku 1992 na materiáli označenom Fujicolor v lesklej úprave povrchu. Sledovaná fotografia pochádza z rodinného albumu rodiny Kianicovej.

Rozmer:

Výška 86 mm, šírka 126 mm, hrúbka 0,30 mm

Poškodenie alebo farebné zmeny:

Fotografia je trochu preexponovaná, pozorovať slabý nádych do fialovej farebnej oblasti (resp. modro-červená farebná oblasť).



Obr. 10: Fuji lesklé – vľavo FF5, vpravo FF6.

POPIS FOTOGRAFIÍ FUJI MATNÁ ÚPRAVA POVRCHU

Fotografia č. 7 (FF7)

FF7 bola vyrobená v roku 1993 na materiáli označenom Fujicolor v matnej úprave povrchu. Sledovaná fotografia pochádza z rodinného albumu rodiny Kianicovej.

Rozmer:

Výška 88 mm, šírka 127 mm, hrúbka 0,30 mm

Poškodenie alebo farebné zmeny:

Fotografia nevykazuje výrazné farebné zmeny.

Fotografia č. 8 (FF8)

FF8 bola vyrobená v roku 2008 na materiáli označenom Fujicolor v matnej úprave povrchu. Sledovaná fotografia pochádza z rodinného albumu rodiny Kianicovej.

Rozmer:

Výška 88 mm, šírka 127 mm, hrúbka 0,30 mm

Poškodenie alebo farebné zmeny:

Fotografia nevykazuje výrazné farebné zmeny.



Obr. 11: Fuji matné – vľavo FF7, vpravo FF8.

Porovnanie skutočných zmien so zmenami zistenými v rámci pokusu

Tabuľka 5 predstavuje porovnanie farebných zmien testovaných materiálov s farebnými zmenami, ktoré sme vizuálne zistili z reálnych fotografií. Tak, ako uvádzame v metodike, farebný rozdiel medzi fotografiami Kodak v matnej a lesklej úprave po starnutí je minimálny, preto sme výsledky získané zo starnutia Kodaku v matnej úprave aplikovali aj na jeho lesklú úpravu. Pri porovnaní jednotlivých fotografií s testovanými môžeme postrehnúť, že v prípade materiálu Kodak lesklé FF1 (32 rokov) dochádza ku viditeľnému modro-červenému nádychu, čo súhlasí s výsledkami testovaných fotografií. Fotografia FF2 Kodak lesklé (17 rokov) nevykazuje žiadnu farebnú zmenu. Fotografia materiálu Kodak matné FF3 (15 rokov) nezaznamenáva žiadnu farebnú zmenu, fotografia FF4 Kodak matné (13 rokov) je mechanicky poškodená zohnutím, toto zohnutie je sfarbené do modra, inak nevykazuje žiadne farebné zmeny. Fotografie 3 a 4 nevieme konfrontovať so zmenami testovaných fotografií Kodak matné, nakoľko nemajú žiadne farebné zmeny. V prípade materiálu Fujicolor lesklé FF5 (23 rokov) môžeme postrehnúť výraznejšiu zeleno-modrú farbu, čo hovorí o nestabilite žltého farbiva fotografie. FF6 Fuji lesklé (21 rokov) môžeme sledovať nádych do fialovej (modro-červená) farebnej oblasti. V prípade materiálu Fuji matné FF7 (20 rokov) nezaznamenáva fotografia žiadnu farebnú zmenu tak, ako aj fotografia FF8 Fuji matné (5 rokov). Tieto fotografie nemajú farebné zmeny a nemožno ich porovnávať s testovaným materiálom.

Tab. 5: Porovnanie farebných zmien na testovaných a reálnych fotografiách.

materiál	testovaná fotografia (VS)	reálna fotografia
Kodak lesklé, FF1	modro-červená až modrá farebná zmena, tmavnutie podložky	modro-červený nádych
Kodak lesklé, FF2		bez zmeny
Kodak matné, FF3		purpurový fľak, bez zmeny
Kodak matné, FF4		bez zmeny
Fuji lesklé FF5	červeno-žltá, žltá, tmavnutie podložky	bez zmeny
Fuji lesklé FF6		nádych do fialovej oblasti (modro-červená)
Fuji matné FF7	fialová až červená, tmavnutie podložky	bez zmeny
Fuji matné FF8		bez zmeny

4. Záver

1. Farby jednotlivých fotografií sú stabilnejšie pri druhom type modelového starnutia, resp. pri suchom starnutí, kde ide iba o vplyv vysokej teploty (80 °C, 10 % RV) a ukazujú, že teplota na stabilitu farieb v neprítomnosti vody nepôsobí tak výrazne, ako by sme predpokladali.

2. Farby jednotlivých fotografií sú výrazne menej stabilné pri vlhkom modelovom starnutí, resp. pri vysokej vlhkosti (80 °C, 60 % RV). Pri materiáli Kodak pôsobí prítomnosť vody degradačne najmä na žlté farbivo. V prípade fotografií Fuji sú farbivá relatívne stabilné.

3. Želatínové vrstvy fotografií sú menej stabilné oproti farbám pri oboch typoch modelových starnutí, výraznejšie degradujú v prípade vlhkého starnutia najmä pre materiál Fuji lesklé, Kodak a Fuji matné (povrchová úprava do určitej miery ovplyvňuje stabilitu jednotlivých farieb).

4. Pri vlhkom type starnutia je na materiáli Kodak najstabilnejšia azúrová farba, na materiáli Fuji matné purpurová farba a v prípade Fuji lesklé žltá farba. Pri suchom type starnutia je na materiáli Kodak najstabilnejšie žltá farba, Fuji matné má najstabilnejšiu azúrovú farbu a u Fuji lesklé je to purpurová farba.

5. Na hodnotenie farebných zmien na reálnej historickej farebnej fotografii sme použili poznatky z vlhkého starnutia. Reálna fotografia sa v priebehu prirodzeného starnutia môže meniť nad očakávanie rýchlo a zmeny sú nevratné. Veľkosť zmien sa dá čiastočne ovplyvniť správnym uložením v správnych skladových podmienkach (štandardizovaná teplota a relatívna vlhkosť).

6. Z hodnotenia reálnych fotografií vyplynulo, že fotografia Kodak sa môže meniť už po 30 rokoch uloženia a získava modro-červený nádych tak, ako sme to zistili aj počas modelového starnutia s vysokou relatívnou vlhkosťou. Ďalšie typy fotografií materiálu Kodak v lesklej a matnej povrchovej úprave sú takmer bez zmeny, alebo je ich zmena daná mechanickým poškodením. Aj po 20 rokoch sú zmeny na materiáli Fuji nepatrné. Tento materiál je veľmi stabilný v prípade matného aj lesklého vyhotovenia.

PodĎakovanie

Tento článok vznikol s podporou projektu „Pamäť Slovenska – Národné centrum excelentnosti výskumu, ochrany a sprístupňovania kultúrneho a vedeckého dedičstva“ (ITMS:26220120061) v rámci OP Výskum a vývoj spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

5. Literatúra

1. Bukovský, V., Trnková, M. 2006. Ochrana knižničných fondov 1. 1. vyd. Martin: SNK, 2006. 212 s. ISBN 80-89023-78-9.
2. Friedman, J.: History of color photography. London and New York, Focal Press limited 1968, 565p. (SBN 240-44-888-X).
3. ISO 18909:2006: Photography – Processed photographic colour films and paper prints – Methods for measuring image stability.
4. Kianicová, K., Bukovský, V. 2011. Modelové starnutie farebnej fotografie a jej zmeny. In Forum pro konzervátory-restaurátory. ISBN 978-80-86413-80-8, Opava, Technické múzeum Brno 2011, s. 37 – 40.
5. Lavédrine, Bertrand. 2003. A Guide to the Preventive Conservation of Photograph Collections. Los Angeles (CA): Getty Conservation Institute, 2003.
6. Moravay, György et. al. 1988. Fotolex kon. 1. vyd. Bratislava: ALFA, 1988. 416 s.
7. Návrh normy ISO/DIS 11799 ISO/TC 46/SC 10 – Informat ka a dokumentácia – Požiadavky na uloženie dokumentov pre archívne a knižničné materiály [online]. [cit. 2011-12-30] Dostupné na internete <http://www.civil.gov.sk/archiv/snarchiv/iso_11799_pre_www.htm>
8. Šimková, M. 2012. Technologické míľniky fotografie. Diplomová práca. Žilina: Žilinská univerzita, Fakulta humanitných vied, Katedra mediamatiky a kultúrneho dedičstva, 2012. 81 s.



Obuv na nohách vojáků terakotové armády v Xi-An

Petr Hlaváček, Václav Gřešák

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta technologická,
nám. TGM 275, 762 72 Zlín
hlavaceck@ft.utb.cz

Abstrakt: Terakotová armáda byla objevena na jaře roku 1974 východně od města Xi-An v provincii Shaanxi. V areálu Musea Terakotové armády v Xi-Anu je dnes vystaveno jen přibližně 900 soch vojáků (z celkového počtu přibližně 8000). S postupným restaurováním poškozených soch probíhá i jejich rozsáhlé studium. První popisy obuvi byly velmi obecné. Vzhledem k tomu, že pro sochy je charakteristický vysoký stupeň reálnosti, nabízí se vzácná možnost studia o úrovni ochrany nohou čínských vojáků ve 3. století před Kristem. Na nohách vojáků jsou dva základní typy obuvi. První skupina je tvořena obuví nízkého (polobotkového) střihu a druhá skupina obuvi je kotníčková. Původně uváděné holínky nebyly nalezeny, naopak se podařilo doložit, že někteří vojáci měli nad těmito typy obuvi holenice. Tyto typy obuvi jsou nošeny jak u vojáků, tak i u generalů. Po provedené fotodokumentaci obuvi a rozměrové analýze byly zjištěno, že obuv proporcčně porušuje dnes používaná základní konstrukční pravidla pro obuv. Poměr „prokrojení“ svršku je natolik velký, že obuv by se musela při chůzi (běhu) vyzpouvat. Ze získaných rozměrů obuvi byly zhotoveny repliky obuvi, které byly testovány v laboratorních podmínkách. Experimentálně bylo potvrzeno, že obuv na nohách terakotové armády se bez řemíků musela vyzouvat. Zároveň se podařilo zjistit, že extrémně prokrojený svršek obuvi umožňoval komfortní obutí různých širokých nohou.

Klíčové slova: Vojenská obuv, střih obuvi, vyzouvaní, archeologický experiment.

1. Úvod

Pro čínskou historii je císař Čchin Š'-chuang-ti (259 – 210 př. n. l.) jednou z nejvýznamnějších osobností. S jeho jménem je spojována řada významných počínů, které ovlivnily další vývoj státnosti a postavení východní velmoci. Komplikovanými diplomatickými tahy založenými na postupném navazování spojenectví a vyhlašování válek se mu podařilo postupně porazit všechny protivníky a připojil jejich území ke svému státu Čchin. Po sjednocení v roce 221 před Kristem tento císař prosazuje centralizovanou státní správu, zakládá 36 prefektury, které dále dělí na okresy. Každý územní celek má své odpovědné úředníky a vojenské velitele, ti jsou vzájemně podřízeni s konečnou odpovědností samotnému císaři. Vybuďoval systém silničního spojení z hlavního města do center všech bývalých států. To bylo z důvodů možnosti rychlého přesunu armády. Zavedl jednotné písmo, zrušil regionální odlišnosti. Toto písmo se používá dodnes. Prosadil jednotný systém vah a mír. Na délkových a objemových etalonech bylo uve-

deno varování, že jakékoliv porušení míry bude trestáno smrtí. Na celém území prosazoval jednotný, velmi přísný systém trestů. Za jeho vlády byla zahájena stavba Velké čínské zdi. Přijal titul císaře (chuang-ti). Sám sebe označil jako „první z deseti tisíc císařů“ čínsky „Š'chuang-ti“, a název jeho státu Čchin se začal používat pro označení celé Číny. Velmi krutě trestal neposlušnost a zárodky protestů.

Byl vyznavačem taoistické filosofie a zabýval se problematikou nesmrtnosti. Celkem čtrnáct let budoval památník, o kterém se zachovaly jen strohé informace. Zemřel ve věku padesáti let. Po dostavení hrobky (pyramidy) o rozměrech základny 485 x 515 m bylo do ní vloženo jeho tělo. O této hrobce se zmiňuje ve svém cestopise i Marco Polo, historici o existenci hrobky věděli, dosud však nedošlo k jejímu probádání. Součástí stavby císařovy mohyly bylo vybudování slavné Terakotové armády (dnes označováno jako „osmý div světa“), která byla umístěna (ještě za života císaře Čchin) do čtyř speciálně vykopaných příkopů tzv. „pitů“.

Krátce po smrti císaře Čchin došlo v Xi-Anu k povstání rolníků, které se přeměnilo v občanskou válku. Z ní vzešla vítězně nová dynastie Chan, která se přiklonila k filozofii konfucianismu. Během tohoto povstání došlo ke zničení podstatné části terakotové armády. Místo pustlo a postupně se na terakotovou armádu zapomnělo. K dalšímu rozkvětu došlo až během 7. až 10. století za vlády dynastie Tang (618 – 907). V té době byl Xi-An městem, kde začínala Hedvábná stezka.

2. Terakotová armáda

V areálu Musea Terakotové armády v Xi-Anu je vystaveno ve třech příkopech asi 900 soch z celkového počtu více než 8000 vojáků. Mimo vojáky je součástí armády 130 vozů a 520 koní. Většina z nich nebyla dosud odkryta a nachází se pod zemí. Sochy vojáků a generalů terakotové armády byly vyráběny místními řemeslníky z místních surovin (hlína z nedaleké hory Li). Výroba soch byla částečně prefabrikována (zvláště byly zhotovovány hlavy, ruce, nohy a trupy) a sochy byly z těchto komponent kompletovány. Speciální studie dokázaly, že mohlo být použito až osm základních forem na polotovary hlavy, na kterých byly specialisty dodělávány detaily tváří, účesů, knírů apod. Po celkovém spojení jednotlivých částí byly dokončeny výrazy obličeje. Předpokládá se, že i části nohou soch byly vyráběny stejným způsobem. Na řadě soch bylo následně vytlačeno jméno sochaře, který finálně upravoval sochu.

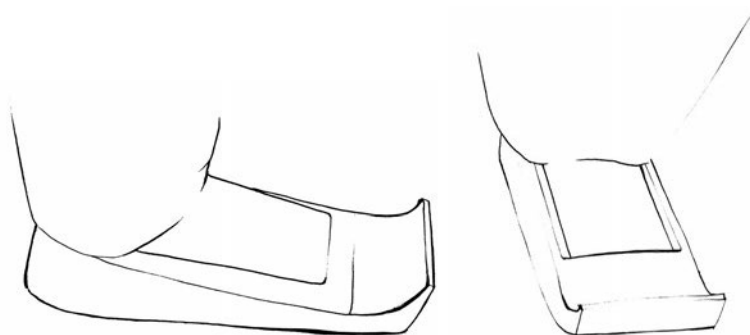
Terakotové postavy jsou v životní velikosti. Průměrná výška terakotových vojáků je mírně vyšší, než tehdejší průměrná výška mužů. Tato skutečnost je vysvětlována selekcí silnějších mladíků z běžné populace. Většina soch jsou vojáci lišící se podle druhů zbraní na bojovníky s mečem, nebo kopím a lukostřelce. Čtvrtou skupinu tvoří vozatajové. Všechny sochy vojáků byly původně doplněny skutečnými zbraněmi, které byly ukradeny během povstání, nebo se rozložily během uložení v hlině. Všichni vojáci se liší. Všichni vojáci mají velmi podobný knírek, naopak bylo identifikováno 135 typů účesů. Rozdílné jsou velikosti plátů, z nichž se sestávalo brnění (a jejich počet).

2.1. Obuv na nohách vojáků

Na nohách vojáků se vykytují dva základní typy obuvi, přičemž u každého z typů se vyskytují různé tvarové odchylky. Prvním typem obuvi je **polobotka se výrazně nízkým**

kým svrškem pokrývající nohy pod kotník. Podle náleží a v Xi-Anu provedených studií přicházejí v úvahu pro výrobu obuvi pouze dva druhy materiálu: plst' a usně (Problém použitých materiálů byl konzultován s vedením Xi-Anského musea, jmenovitě s prof. Wuyenem, který potvrdil, že z usní bylo zhotovováno brnění vojáků a z plsti byla vyráběna celá škála výrobků.). Především podle tloušťky okrajů svršku tohoto typu obuvi se domníváme, že pro typ obuvi nízkého střihu bylo použito usní.

Podle tvaru špičky nacházíme dva podtypy obuvi. Je to jednak hranatá špička a dále špička se zaoblenými tvary. Dalším rozlišujícím kritériem je typické zvednutí špičky obuvi se zužujícím se prostorem. Tyto střihy (někdy označované jako typicky čínské) jsou patrně výsledkem výrobní technologie. U všech střihů studované obuvi z Xi-anu je patrná snaha minimalizovat délku šití a to na úkor spotřeby materiálu.



Obr. 1: Čelní a boční pohled na obuv nízkého střihu s typicky zvednutou špičkou (bez šněrování).

Porovnáme-li tento typ obuvi s pravidly a zásadami používanými při konstrukci obuvi v současnosti, musíme konstatovat jeden základní zjištění: Míra prokrojení svršku je tak velká, že obuv se musela na nohách vojáků vyzouvat. Toto podezření potvrzuje i výskyt šněrovacích tkaniček. Vedle obuvi dodatečně opatřené tkaničkami (řemínky) se vyskytuje obuv opatřená bočními třmínky, přes které jsou řemínky protaženy a zavázány na nártu nohy.

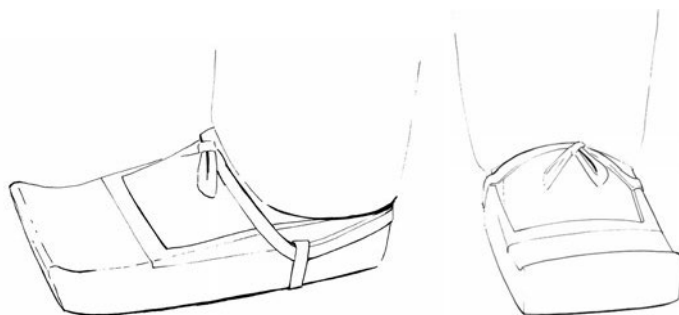
Další typ obuvi se od předešlého liší především v tom, že svršek **mokasínového typu** má okraje po celém obvodu zvednuty z horizontální roviny do roviny vertikální a vytváří jakýsi druh obsázky. Po obvodu tohoto obsázkového dílce však nebyl nalezen žádný spojovací šev. Z toho usuzujeme, že svršek musel být před sešitím s nártovým dílcem přetvarován. Přetvarování plsti je v porovnání s tvarováním usní mnohem snadnější, což částečně potvrzuje i výše uvedený předpoklad, že tento druh obuvi byl zhotoven z plsti.

I když se obuv nízkého střihu na první pohled jeví velmi podobná, zdá se pro její výrobu musely být použity odlišné technologie. Obuv se zvednutou špičkou mohla být vyráběna pouhým šitím bez potřeby kopyt, kdežto obuv s mokasínovou obsázkou (se zaobleným tvarem špičky) musela být přetvarována. Zajímavé je, že u obou druhů obuvi se vyskytují svršky bez třmínků a naopak, u obou typů nízké obuvi se vyskytují některé modely opatřené stejným typem třmínků.

Jiným problémem je funkčnost (účelovost) obuvi. Ze zjevné konstrukční mohutnosti se dá usuzovat na jistou snahu zajistit míru ochranných vlastností nejen při nutných přesunech a provádění bojových aktivit. Tento druh obuvi se vyskytoval u dvou skupin vojáků. Jednak to byli vojáci, kteří měli dlouhé kalhoty (končící těsně nad obuví – pod kotníkem) a vojáci s krátkými kalhotami. V tomto druhém případě se nepodařilo najít jakoukoliv idicii, ze které by bylo možné určit, co měli vojáci na nohách (myšleno uda používali nějaký druh ponožek, onucí, nebo zda tento druh oděvu nepoužívali).



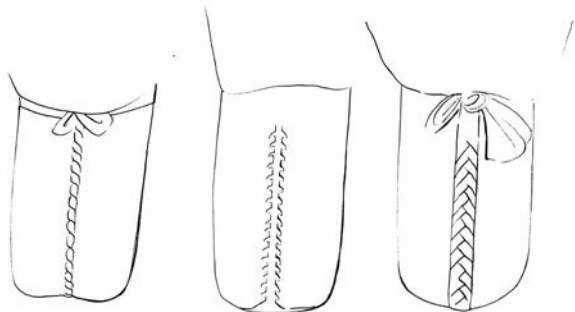
Obr. 2: Boční pohled na obuv nízkého střihu se zaobleným tvarem špičky doplněnou, bez třmínků prostým opásáním tkaničkami.



Obr. 3: Čelní a boční pohled na obuv nízkého střihu doplněnou třmínky a tkaničkami.

Jiným problémem je funkčnost (účelovost) obuvi. Ze zjevné konstrukční mohutnosti se dá usuzovat na jistou snahu zajistit míru ochranných vlastností nejen při nutných přesunech a provádění bojových aktivit. Tento druh obuvi se vyskytoval u dvou skupin vojáků. Jednak to byli vojáci, kteří měli dlouhé kalhoty (končící těsně nad obuví – pod kotníkem) a vojáci s krátkými kalhotami. V tomto druhém případě se nepodařilo najít jakoukoliv idicii, ze které by bylo možné určit, co měli vojáci na nohách (myšleno uda používali nějaký druh ponožek, onucí, nebo zda tento druh oděvu nepoužívali).

Uzavřená kotníčková obuv terakotové armády byla z nejvyšší pravděpodobnosti vyrobena z usní (i když nelze úplně vyloučit možnost výroby z plsti). Řešení stříhu tohoto typu obuvi je odlišné. I v tomto případě bylo patrně použito jednodílného svršku, prostorovosti je však dosaženo sešitím bočnicích částí podélným hřbetovým švem. Ten je proveden různým způsobem.

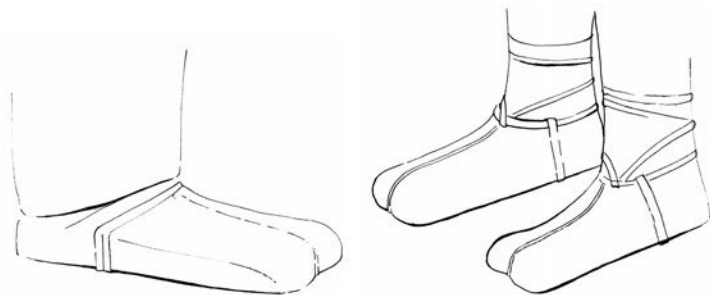


Obr. 4: Tři základní typy podélného hřbetového švu u kotníčkového typu obuvi.

Dále je nutné uvést další konstrukční odlišnosti od předešlých modelů nízkého stříhu, a sice skutečnost, že pro tyto kotníčkové stříhy obuvi je charakteristická absence zvednuté špičky. Nezodpovězenou otázkou zůstává, proč jsou tyto švy v porovnání s ostatními výrazně hrubší. Tedy, do jaké míry jsou ve své variabilitě tyto švy ozdobné, či úsporné (zkracující dobu výroby).

Vzhledem k prostorovosti obuvi, je vysoce pravděpodobné, že při výrobě kotníčkových stříhů obuvi bylo nutné používat kopyta pro tvarování.

I zde se vyskytují různé variace vylepšování bandáže. Podobně jako u mokasínové obuvi se i u plstěné obuvi vyskytují dva druhy zlepšování bandáže dodatečnými tkaničkami. Nalézáme zde jak prosté převázání tkaničkami, které bylo prováděno patrně samotnými vojáky, tak i případy obuvi opatřené bočními poutky patrně již při výrobě.



Obr. 5: Příklady bandáže kotníčkových stříhů obuvi prostým přetažením řemínkem (vlevo) a při výrobě připevněné boční třmínky (vpravo).

3. Závěr

Terakotová armáda je významným důkazem o pravidelném obouvání vojáků ve 3. století před Kr. Je z mnoha pohledů unikátní. Je to patrně jedinný případ v dějinách, kdy byla u obuvi potlačována role tzv. „sociálního statusu“. Výše popsané typy obuvi se vyskytují u terakotových vojáků napříč hodostmi (jsou na nohách důstojníků i prostých vojáků). S vysokou pravděpodobností musela být obuv zhotovena armádními řemeslníky. U obuvi nebyly nalezeny důkazy o opravách obuvi.

Poděkování

Děkujeme za veškerou pomoc a vstřícnost vedení Sechuánské university, a vedení Musea Terakotové armády v Xi-Anu, bez jejichž přístupu by nebylo možné studii uskutečnit.

4. Literatura

1. Feng Shenqui. Qin Terracotta. Beijing Normal University Press. 1. vyd., 66 s. ISBN 7-303-30591-5/G 2448.
2. Yuan Zhongyi. A Study of Terracotta Warriors and Horses of Qin Ahiuhuang Mausoleum. Cultural Relics Publishing House, Beijing 1990, 384 p., ISBN 7-5010-0431-5/K 171,
3. Ciarla Roberto. Terakotová armáda podzemní svět prvního čínského císaře, 2005, 1. Vyd. 285 p., ISBN 80-7234-470-6.
4. Zhang Lin, The Qin Dynasty Terra-Cotta Army of Dreams. 2005. Xi-An Press, 128 p., ISBN 7-80712-184-X/K 7
5. Malina Jaroslav: První císař Tvůrce Číny a osmého divu světa, Akademické nakladatelství CERM, Brno 2004, ISBN 80-7204-298-X

Prieskum a reštaurovanie najstaršej banskej mapy (Interdisciplinárny prístup ku záchrane kultúrnej pamiatky)

Alena Maková

*Slovenský národný archív,
Drotárska cesta 42, 840 05 Bratislava
alena.makova@sna.vs.sk*

Abstrakt: *Procesu reštaurovania najstaršej banskej mapy Hornej Bíberovej štólne v Banskej Štiavnici predchádzala interdisciplinárna spolupráca odborníkov rôznych oblastí. Spojila prácu archivára, fotografa, chemikova, konzervátora, výtvarníka, reštaurátora, tlačiarov, stolára, pracovníkov rôznych inštitúcií. Príspevok je zameraný na ukážku parciálnej interdisciplinarity pri záchrane vzácného archívneho dokumentu.*

Kľúčové slová: *reštaurovanie papiera, chemicko-technologický prieskum, interdisciplinárny prístup*

1. Úvod

Banské mapy a plány archívneho fondu Hlavný komorskogrófsky úrad v Banskej Štiavnici boli v roku 2007 zapísané do Registra pamäti sveta. Najstaršia mapa z tohto fondu pochádza z roku 1641 a zobrazuje všetky podzemné banské diela, technické zariadenia, pracovné činnosti a povrchové objekty Hlavného erárneho banského závodu Horná Bíberová štólňa. Jej rozmer je 213 × 173 cm. Pravdepodobne v 60. rokoch 20. storočia bola zreštaurovaná v Slovenskom národnom archíve. Možno spôsob reštaurovania alebo zlé uloženie či iné vplyvy (alebo všetko dohromady) spôsobili, že po čase bola táto mapa „zrelá“ na ďalšie reštaurovanie. Dňa 25. septembra 1990 bola presunutá opäť do reštaurátorských dielní SNA. Jej stav bol však taký zlý, že začiatok prác sa neustále odsúval. Mapa bola najprv rozobraná na 28 častí, z ktorých bola zlepená, ale až v roku 2008 sa opäť dostala na reštaurovanie. K ďalšiemu postupu bolo potrebné poznať výsledok chemicko-technologického rozboru. (Text: Mgr. Elena Kašiarová, riaditeľka Štátneho ústredného banského archívu, Banská Štiavnica.)

2. Stav mapy pred reštaurovaním

Na mape sa zachovali niektoré negatívne znaky predchádzajúceho reštaurovania. Mapa mala súvislý lesklý povlak na celom svojom povrchu. Tento sa zvýraznil pri dopadajúcom svetle a vytváral lesklú plochu, ktorá zabraňovala čítaniu mapy. Niektoré časti, najmä časti textu v spodnej partii, ktoré boli pravdepodobne poškodené už pred prvým reštaurovaním, boli podlepené jemnou sietenkou (kaprolino) a cez túto sieten-

ku boli prelakované. Celkový stav mapy vykazoval známky rozsiahleho poškodenia. Najmä v miestach, kde boli nánosy atramentu silnejšie, bol papier tak degradovaný, že v týchto miestach zostali len prázdne otvory. Celkove mapa pôsobila dojomom, že bola dlhodobo uložená v nepriaznivých podmienkach. V miestach zlomov, v častiach, kde bola pôvodne poskladaná, bola rovnako veľmi mechanicky poškodená, papier bol prelomený s početnými trhlinami až plošnými výpadkami. Celou stredovou časťou sa tiahol rozsiahly hnedý fľak, ktorý úplne zatienil pôvodnú kresbu a v týchto miestach nebola kresba vôbec viditeľná. Pravá spodná časť mapy bola poškodená natoľko, že polovica papiera poslednej časti absentovala.

Mapa bola pôvodne podlepená režným plátnom, pri predchádzajúcom reštaurovaní v spodnej časti nadstavovaným pravdepodobne plátnom novším.

Už z prvých zistení poškodenia bolo zrejmé, že jej reštaurovanie si bude vyžadovať spoluprácu viacerých odborníkov a to archivára, fotografa (digitalizátora), chemika, konzervátora, chemika špecialistu na požadovaný druh analýzy, fyzika špecialistu, reštaurátora, výtvarníka, polygrafa a v neposlednej miere i odborníkov manuálnej profesie – stolára.

3. Podiel jednotlivých profesií na záchrane mapy

3.1. Archivár

Nezastupiteľnú úlohu v procese záchrany tejto pamiatky mal samozrejme investor – archivár. Mapa je vo vlastníctve Štátneho ústredného banského archívu v Banskej Štiavnici, kde sa nachádzajú aj ďalšie cenné informácie o jej pôvode:

názov: Banská mapa hlavného banského závodu
banskoštiavnickej oblasti Horná Bíberová štôľňa
autor: neidentifikované
datovanie: 1641
technika: kolorovaná kresba
materiál: 28 hárkov ručného papiera podlepených plátnom
rozmery mapy pred reštaurovaním: š – 213 cm × v – 173 cm.

Ale od archivára sa dozvedáme aj údaje, ktoré treba dať do vzájomných súvislostí preštudovaním archívnych spisov a záznamov o vlastníkoch.

Historické súvislosti: mapa vznikla v roku 1641 pravdepodobne pri príležitosti prevzatia do ereárnej starostlivosti od súkromného banského ťažiarstva Brenner (v spise zo 16. mája 1640).

Tu sa môžeme dočítať i materiáloch a pomôckach používaných v 17. – 19. storočí pri kreslení mapy – rôzne pravítka, uholníky, orezávadlá, tužky, gummy, tuše, perá, štetce, farby, papiera...

Kresba mapy predstavuje početné banské diela so zakreslenými postavami baníkov pri rôznych činnostiach (zaujme napr. povrchné dobývanie), šachty a dobývky s vodočerpacími zariadeniami s konskou či ľudskou hnacou silou, prevádzkové objekty (gáple) a správne budovy na povrchu, dopravu rudy do huť na ďalšie spracovanie (na koňoch) a i. Postavy vykonávajúce obhliadku môžu byť zástupcami pôvodných majiteľov (napr. princípál Ferdinand Fridrich Gienger a pani grófká Montecucoli), alebo nových majiteľov z cisárskeho dvora. Rozsiahly popis bol dosť poškodený a preto zle čitateľný. Číslice v poli mapy nasvedčujú, že k nej existovala aj textová príloha.

Dozvedáme sa i to, že pracujeme s pamiatkou zapísanou do Registra pamäti sveta (Memory of the World) do Programu UNESCO, čo sa uskutočnilo v roku 2007.

3.2. Fotograf (digitalizátor)

Práca fotografa pri záchrane tejto pamiatky je mimoriadne významná. Jeho úloha spočívala v dokumentovaní všetkých krokov od vstúpenia pamiatky na pôdu SNA. Zachytenie stavu pred reštaurovaním, počas všetkých reštaurátorských prác ako i realizáciu vlastného procesu digitalizácie. Všetka dokumentácia sa realizovala pomocou digitálneho fotoaparátu vo vysokom rozlíšení [3].

Pri digitalizovaní sme pracovali so stolným skenerom Epson HP C 7716 do formátu A3. Výhodou skeneru je rovnomerné nasvetlenie po celej ploche, prakticky žiadne geometrické skreslenie a rozlíšenie ďaleko presahujúce potreby tohto skenovania. Pri skenovaní bolo použité rozlíšenie 400 dpi, ktoré bolo dostatočné pre vykreslenie všetkých potrebných detailov a zároveň nie príliš veľké, aby sa dalo na počítači s takýmto skenom pracovať. Photoshop CS2 ponúka širokú škálu retušovacích nástrojov a techník. Napríklad pomocou techniky „klonovacie razítko“ bolo možné vyretušovať všetko veľmi rýchlo a pohodlne. Táto technika nahrádza retušované plošky plôškami kopírovanými z vhodného okolia, čím splynú s okolím a škvryny takto rýchlo miznú.

Základným postupom bolo ale ručné ohraničovanie tmavších oblastí, vždy s určitým rozptylom do stratená, a ich postupné zosvetľovanie a tonálne prispôsobovanie, pričom každý pixel (obrazový bod) ostával na svojom mieste a kresba ostávala zachovaná. Zosvetlenie bolo také aby najsvetlejšie miesta tmavých škvŕn splynuli tonálne s okolím. Následne sa opäť prostredníctvom Photoshopu a jeho špeciálneho nástroja „násobenie“ zväčšovala viditeľnú kresbu tak, aby boli rozoznateľné jednotlivé výjavy. Postupovalo sa len do tej miery, pokiaľ boli aspoň čiastočne viditeľné obrysy pôvodnej kresby. Nedoplňovali sa časti chýbajúce. Pri tejto práci bola nutná spolupráca s výtvarníkom.

3.3. Chemik-konzervátor, špecialista

Postavenie chemika-konzervátora pred vlastným procesom reštaurovania je už v dnešnej dobe samozrejmosťou. Keďže nie je v možnostiach Slovenského národného archívu vykonať celkovú analýzu materiálového zloženia priamo v SNA, požiadali sme o niektoré parciálne analýzy chemikov-špecialistov na externých pracoviskách. Analýza farebných častí bola uskutočnená v Pamiatkovom úrade SR [1, 5] a analýza povrchu lakovej vrstvy v laboratóriách Colného úradu SR.

Prieskum pred reštaurovaním bol zameraný na:

- vyhotovenie fotodokumentácie zachovaného stavu pred reštaurovaním
- analýzu použitého lepidla pri predchádzajúcom reštaurovaní
- analýzu papiera
- analýzu lakovej vrstvy
- analýzu vlákninového zloženia
- zistenie pH papiera
- analýzu plátna pôvodného i novšieho

- štruktúru a vlákninové zloženie plátna nového – použitého na podlep pri súčasnom reštaurovaní
- analýzu záznamových prostriedkov a farebnej vrstvy (bola vykonaná na Chemicko-technologickom oddelení Pamiatkového úradu SR, Ing. Jana Želinská, PhD.). Po vyhotovení vstupnej fotodokumentácie digitálnym fotoaparátom sa pristúpilo ku jednotlivým analýzám, výsledky sú zhrnuté v tab. 1.

Tab. 1: Výsledky analýz.

Analyzovaný materiál	Druh analýzy	Výsledok analýzy	Realizoval
analýza lepidla	jódová skúška, Ehrlichova reakcia	škrob glej	zvierací SNA
analýza papiera			
analýza lakovej vrstvy	FTIR spektroskopia, SEM-EDS mikroskopia	lak BETUR - acetobutyrát	Laboratórium Colného Úradu, CHTO PÚ
analýza vlákninového zloženia	výfarbovacie reakcie mikroskopia v polarizov. svetle	99% zmes vlákien: bezdrevných handrových vlákien konope (juta), ľan (žihlava), 1% drevných vlákien	SNA, CHTO PÚ
analýza papiera (pred, po)	pH meter, pH indikátory	pred: 4,5 - 5,5 po: 6,9 - 7,2	SNA
analýza plátna			
plátno pôvodné	optická mikroskopia prechádzajúcim s svetle mikroskopia v polarizov. svetle	v fanové, hrubšia plátňová väzba	SNA, CHTO PÚ
plátno novšie (60.-te roky 20. st.)	optická mikroskopia prechádzajúcim s svetle mikroskopia v polarizov. svetle	v fanové, jemnejšia plátňová väzba	SNA, CHTO PÚ
nové plátno (21. st.)	optická mikroskopia prechádzajúcim s svetle mikroskopia v polarizov. svetle	v osnova: hodvábné vl. útok: bavlna	SNA, CHTO PÚ
analýza záznamových prostriedkov			
atrament z písma	SEM-EDS mikroskopia, vfarbovacie reakcie	železegalový atrament s prímесou Cu	SNA, CHTO PÚ
kontúry modrého atramentu	SEM-EDS mikroskopia	nepotvrdené azofarby, ale príř. Cu	CHTO PÚ
zelené ľavírovanie	SEM-EDS mikroskopia	organické farbivo, prítomnosť železitých hlinitokremičitanov, resp. železité hlinky	CHTO PÚ
hnedý atrament z kresby	SEM-EDS mikroskopia	mednaté pigmenty a príř. červené rumelky HgS	CHTO PÚ

3.4. Fyzik špecialista

Vzácné kultúrne a historické artefakty, ktoré sa nachádzajú v rôznych stupňoch degradácie a poškodenia je potrebné pred začatím ich reštaurovania dôkladne preskúmať rôznymi dostupnými modernými fyzikálnymi a chemickými metódami a zadokumentovať existujúci stav daného artefaktu [4]. Pri analýze – skúmaní artefaktu je významnou podmienkou súčasnej modernej reštaurátorskej praxe nedeštruktívnosť použitých fyzikálnych a chemických metód, čo vyžaduje použitie metód, ktoré nijakým alebo len minimálnym spôsobom zasahujú do skúmaného diela.

V prípade reštaurovania tejto mapy sme sa obrátili na Ústav merania SAV v Bratislave, kde na Oddelení optických metód mali pochopenie pre spoluprácu. Mapa bola podrobená skúmaniu v IČ a UV oblasti.

Infračervená (IČ) reflektografia je metóda prieskumu historických a umeleckých diel, ktorá patrí do skupiny fyzikálnych – optických metód nedeštruktívneho charakteru. Môže byť použitá na určovanie autentičnosti umeleckých diel alebo ich častí, ale najmä na nedeštruktívne odhaľovanie podkresieb, ktoré dávajú reštaurátorovi umeleckého diela cenné informácie o prvotných zámeroch a tvorivom procese maliara pri vzniku umeleckého diela. Metóda IČ reflektografie môže byť tiež efektívne použitá na zvýšenie

kontrastu textových a obrazových informácií na rôznych dokumentoch, v konkrétnom prípade na banskej mape.

V prípade banskej mapy Hlavného erárneho banského závodu Horná Bíberova štôlna obidve optické metódy – infračervená reflektografia a ultrafialová fluorescencia pomohli zlepšiť kontrast pri zviditeľňovaní časom degradovaných grafických a textových informácií na tejto vzácnjej banskej mape.

3.5. Reštaurátor

Na reštaurovaní mapy sa podieľalo viacero reštaurátorov. Ich činnosť bola rozdelená na [5 – 7]:

- rozoberanie, mechanickú očistu
- odstraňovanie pôvodného lepidla
- dolievanie chýbajúcich častí papiera
- prípravu nového podlepového plátna
- farbenie, škrobenie
- postupné lepenie 28 častí podľa pôvodného postupu
- adjustáciu na podrám
- lokálnu retuš dolievaných častí
- spoluprácu s fotografom, tlačiarom.

Odstránenie acetobutyrátu celulózy (laku na povrchu mapy) sa uskutočnilo pomocou acetónu, ponorom jednotlivých častí do rozpúšťadla tak, že objekt bol kladený kresbou smerom nadol ku rozpúšťadlu. Na niektorých miestach jeho odstránenie nebolo úplne možné, pretože to nedovoľovala zoslabená štruktúra papiera. V návrhu na reštaurovanie bolo treba zohľadniť použitie deacidifikácie a spevnenia papiera.

Po odstránení hornej lakovej vrstvy boli papiere ponechané pod záťažou do času, kým sa pristúpilo ku doplňovaniu ich chýbajúcich častí. Keďže analýzou vlákninového zloženia papiera bolo dokázané, že väčšina vlákny je bezdrevná, použili sme na doplňovanie chýbajúcich častí papiera zmes vlákien z bavlny a ľanu v pomere 60:40, ktorú sme vopred nafarbili cartasolovými farbivami a ich kombináciou si pripravili vhodný farebný odtieň. Chýbajúce časti sa doplňovali na staršom dolievacom zariadení v Slovenskom národnom archíve za súčasného doglejenia a deacidifikácie. Na povrchové doglejenie bol použitý pšeničný škrob a na deacidifikáciu vodný roztok hydrogénuhličitanu horečnatého $Mg(HCO_3)_2$ o koncentrácii 0,1 mol/l.

Všetky časti mapy boli po doliatí celoplošne podlepené japonským papierom o hmotnosti 9 g/m². Ako lepidlo bol použitý pšeničný škrob uvarený v deacidifikačnom roztoku.

Po konsolidovaní všetkých kusov mapy, sa pristúpilo k adjustácii. Rozhodli sme sa mapu podlepiť plátnom a tak ju opatrne vypnúť na podrám. Pre tento spôsob adjustácie sme sa rozhodli, z dôvodu ľahkého transportu mapy, ako aj pevnosti. Veľkú úlohu pri rozhodovaní zohral aj fakt, že dostupné materiály, zvažované na podlepenie, nespĺňali kritéria chemickej stability. Preto bolo na podlepenie použité plátno v zmesi bavlna a hodváb. Plátno bolo najprv vypraté v horúcej vode, aby bolo zbavené nečistôt z textilnej výroby, ale aj z dôvodu zabezpečenia rozmerovej stálosti. Z estetických dôvodov bolo plátno farebne upravené na odtieň príbuzný tónu mapy. Pre dosiahnutie lepšieho

vypnutia bolo plátno naškrobené riedkym škrobovým lepidlom a za vlhka natiahnuté na pomocnej doske.

Po vyschnutí plátna sa pristúpilo k lepeniu 28 častí mapy. Chronológia lepenia jednotlivých kusov mapy, mala svoj postup a ten bol dodržaný. To znamená, že sme začínali lepiť prvý kus v pravom hornom rohu, tak ako tomu bolo v minulosti. Ďalej sa postupovalo tak isto, teda stále sprava na koniec riadku. Takto bola mapa nalepená až po posledný kus a ponechaná na preschnutie. Pred samotným lepením boli jednotlivé kusy mapy zvlhčené a až potom bolo na zadnú stranu nanesené lepidlo. Na lepenie bol použitý hustejší pšeničný škrob. Finálnym krokom procesu reštaurovania bola retuš. Pôvodným zámerom bolo retušou eliminovať rušivé škvrny, ktoré nebolo možné odstrániť pri čistení. Nakoniec, na požiadavku investora, bola zhotovená digitálna a tlačaná kópia mapy v identickej veľkosti, ktorá umožnila odstrániť škvrny v počítači. Samotný originál mapy bol retušou scelený do lokálneho tónu, to znamená, že doliate miesta boli zatónované, tak aby mapa pri percepcii pôsobila farebne kompaktné.

Súčasťou reštaurovania bolo aj vytvorenie digitálnej kópie, identickej veľkosti a adjustácie. Jej vytvorenie umožnilo, odstrániť rušivé prvky v počítači a zvýrazniť oslabenú kresbu.

Kópia mapy bude slúžiť na reprezentačné účely, zatiaľ čo originál bude uložený v depote Štátneho ústredného banského archívu v Banskej Štiavnici.

Na obe mapy bol vytvorený ochranný obal z bavlneného plátna.

3.6. Stolár

Po dôkladnom preschnutí sme pristúpili k napínaniu mapy na drevený podrám. Ten bol vyrobený zo smrekového dreva (výroba podrámu sa realizovala vo firme Dreveco, spol. s r. o., <http://www.dreveko.sk>), so stredovým dvojkřížom a profiláciou.

Tu oceňujeme odbornú prácu stolára, krotý pomohol pri výbere materiálu a odviedol veľmi precíznu prácu. K uchyteniu plátna na podrám bol na miesto klincov, použitý samolepiaci suchý zips 3M firmy Ceiba. Páska bola po obvode nalepená na plátno a taktiež na drevený podrám. Pri spájaní suchých zipsov sa mapa postupne naťahovala, šponovala do úplného vystretia.

3.7. Polygraf

Tlačové možnosti v Slovenskom národnom archíve sú veľmi obmedzené a na to, aby sme mohli vyrobiť hodnovernú kópiu mapy tlačovou technikou, sme museli požiadať o pomoc profesionálov. [8] V prípade tlače mapy sme mali mimoriadne šťastie, že sme oslovili spoločnosť Double P, spol. s r. o.

Pre tlač mapy bola preto zvolená tlačiareň Swiss Qprint Impala priamo v Double P v Bratislave. Impala bola vyvinutá vo Švajčiarsku. Je charakteristická tým, že sa vyznačuje mimoriadnou presnosťou do detailu. Jej robustná konštrukcia umožňuje použitie širokého spektra potlačovaných materiálov do rozmeru 2,5 × 4 metra, hrúbky 50 mm a hmotnosti 400 kg. Vizualne rozlíšene je 1200 × 1200 DPI.

Technológia tlače je Piezoelektrická atramentová (DOD) a používa UV vytvrdzované atramenty vo farebnej škále binárnej alebo odtieňoch šedej, bez solventu. K dis-

pozícii je 9 kanálov s farbami. UV vytvrdzované atramenty sú tvorené pigmentom, monomérmí a oligomérmí, len s minimálnym zápachom. Samotná polymerizácia je inicializovaná UV žiarením vhodnej vlnovej dĺžky 250 – 450 nm. Výsledkom polymerizácie je tenká farebná vrstva nanášaná viacerými prechodmi nad materiálom kvapkou veľkosti 13 pl. Použitie pigmenty zabezpečujú vysoký farebný gamut, blízky gamutu ISO coated. Kópia bola vytlačená na papieri Maestro Print 250 g/m². Po vytlačení a úprave jednotlivých hárkov na potrebný rozmer sme ďalej postupovali rovnako ako v prípade originálu.

Zapojením viacerých profesií a ich odborných vedomostí sa podarilo úspešne zrealizovať záchranu tohoto vzácneho dokumentu. (Obr. 1, 2)



Obr. 1: Stav originálu po reštaurovaní.

Obe mapy, originál ako i kópia, boli chránené pri transporte do Štátneho banského archívu v Banskej Štiavnici bavlneným plátnom a ochrannou fóliou. Na transport sme využili dopravu Ministerstva vnútra SR. V deň konania seminára, ktorý sa uskutočnil 12. júna 2012 v Banskej Štiavnici, pri príležitosti jej slávnostného odovzdania, v priestoroch Slovenského banského múzea v Kammerhofe, pod názvom *Záchrana vzácneho archívneho dokumentu*, boli originál i kópie sprístupnené verejnosti.



Obr. 2: Digitálna kópia mapy.

4. Literatúra

1. Želinská, J. 2012. Analýza vzoriek atramentov z mapy. Správa. Bratislava: Pamiatkový úrad SR, Chemicko-technologické oddelenie. PÚ-12/726/3822/Pag.
2. Maková, A., Madeříčová, Z., Zelený, R., Pekár, P. Reštaurovanie najstaršej banskej mapy. In Zborník z XV. Seminára reštaurátorov a historikov. Olomouc. (v tlači)
3. Pekár, P. Výroba digitálnej kópie mapy. In Zborník zo seminára: Záchrana vzácneho archívneho dokumentu. Banská Štiavnica. (v tlači)
4. Hain, M. Infračervená reflektografia a ultrafialová fluorecencia. In Zborník zo seminára: Záchrana vzácneho archívneho dokumentu. Banská Štiavnica. (v tlači)
5. Maková, A. Osud mapy pred reštaurovaním, stav pred reštaurovaním a reštaurátorský prieskum, príprava na reštaurovanie. In Zborník zo seminára: Záchrana vzácneho archívneho dokumentu. Banská Štiavnica. (v tlači)
6. Zelený, R. Reštaurovanie papiera, dolievanie a stabilizácia papiera. In Zborník zo seminára: Záchrana vzácneho archívneho dokumentu. Banská Štiavnica. (v tlači)
7. Madeříčová, Z. Digitálne reštaurovanie obrazu pre tvorbu kópie. In Zborník zo seminára: Záchrana vzácneho archívneho dokumentu. Banská Štiavnica. (v tlači)
8. Maková, A. Tlač a konečná úprava kópie mapy In Zborník zo seminára: Záchrana vzácneho archívneho dokumentu. Banská Štiavnica. (v tlači)

Rekonzervácia a rekonštrukcia opaskového kovania z 9. storočia z Povedimu

Zbigniew Robak, Marián Knoll,
Darina Bialeková

Archeologický ústav SAV,
ul. Akademická 2, 949 21 Nitra

Abstrakt: *In this short paper authors present the outcomes of a half-year conservation process of the early medieval sword-strap fitting. The fitting was discovered at early medieval stronghold in Povedim in 1961. Because this unique mount initially remained unreconsined it was preserved only at its surface and kept in a magazine for over 50 years. During reconservation and reconstruction process based on studies on analogous fittings the artifact has been restored to its primary shape.*

Kľúčové slová: *archeológia, konzervácia, vizuálna rekonštrukcia, rekonštrukcia*

Včasnostredoveké hradisko Povedim patrí medzi najvýznamnejšie archeologické lokality na Slovensku. Bolo skúmané v rokoch 1959 – 1975 Dr. Darinou Bialekovou a tieto výskumy priniesli obrovské množstvo materiálu spojeného hlavne s prítomnosťou včasnostredovekej vojenskej posádky na lokalite, no získaný materiál je dosť rôznorodý. Medzi výrobkami zo železa majú prevahu depoty a jednotlivé kusy sekerovitých hrivien. Ich množstvo svedčí nielen o strategickom, ale aj ekonomickom význame tohto hradiska v rámci regionálnych sídelných štruktúr.

Spracovávané kovanie sa našlo v roku 1961 na polohe Podhradišťa v sonde VII, ktorá bola rezaná naprieč valom a priekopou. Sonda bola vytýčená v mieste markantnejšieho zvlnenia terénu a väčšej koncentrácie prepálenej zeme. Priniesla zaujímavé poznatky nielen k šírke komôr skeletu valu, ale aj k určitým stavebným prvkom fortifikácie. Touto sondou sa s najväčšou pravdepodobnosťou prišlo na nosnú konštrukciu strážnej veže. Kovanie bolo nájdené v zásype južnej kolovej jamy, čo je dôležité z hľadiska ďalšieho riešenia chronológie lokality (Bialeková 1963, 359 – 360; Bialeková 1978).

Povedimské kovanie bolo prvým kovaním tohto typu nájdeným na Slovensku. Účel kovania, pôvodne považovaného za pánt dverí bol prehodnotený až po objavení podobného kovania opasku k meču na pohrebisku v Závade (Bialeková 1982, 145). Bohužiaľ, z dôvodu prvotného zaradenia kovania medzi bežné hospodárske predmety, sa jeho konzervácii v minulosti nevenovala náležitá pozornosť. Kovanie nebolo dosiaľ prezentované ani publikované.

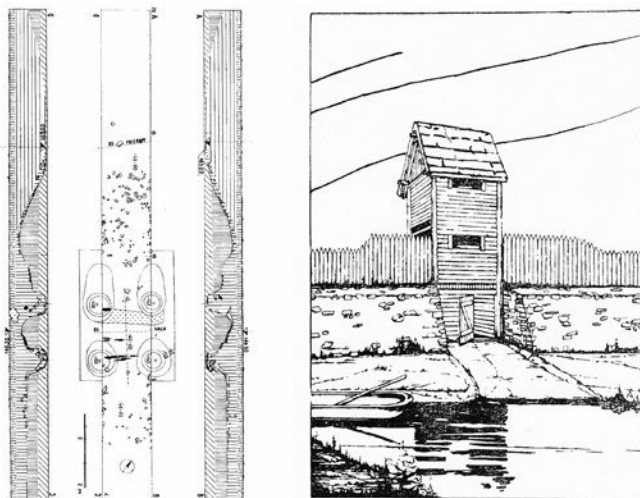
Opaskové kovanie z Povedimu bolo pravdepodobne zakonzervované taktiež v roku 1961. Po tejto konzervácii kovanie malo váhu 66 g a rozmery 10,2 cm dĺžky a 2,9 šír-

ky. Na jeho povrchu sa nachádzala súvislá 1 – 2 mm vrstva netransparentného laku. Práve preto sa prvotne realizoval jeho RTG prieskum. RTG snímok odhalil celkový stav predmetu z hľadiska vonkajšej a vnútornej korózie i jeho reálny tvar. Zreteľne sa ukázali nové detaily ako zdobenie, dierky nitov a nity. Následne sa pristúpilo k procesu čistenia kovania v Acetóne C_3H_6O pomocou jemných štetcov. Na takto vyčistené a vysušené dva hlavné fragmenty sa prilepili pôvodné drobné úlomky sekundovým lepidlom značky Loctite. Pre veľkú tvrdosť a hrúbku krusty oxidov na povrchu kovu boli obidve časti otryskávané pieskom Aluminiumoxid a sklenenou balotinou. Tlakovým čistením sa oddelila horná časť kovania. Nit sa nezachoval. Po ukončení procesu čistenia kovanie dosiahlo váhu 53 g a rozmery 9,5 cm dĺžky a 2,5 cm šírky, čo je blízke pôvodným rozmerom predmetu.

Konzervácia prebiehala štandardne. Čistý povrch fragmentov sa postupne dvakrát natrel prípravkom WD. Vysušenie troch častí trvalo 24 hodín pri teplote 30 °C. Pri rekonštrukcii boli využité paralely už nájdených kovaní z Bojnej i Nitry. Na doplnenie chýbajúcich častí sa použil produkt ECO EPOXY 1200. Nit sa vyrobil novodobou technológiou. Všetky doplnené epoxidové časti sa patinovali do farby pôvodného kovu. Rekonzerváciou sa získali nové poznatky, ktoré umožnia archeologický nález typologicky zaradiť v kontexte skúmania veľkomoravského remeselníctva. Rekonštrukciou sa dosiahla kinetickosť, funkčnosť a tvarová realnosť predmetu. Použitý epoxid umožňuje reverzibilitu. Rekonzervačné a rekonštrukčné práce prebiehali od mája 2012 do januára 2013. Na rekonštrukciu bolo použité 2 g epoxidu.

Vizuálna rekonštrukcia sa realizovala počítačom v programe Photoshop CS6. Vytvorila sa súbežne s plastickou rekonštrukciou, a z tohto dôvodu vystupujú rozdiely v prístupe k tvarom a detailom kovania. V priebehu konzervácie sa zistilo napríklad, že hlavičky nitov sú štvorcové, čo je neobvyklé, alebo sa objavili detaily výzdoby prívlečky. Ako predloha k počítačovej rekonštrukcii poslúžila séria podobne zdobených kovaní známych z archeologických materiálov pochádzajúcich z územia Veľkej Moravy a Slovinska (Robak, v tlači). Rekonštrukčné práce boli vykonávané v rámci projektu spolufinancovaného Európskou Úniou: Operačný program Výskum a Vývoj: „Centrum výskumu najstarších dejín stredného Podunajska“, aktivita 2.2.: Výskum progresívnych metód dokumentácie, konzervácie a rekonštrukcie archeologických nálezov 2010 – 2013.

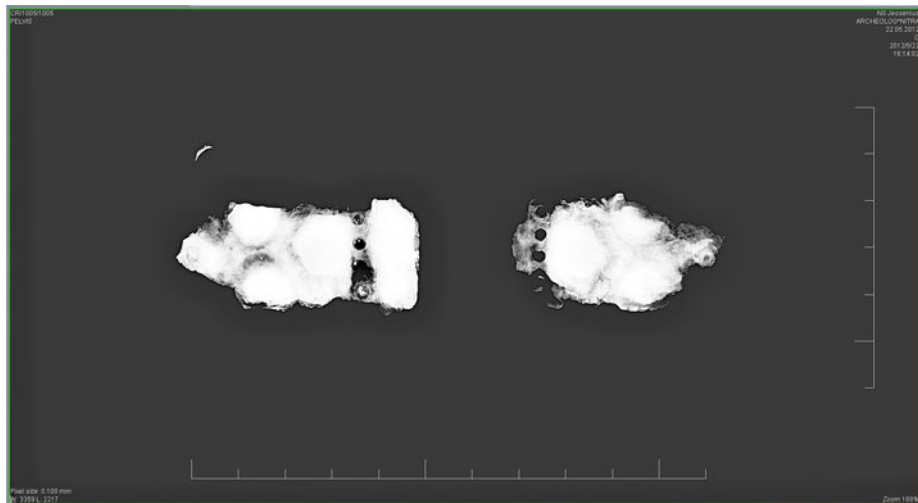
Nedostatočné metódy v konzervácii používané v 60. a 70. rokoch spôsobujú dnes katastrofálny stav niektorých nálezov, najmä kovových a organických. Výnimočný pobedimský nález sa podarilo zachrániť na poslednú chvíľu. Príklad „pracujúceho“ kovania z Pobedimu, ako aj ďalších nálezov, upozorňuje na dôležitú skutočnosť správania sa materiálov pri nekvalitnom, alebo nedostatočnom zakonzervovaní a uskladnení v depozitároch. Preto je potrebné nepretržité monitorovanie nálezov v múzejných depozitároch a skladoch. Napriek vývoju technológií a techník konzervácie, množstvo získaných predmetov presahuje jednoducho fyzické schopnosti človeka, často aj finančné, čo nutne vedie iba k povrchnej konzervácii nálezov považovaných za „menej zaujímavé“. Aby sa predišlo tejto situácii, tak ako je tomu v prípade kovania z Pobedimu, je potrebná aspoň súčasná digitalizácia novozískaných nálezov, a v budúcnosti aj tých uložených v depozitároch. Je rovnako dôležité priebežné vykonávanie monitoringu stavu nálezov a zdokumentovanie ich aktuálnej podoby.



Obr. 1: Pôdorys sondy VII a rekonštrukcia strážnej veže.



Obr. 2: Kovanie – stav pred konzerváciou.



Obr. 3: Snímok RTG kovania.



Obr. 4: Rekoštrukcie – reálna (hore) a digitálna (dolu).

Literatúra

1. Bialeková, D. 1963, Výskum slovanského hradiska v Pobeďime v rokoch 1959 – 1962. In: Archeologické Rozhľedy, roč. 15, s. 349, 364, 369 – 372.
2. Bialeková, D. 1978, Výskum a rekonštrukcia fortifikácie na slovanskom hradisku v Pobeďime. In: Slovenská Archeológia, roč. 26, s. 149 – 177.
3. Bialeková, D. 1982, Slovanské pohrebisko v Závade. In: Slovenská Archeológia, roč. 30, s. 123 – 157.
4. Robak, Z. v tlači, The age of migrating ideas. A short contribution to a cruciform decoration of a Great Moravian strap fitment in 9th century. In: Bewaffnung und Reiterausrüstung des 8. bis 10. Jahrhunderts in Mitteleuropa. Internationale Tagungen Mikulčice IX, Brno.



„Podporujeme výskumné aktivity na Slovensku/Projekt je podporovaný zo zdrojov EÚ“

Je kostolík v Kopčanoch skutočne z obdobia Veľkej Moravy a organ v Štítniku zo štrnásteho storočia? Čo o tom hovorí dendrochronológia

Vladimír Bahýl¹, Peter Fleischer²,
Ľuboš Krišťák¹, Tibor Mészáros¹,
Martin Pastierovič¹, Andrej Štafura³

¹KFEAM, DF TU vo Zvolene

bahyl@tuzvo.sk

²Výskumná stanica a múzeum, Štátne lesy TANAP-u, Tatranská Lomnica

³Ústav hudobnej vedy SAV Bratislava

Abstrakt: Práca pojednáva o dendrochronologickom určení veku vzácnej veľkomoravskej pamiatky – kostolíka v Kopčanoch. Aby nebolo pochyb o správnosti nášho datovania, nechali sme vzorky dreva, jednoznačne z obdobia výstavby kostolíka odatovať aj rádioizotopovou – rádionuklidovou metódou. Obe metódy, ako dendrochronológia, tak aj rádionuklidová metóda dávajú rovnaký výsledok.

Tak isto sme dendrochronologicky určili vek vzácného renesančného organa v Štítniku. Tu naše určenia veku tohto artefaktu vlastne nahrádzajú v plnej miere dnes už chýbajúcu písomnú dokumentáciu.

Kľúčové slová: dendrochronológia, kostolík v Kopčanoch, organ v Štítniku

1. Úvod

Národ, ktorý nemá „pamäť“ nemá ani budúcnosť. Povedal ktosi múdry. My by sme si dovolili pridať, že aj národ, ktorý zanedbáva, prikrášľuje či nebudaj prekrúca svoju históriu tak isto nemá budúcnosť. Aby slovenský národ budúcnosť mal (nielen tú „svetlú, lebo tej už niet), rozhodli sme sa vedecky skúmať tými metódami, ktorým rozumieme resp. sa im viac desaťročí aktívne venujeme, dve vybrané historické, kultúrne pamiatky na Slovensku. Tie metódy sú dendrochronológia, matematická štatistika a v prípade organa v Štítniku aj muzeológia.

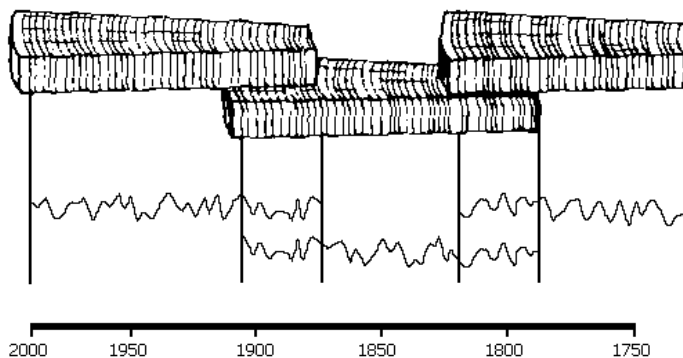
Otázky, ktoré si kladieme sú: Je teda kostolík v Kopčanoch z obdobia Veľkej Moravy, teda bol postavený pred rokom 905 a obdobne, je organ v ev. a. v. chráme Božom v Štítniku renesančnou pamiatkou? Na tieto dve otázky sme sa stretli s takými i onakými odpoveďami opierajúcimi sa o rôzne argumenty. Touto prácou (a to zdôrazňujeme) neberieme a nechceme brať nikomu jeho názor na vec. Chceme iba do diskusie, vedeckej, nie emocionálnej diskusie predložiť argumenty o ktorých dúfame, že do predmetnej problematiky vnesú tak potrebné svetlo vedeckých poznatkov.

2. Dendrochronológia

Dendrochronológia sa sformovala na začiatku 20. storočia. Jej zakladateľom bol Američan A. E. Douglass. Od r. 1904 si začal overovať svoje hypotézy v polosuchých oblastiach severnej Arizony. Odvtedy sa dendrochronológii venoval celý život. V r. 1937 založil v Arizonskom inštitúte Laboratórium štúdia ročných kruhov dreva (Tree-Ring Laboratory). Založil aj Spoločnosť štúdia ročných kruhov (Tree-Ring Society), ktorá začala v r. 1934 vydávať Bulletin ročných kruhov (Tree-Ring Bulletin). V ostatných krajinách sa dendrochronologické pozorovania začali vyvíjať neskôr – najintenzívnejšie sa rozvíjali v Nemecku, Anglicku a v Škandinávii.

Dendrochronológiu však využívajú aj archeológovia na presné datovanie archeologických nálezov, historici umenia na presné datovanie historických malieb a plastík a aj na overenie pravosti umeleckých diel. Takto sa dendrochronológii otvárajú ďalšie možnosti napr. pri spolupráci s aukčnými sieťami. Táto disciplína má, samozrejme, široké využitie aj v iných oblastiach, ako je napr. paleoklimatológia, paleohydroológia, dendrogeomorfológia a iné. To však prekračuje rámec predkladanej práce a v nasledujúcich riadkoch sa týmito spôsobmi využitia dendrochronológie nebudeme zaoberať.

Pri dendrochronologických výskumoch treba predpokladať, že drevo sa po spílení nemuselo použiť na stavebné účely ihneď. Vzťah medzi dobou spílenia a dobou spracovania charakterizujú viaceré faktory: stopy prehistorických a historických drevoobrábacích nástrojov na dreve, napr. zárezy, svedčia o spracovaní dreva ešte v čerstvom stave hneď po spílení, chýbajúce radiálne lúče a medzery medzi omietkou a drevom na stavbách tiež vypovedajú o vstavaní v čerstvom stave. Niektoré písomné pramene a moderné výpočty tiež potvrdzujú vyššie uvedené fakty. Niekedy bol medzi spílením a spracovaním istý časový odklad, pričom väčšinou sa drevo použilo do 6 rokov od spílenia. Európske tabuľové maľby, ktoré vznikli v 15. – 17. storočí, boli zhotovené na podklade z dreva, ktorý sa skladoval 3 – 10 rokov.



Obr. 1: Schéma konštruovania dendrochronologického časového radu.

Dendrochronológia je založená na fakte, že rozdielnym klimatickým podmienkam v priebehu jednotlivých rokov zodpovedajú rozdiely v šírkach prírastkov letokruhov

v prierezoch kmeňov drevín. Vzájomným čiastočným prekryvaním a napájaním stále starších letokruhových kriviek je možné postupovať hlboko do minulosti. Vid' schematický obrázok číslo 1. Ak existuje pre určitú oblasť základná letokruhovú krivku, dá sa k nej priradiť krivka skúmaného dreva. Ak má skúmaná vzorka aj posledný letokruh a základná krivka je absolútne datovaná (t. j. napojená na krivky, ktoré idú až do súčasnosti), je možné stanoviť rok zoŕatia stromu. Inak sa identifikuje najmladší ročný kruh a tomu sa hovorí posledný identifikovaný ročný kruh.

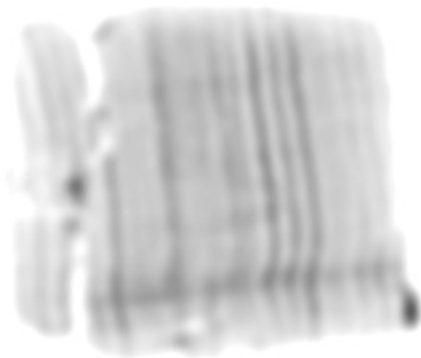
Nám sa takto podarilo zostaviť súvislý rad širok ročných kruhov až do deviateho storočia pred Kristom a v širšom zmysle, cez informácie o aktivite Slnka až do deviateho tisícročia pred Kristom. Môžeme teda skúmať drevo až do mladšej doby kamennej. A čo sa týka presnosti, máme za sebou desiatky určení veku rôznych artefaktov, zbytkov opevnení, naplaveného dreva atď. Ani raz sme sa nepomýlili a naše výsledky sú v presnom súlade s určením veku danej vzorky inou metódou alebo u tých mladších dokonca písomnou pamiatkou. Pokiaľ táto samozrejme existovala.

3. Kostolík v Kopčanoch – Úvod

Kostolík sv. Margity Antiochijskej je toho času v procese reštaurovania. Pritom sa ukázalo, že naprieč murivom sú vložené drevené mierky, ktoré jednoznačne slúžili stavbárom a v žiadnom prípade neboli do muriva zabudované dodatočne, po ukončení stavby. Ide teda o súčasť stavebného materiálu v procese jeho výstavby, teda kostolík je tak starý ako drevo v ňom zabudované. Tieto „nivelačné kolíky“ nám boli dané na dendrochronologický rozbor s cieľom určiť ich vek.

Určenie veku daného objektu je prioritou číslo jeden, nakoľko sa jedná o objekt s určitou zasahujúci do ranných období našej štátnosti.

Vzorka je pomerne nevelká a obsahuje skutočne kriticky malý počet ročných kruhov a ak by neboli svojím spôsobom „zvláštne“ usporiadané, nedalo by sa z nich nič alebo len veľmi málo určiť. Našťastie, ako ukazuje obrázok číslo dva, vzorka je špecifická a aj pri tak malom počte ročných kruhov na dendrochronologické analýzy vhodná.



Obr. 2: Štruktúra ročných kruhov vzorky dreva vybraného z muriva kostolíka v Kopčanoch.

Vzorka ako taká bola nedeštruktívne, počítačovým tomografom zosnímaná a vybrané snímky, t. j. tie, ktoré mali veľký počet identifikovaných ročných kruhov boli premerané elektronickou cestou a z týchto meraní boli pomocou príslušných kalibrov vyhotovené časové rady ročných kruhov.

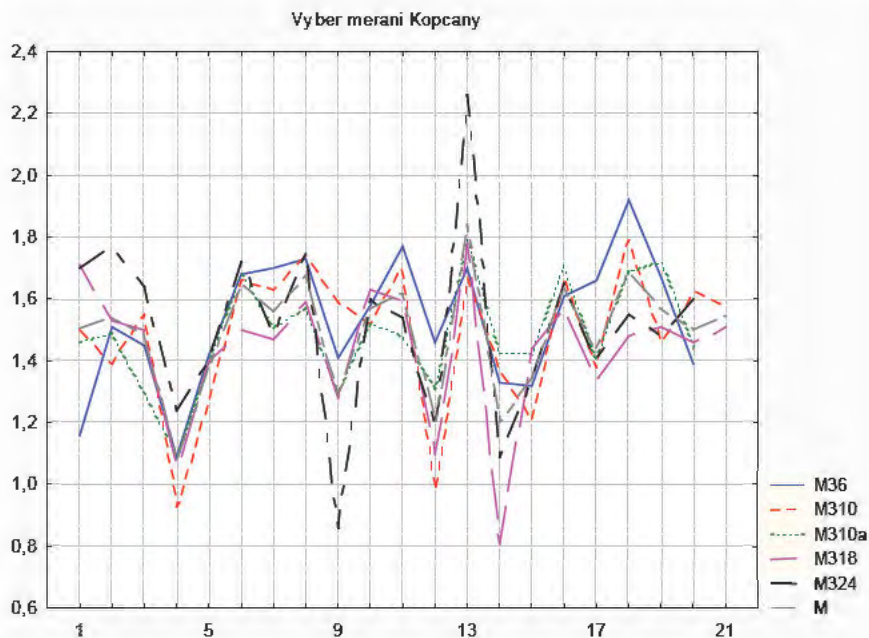
Celkove bolo vybraných desať snímok a každá snímka bola päť krát nezávisle premeriavaná a vyhodnocovaná.

Pretože ide o veľmi staré drevo, k materiálu sme pristupovali s rešpektom tak, aby sa zachoval pre prípadné skúmania v budúcnosti. Po našich analýzach bol materiál vrátený kolektívu reštaurátorov.

Pretože ide o materiál prvoradého významu, nechali sme určiť jeho vek aj metódou C^{14} . Výsledky testov sú v závere tejto časti práce.

4. Dendrochronologické analýzy

Z tomografických záznamov boli presne podľa kalibračných škál v systéme AutoCad premerané šírky jednotlivých identifikovaných ročných kruhov. Bolo vybraných desať snímok z rôznych častí vzorky a pritom každá snímka bola premeriavaná nezávisle päť krát.



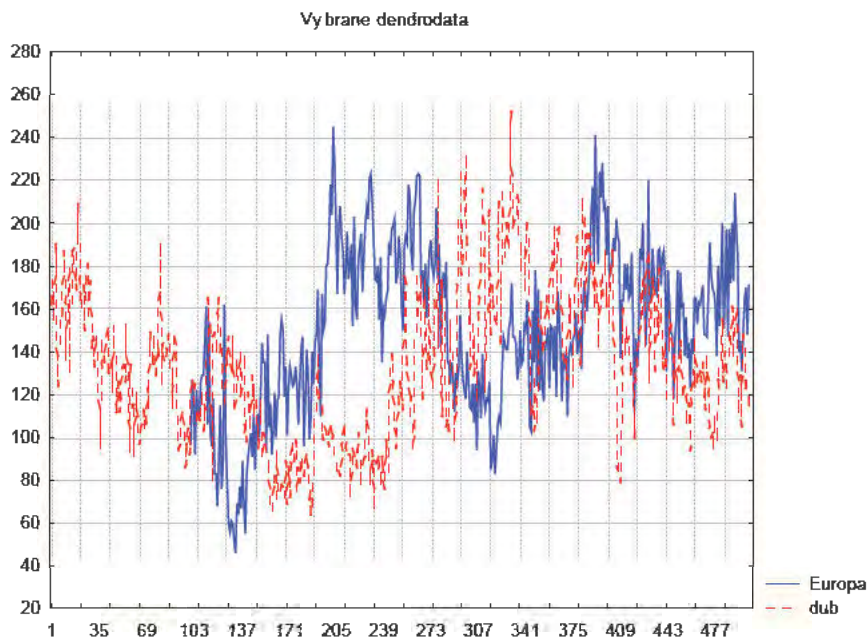
Obr. 3: Výber zo šiestich tomogramov – rozloženie šírok ročných kruhov vo vzorke.

Je vidieť, že štruktúry ročných kruhov vzorky si navzájom neodporujú, ale systematicky do seba zapadajú a vytvárajú jednotný rad hodnôt.

Takto získané podklady boli na seba presne nadviazané metódou križových korelácií a bol vytvorený jeden dendrochronologický časový rad, ktorý bol následne porovnávaný s dvomi dendrochronologickými štandardami. Ide o naše už spomenuté dáta, siahajúce až do ôsmeho storočia pred Kristom, ktorá sme vypracovali v rámci grantu Ministerstva školstva SR VEGA číslo 1/3753/06. Tieto dáta spolu s tam vypracovanými matematicko štatistickými metódami, opierajúcimi sa v prvom rade o Box – Jenkinsovu metódu nám umožňujú analyzovať dendrochronologické dáta prakticky z celej strednej Európy.

Drevo z Kopčian je nepochybne miestneho charakteru a teda nami zostavené časové rady je naň možné aplikovať bez akýchkoľvek obáv z nepresného datovania. Navyše, ako je zrejmé z obrázku 2, v štruktúre ročných kruhov vzorky sa vyskytujú výrazné variácie, ktoré sa prejavujú ako tmavé a široké ročné kruhy. Máme za sebou viac ako dvadsať rokov skúseností v oblasti dendrochronológie a dovolíme si s určitou tvrdosťou tvrdiť, že pravdepodobnosť opakovania tejto štruktúry v iných rokoch je úplne zanedbateľná.

Pretože dendrochronologické analýzy sú aj pri použití počítača náročné záležitosti, obmedzili sme naše hľadanie zhody na roky od 750 do 1250 tak, aby sme obsiahli čas od predveľkomoravského obdobia až do obdobia plne rozvinutého uhorského štátu. *(Nie sme historici a takto pracovne sme si dovoľili nazvať tento úsek našich dejín.)*

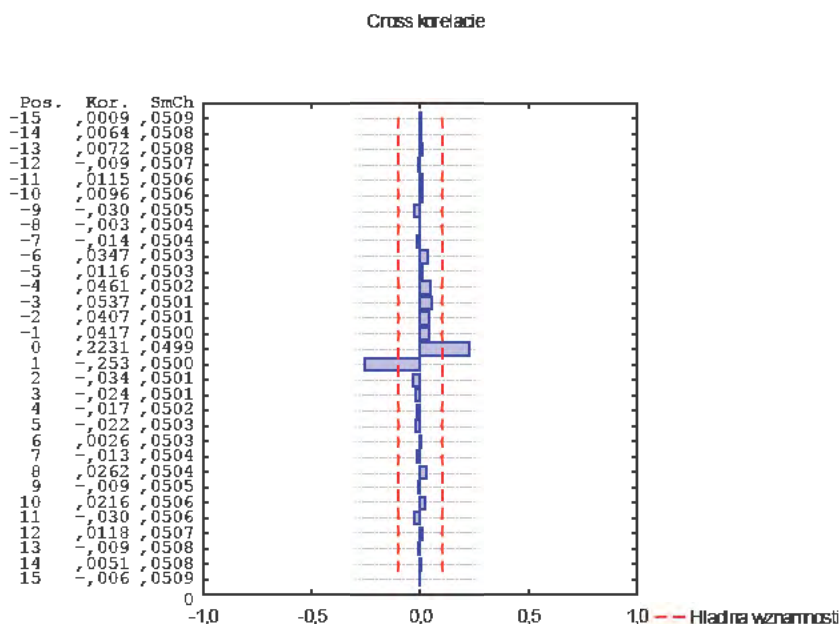


Obr. 4: Variácie dendrochronologických štandardov za skúmané obdobie.

Predmetný úsek dendrochronologických dát, resp. výber z neho je ilustračne daný na obrázku číslo 4. Je z neho vidieť, že variácie štruktúr ročných kruhov sa neopakujú a teda, že dendrochronologické datovanie má svoju nepochybniteľnú spoľahlivosť.

5. Rok najlepšej zhody

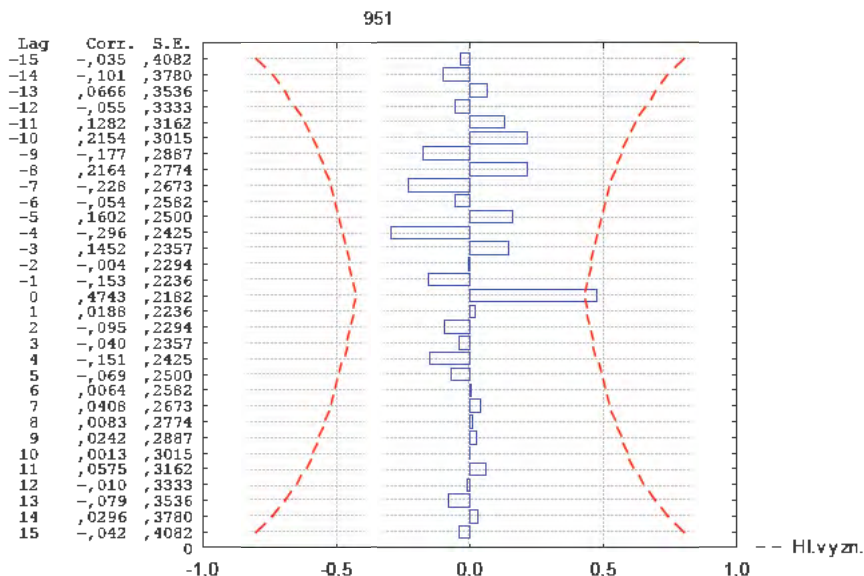
Nami vykonané analýzy boli veľmi náročné. Predovšetkým počet širok ročných kruhov v skúmanej vzorke je takmer na hranici prijateľnosti. Na druhej strane ale v náš prospech vystupuje fakt určitej výnimočnosti štruktúry ročných kruhov vzorky tak, ako sme o tom hovorili v úvode. Celkove sme realizovali analýzy na už spomínaných dvoch nezávislých dendrochronologických časových radoch, ktorých korelácia – teda spoľahlivosť je veľmi vysoká. K tomuto vid' obrázok 5, ktorý predstavuje histogram krížových korelačných koeficientov pre predmetné rady.



Obr. 5: Kontrolná krížová korelácia derndrochronologických štandardov.

Samozrejme sme nepracovali priamo s hodnotami širok ročných kruhov, ale s transformovanými hodnotami, ktoré sme matematicky očistili od trendov a náhodných variácií, ktoré by mohli spôsobiť tzv. alias identifikáciu.

Hľadaním korelácie, zhody cez celé vybrané pole dát sme našli, že štatisticky najvýznamnejšia zhoda je pre úsek, ktorému prislúcha rok 951 ako rok v ktorom bol vytvorený posledný nami identifikovaný ročný kruh. Príslušný diagram je zahrnutý do tejto správy na obrázku 6.



Obr. 6: Štatisticky najvýznamnejšia korelácia dendrodát vzorky z Kopčian.

Získané údaje boli okrem testu na korelačný koeficient skúmané aj na Studentov t-test zhody korelačných koeficientov. Hodnota t-testu bola veľmi vysoká, čo dodáva ďalšiu hodnovernosť nášmu výsledku.

6. Kopčany záver

Na základe dendrochronologickej analýzy vzorky dreva vybraného priamo z historického muriva konštatujeme, že posledný nami identifikovaný ročný kruh bol vytvorený (rástol) v roku 951. Je treba ale poznamenať, že nejde o tzv. podkörný ročný kruh, teda ten, ktorý sa vytvoril (rástol) ako posledný a je totožný s rokom vyrúbania kmeňa stromu. Čiže správnejšie je konštatovanie, že drevo nebolo do muriva zamanipulované pred rokom 951. Na druhej strane ale ročné kruhy na vzorke vykazujú veľmi malú krivosť, čiže ide o drevo vymanipulované z časti kmeňa bližšej kôre a teda, že od rastu ročného kruhu z roku 951 neuplynulo veľa času, kým bolo drevo zoťaté a použité pri stavbe kostolika.

Takže podľa dendrochronologickej analýzy kostolík sv. Margity Antiochijskej bol postavený začiatkom druhej polovice desiateho storočia.

Na podporu tohto nášho uzáveru sme nechali nezávisle preskúmať vzorku na Univerzite Komenského v laboratóriu datovania rádiouhlíkovou metódou. Keďže ide o veľmi závažnú vec, rozhodli sme sa z vyhotovenej správy nevyberať, ale výsledok

dať do tejto práce. Rádiouhlíkové datovanie je v absolútnej zhode s dendrochronologickým datovaním. Pre úplnosť tu dávame text zo správy, ktorú pre nás urobil Dr. A. Šivo z Univerzity Komenského. Komentár to podľa nás nepotrebuje nijaký.

Výsledky rádiouhlíkového datovania dreva z lokality Kopčany

hmotnosť vzorky použitej na rádiouhlíkovú analýzu: 22,5 g

hmotnosť vzorky po chemickom spracovaní: 8,5 g

úbytok vzorky: 14 g (62,2 %)

hmotnosť spálenej vzorky: 8,5 g

obsah uhlíka vo vzorke: 39,0 %, $\delta^{13}\text{C} = -24,581 \text{ ‰}$

Vek vzorky: 1025 ± 60 cal BP

925 ± 60 cal AD

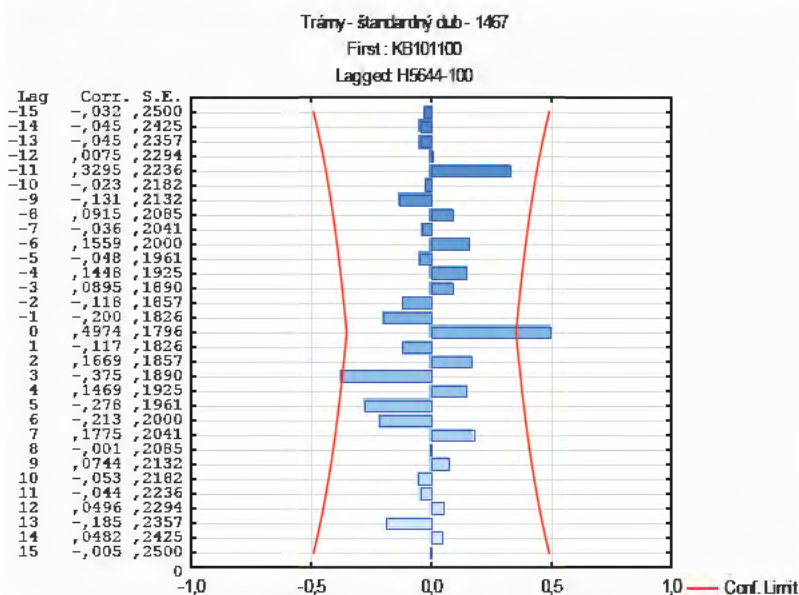
Vek vzorky je udávaný zaužívaným spôsobom a uvedená symbolika zodpovedá súčasnej norme označovania dát, prezentovanej v časopise Radiocarbon. Cal je označenie pre kalendárny vek, ktorý je podstatný pre potreby absolútneho datovania. BP označuje „before present“ (t. j. pred rokom 1950), AD označuje „Anno Domini“ (t. j. nášho letopočtu). Chyby výsledkov predstavujú štandardnú neistotu 1σ , t. j. výsledok sa nachádza v uvedenom intervale s pravdepodobnosťou 68,3 %.

6. Organ z ev. a. v. chrámu Božieho v Štítniku



Obr. 3: Nosný trám organa. Je na ňom jasne vidno tangenciálnu štruktúru ročných kruhov od jadra až po belové drevo.

V ev. a. v. chráme Božom v Štítniku za a nad barokovým organom sa nachádza podstatne menší no evidentne renesančný organ (teda aspoň jeho skriňa má všetky charakteristiky renesančného diela). Tento organ je položený na širokých fošniach, ktoré sú uložené na dvoch dubových hranoloch, pevne votknutých do steny veže chrámu. Je nemyšliteľné, že by sa mohutná konštrukcie veže bola postavila skôr a potom by bol daktó rúbal do steny otvory pre oné hranoly a zamurovával ich. Je to skutočne absurdné a jediná správna odpoveď na tento problém je, že už pri stavbe veže staviteľia počítali, že z vnútornej strany veže bude v chráme na maličkom chóre organ. Teda, ak správne odatujeme trámy, odatujeme tým aj stavbu samotnej veže. Predmetné trámy sú na obrázku 3 a je z nich vidieť, že štruktúra ich ročných kruhov je dostatočná na presné datovanie. V tomto smere zo stránky www.apsida.sk vyberáme „Začiatkom 16. storočia pristavali k západnému priečeliu baziliky mohutnú vežu“. Pozrime sa ale z hľadiska dendrochronológie na tieto dubové hranoly. Hranoly majú skutočne veľký počet ročných kruhov a ich dendrochronológia je určite presná. Skutočne, podarilo sa nám identifikovať spolu 124 ročných kruhov. Z týchto dát nám najlepšie vyšla korelácia s štandardným časovým radom pre stredoeurópsky dub a výsledok dokumentujeme obrázkom. Najlepšia korelácia nám vyšla pre rok 1467, čo znamená, že predmetné nosné trámy sú z konca pätnásteho storočia.

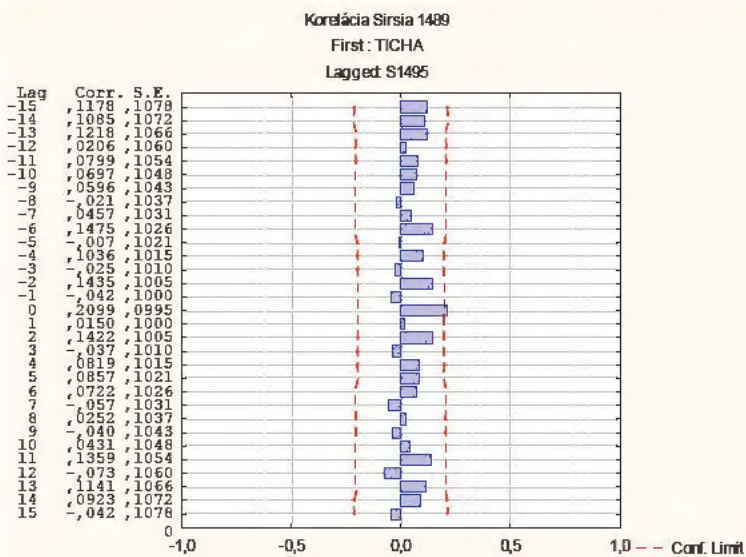


Obr. 4: Korelogram pre nosné trámy – hranoly organa.

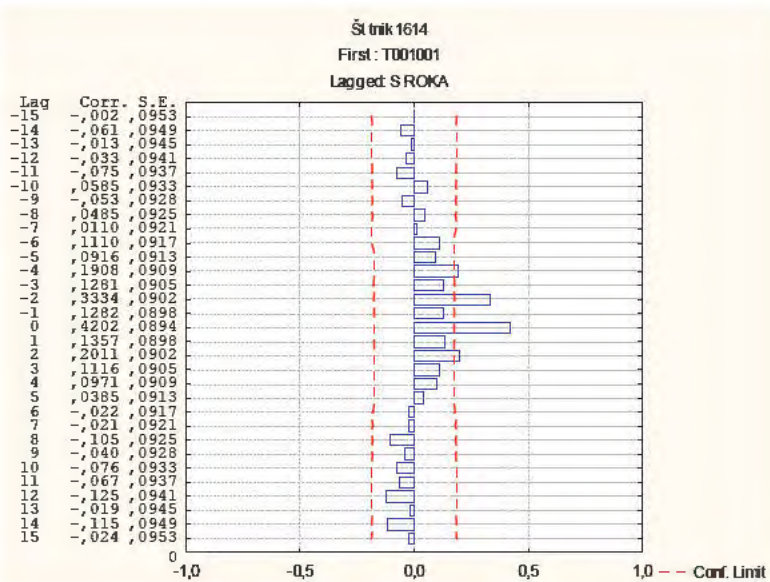
Venujme teraz pozornosť fošniam položených na nosných trámoch, na ktorých stojí samotný organ. Dokumentujeme to obrázkom 5. Je jasné, že aj tu máme k dispozícii dostatok ročných kruhov na dendrochronologickú analýzu.



Obr. 5: Časť podložnej fošne organa.



Obr. 6: Dendrochronológia fošne pod organom v Štítniku.



Obr. 7: Výsledok korelácií pre dosku s nápisom na obr. 8.



Obr. 8: Doska skrine organa s ručne napísaným dátumom 1628.

Výsledok našej analýzy prezentujeme obrázkom 6. Posledný nami identifikovaný ročný kruh je z roku **1489**, čo znamená, že doska je zhruba rovnakého veku ako podložný trám – hranol a teda, že je originálna.

Skriňa organa je tiež z dreva a teda je možné ju dendrochronologicky analyzovať a naviac je na nej rukou udaný rok 1628. Preto sme podrobili dendrochronologickému skúmaniu aj vybrané dosky tvoriace skriňu organa. Naše analýzy ukázali, že posledný nami identifikovaný ročný kruh je z roku **1614** a teda, že konkrétne táto doska je zo začiatku sedemnásteho storočia.

Teraz sa podľa nášho názoru musia ujať veci kunsthistorici a znalci z odboru konštrukcie renesančných organov. Totiž aj keď skriňa môže byť originálna, konštrukcia organu mohla byť zmenená. Veď organ je živý hudobný nástroj, vyvíja sa určite za tie storočia bolo potrebné do neho čo i len pozrieť, nieto ho vylepšiť podľa dobových vedomostí. My len konštatujeme resp. nezávisle potvrdzujeme, že nápis – dátum 1628 je pravý.

7. Štítnik záver

Traduje sa, že hudobnú stupnicu vytvoril Pytagoras resp. jeho žiaci a to bol matematik resp. matematici par excellence! Netreba teda nosiť „drevo do hory“ a zdôrazňovať, že matematika je súčasťou nielen hudby, ale aj hudobnej vedy. Toto tvrdenie by sme považovali za záver predkladanej práce, lebo si myslíme, že určeniu veku vzácneho organa v Štítniku sme sa venovali dostatočne vyčerpávajúco vyššie a priznávame, že toto určenie veku organa nebol náš cieľ. Naším cieľom bol priblížiť vedcom z oblasti hudobných a historických vied prírodovednú metódu určovania veku artefaktov na báze dreva – dendrochronológiu a matematickú štatistiku, o ktorú sa naše analýzy opierali. Sme presvedčení, že sa nám to podarilo.

Príspevok k technologickej výstavbe gotického krídlového oltára (Modré a zelené mednaté pigmenty v polychrómií levočských oltárov)

Jana Želinská

Chemicko-technologické oddelenie, Pamiatkový úrad SR
jana.zelinska@pamiatky.gov.sk

Abstrakt: Použitie prírodného azuritu a malachitu ako umeleckých pigmentov v malbe a polychrómií gotických diel je pomerne známy fenomén. Na Slovensku jednoznačne súvisí s dobovou ťažbou rúd obsahujúcich drahé kovy popri ktorých sa tieto pigmenty dolovali, následne čistili, preosievali a drvili. Štúdia sa v krátkosti venuje výrobe resp. syntetickej príprave umelých pigmentov, ktorá mala zrejme na našom území skoršie použitie ako je uvádzané v zahraničnej literatúre. Použitie sférolitického malachitu v dobovej umeleckej tvorbe predovšetkým v nástennej malbe, zdokumentované zahraničnými publikáciami, ako aj jeho príprava z vytekajúcich cementačných vôd v oblasti Španej doliny je základným predpokladom, že tento pigment mohol byť použitý aj v malbe a polychrómií. V príspevku sú použité analýzy vzoriek polychrómovaných drevorezieb prevažne z prvej a druhej dekády 16. storočia, autorstvom pripisované skvelému stredovekému levočskému rezbárovi Majstrovi Pavlovi a jeho dielni, umiestnené na oltároch Kostola sv. Jakuba v Levoči. Pri svojich komparáciách a záveroch vychádza štúdia predovšetkým z dobových prameňov a odbornej literatúry, podložených materiálovým zložením jednotlivých umeleckých diel analyzovaných súčasným prístrojovým vybavením.

Kľúčové slová: Prírodný, syntetický malachit a azurit, sférolitický malachit

Krátka bibliografia

Ing. Jana Želinská, PhD. vyštudovala Chemickotechnologickú fakultu SVŠT v Bratislave (1982). Doktorandské štúdium skončila vo vednom odbore 28-95-9 *chémia a technológia životného prostredia* na Fakulte chemickej a potravinárskej technológie STU v Bratislave (2003). Do roku 2008 pôsobila ako interný pedagóg na Katedre reštaurovania VŠVU v Bratislave. V súčasnosti pracuje ako vedúci technológ Chemicko-technologického oddelenia PÚ SR. Autorka viacerých výskumných projektov, desiatok odborných publikácií a stoviek analýz umelecko-historických pamiatok týkajúcich sa predovšetkým reštaurátorského výskumu.

Paleta modrých a zelených pigmentov bola od raných dôb maliarskeho umenia skromná. Používali sa zelené hlinky, ultramarín, modré sklo a z mednatých pigmentov malachit a azurit. Neskôr pristupuje k tej škále medenka. So znalosťou prirodzenej živice sa začína aplikovať zelený mednatý rezinát.

Podľa A. Laurieho, ktorý študoval azurit na iluminovaných rukopisoch, sa azurit objavuje v Európe po roku 1220 a možno ho sledovať s prerušením v rokoch 1350 – 1470 až o roku 1620. K takému prerušeniu používania týchto pigmentov pri polychrómovaných výtvarných dielach a maľbe v slovenskej oblasti nedošlo, naopak azurit bol v stredoveku najdôležitejšou modrou.

Cennino Cennini, ktorý v roku 1437 spísal znalosti o stredovekom maliarstve v Európe, popisuje len zelené hlinky, ultramarín, malachit a medenku. O pigmente, ktorý spomína pod názvom azzuro della Magna hovorí, že je hrubšej štruktúry, pieskovitý, príliš silným rozotretím hasne a stáva sa popolavý. Napriek svojej pedantnosti v receptúrach v tomto prípade neuvádza spôsob prípravy a odporúča pigment kupovať. Z tohto popisu možno usúdiť, že pod názvom azzuro della magna sa uvádza prírodný azurit, prípadne azurit s malachitom.

Prírodný minerál azurit sa vyskytuje na povrchu medených rúd spolu s malachitom, sprievodné minerály sú kuprit a chrysokoll. Tieto zložky v malachite a azurite možno spravidla nájsť i po ich spracovaní na pigment, čo dobre slúži ako orientačný znak pre ich identifikáciu. Príprava pigmentov a optické vlastnosti podľa indexu lomu sú rovnaké. Oba pigmenty jemnejším drvením strácajú farebnosť. Klasická maliarska literatúra uvádza používanie azuritu a malachitu v raných dobách egyptskej kultúry. Zaujímavé je, že malachit sa v európskej maľbe nepoužíval tak často ako azurit, hoci jeho prirodzený výskyt je častejší a väčší. Tento fakt iste zapríčiňovala skutočnosť, že zelená farba nebola taká úzkoprofilová ako modrá, keďže existovali zelené hlinky, kým modrý ultramarín – prirodzený lapis lazuli mal cenu zlata a až do polovice 12. stor. ho nevedeli pre maľbu dobre pripraviť. Oba pigmenty sa z minerálov pripravujú drvením, mletím, premývaním a sušením. Do polovice 17. stor. boli medené bane na našom území najväčším dodávateľom týchto zelených a modrých pigmentov v Európe.

V histórii mednatých zelených a modrých maliarskych materiálov sa umelý malachit (nazývaný aj zelený verditer – verd de terra) spomína až okolo roku 1600 a umelý azurit – modrý verditer – okolo roku 1610. Je pravdepodobné, že v oblastiach kde sa med' dolovala (ako je práve naše územie), sa tieto umelé pigmenty vyrábali oveľa skôr. Umelé bázičné uhličitaný mednaté sa častejšie uvádzajú v literatúre zo 17. stor. A. Laurie preštudoval ich výskyt v Európe a podľa neho sa modrý a zelený pigment pripravoval údajne pôsobením roztoku dusičnanu mednatého na kriedu premytím a vysušením. Domnieval sa, že tento pigment zmizol z maliarskej palety už v 18. stor. Muhlethaler popisuje výrobu umelého malachitu pôsobením modrej skalice na sódu. Umele vyrobené azurity a malachity majú veľmi drobné zrno sféroidného tvaru, morfológicky sú odlišné od prírodných foriem. Prímes kriedy alebo vápna spôsobuje ich bledší, pastelovejší tón. [1, 2]

Pri výskumoch farebných vrstiev malieb sa v zelených vrstvách obsahujúcich prírodný malachit vyskytuje aj zelený guľatý pigment s priemerom až do 80 µm. Tento druh malachitu sa v súčasnej odbornej literatúre označuje ako „spherulitic“, alebo „spherical malachite“, a doposiaľ sa považoval za umelo pripravovaný pigment.

Pomerne rozšírený bol v talianskej tabuľovej maľbe z 2. polovice 15. storočia, identifikovaný bol ale aj v umeleckých dielach pochádzajúcich z Nemecka, Ruska, Poľska, Česka, a i., prevažne z obdobia 15 – 17. storočia. [3, 4] Nemecký reštaurátor Gunnar Heydenreich na základe štúdia množstva archívneho materiálu prišiel k názoru, že

pod názvom „Schifferggrun“ alebo „Scheffelgrün“ bol s naväčšou pravdepodobnosťou na európskom trhu predávaný prírodne zrážaný zelený sférolitický malachit z oblasti Španej Doliny a Pieskov. Proces získavania zelenej farby, resp. pigmentu prirodzeným usadzovaním zo zelenej „cementovej vody“, vytekajúcej zo starej štôlne na Pieskoch je opísané v mnohých literárnych prameňoch zo 16. až 19. storočia. [5]

Prvá podrobnejšia písomná informácia o výrobe zeleného pigmentu v Španej Doline sa nachádza v knihách Juraja Agricola z r. 1546 a 1556 (táto vyšla už posmrtné): *Bei Neusohl in den Karpathen fließt grünes Wasser aus einem alten Stollen, das Chrysokolla mit sich führt. A d'alej: Kluge Leute [...] fassen Wasser, der aus [...] Stollen herausfließt, in hölzerne Wannen oder Behälter [...]. Es bildet sich darin ein niederschlag, der jedes Jahr abgeschabt und gesammelt wird, z.B. Chrysokolla in den Karpathen.* (Pri Banskej Bystrici v Karpatoch vyteká zelená voda zo starej štôlne, ktorá so sebou nesie malachit. Múdri ľudia zachytávajú vodu, ktorá tečie zo štôlne do drevených vaní alebo nádrží. Pritom sa vytvára usadenina, ktorá sa každý rok zoškrabe a zozbiera.) [6] (Obr. 1)

Z toho je zrejmé že v Španej Doline sa nejednalo o klasický spôsob výroby pigmentu drevním kusového minerálu malachitu, ale ani o syntetický spôsob výroby zrážaním roztokov mednatých solí. Išlo tu teda o akýsi polo prírodný produkt. Zatiaľ nám nie je známa žiadna iná lokalita vo svete, kde by sa používal rovnaký, pomerne jednoduchý spôsob výroby zeleného pigmentu, vysoko ceneného ako „uhorský“ malachit. [7]

Taktiež existujú nepriame archívne doklady o tom, že Majster Pavol a jeho súčasník maliar Teofil Stanczel z Bardejova nakupovali tento zelený pigment na jarmokoch v Banskej Bystrici. Zo známeho listu maliara Teofila Stanczela mestu Bardejov z 1. augusta 1523 vyplýva nielen to, že Pavlova dielňa vtedy ešte pracovala. Jasne z neho vyplýva, že jeho dielňa vtedy veľmi intenzívne pracovala. Stanczel totiž nepíše v ňom len to, že keď sám potreboval na maľovanie jedného domu v Levoči zelenú farbu horskú zeleň – kúpil si ju od rezbára Pavla. Píše ďalej, že teraz sa mu podarilo na banskobystrickom trhu kúpiť jeden cent tejto farby, ktorú by bol Pavol rád odkúpil pred ním, ak by si ju nebol vopred zaistil pre seba. Takéto veľké množstvo jednej farby mohla potrebovať len naplno pracujúca rezbárska dielňa. [8, 9] (Obr. 2)

Na Slovensku bol tento pigment dokázaný v celej rade gotických nástenných malieb a jeho použitie bolo publikované aj v rámci prezentácie výsledkov medzinárodného výskumu v posledných rokoch. [10] V súčasnosti je už zrejme širšie použitie tohto pigmentu v polychrómií drevorezieb ako aj v tabuľovej maľbe. [11, 12]

1. Technológia

Vo všeobecnosti možno konštatovať, že na sochársku výzdobu oltárov bývalo používané lipové drevo, na plošné časti a architektonické časti sa používalo ihličnaté drevo, najčastejšie jedľa a smrek. Ako podklad bola používaná sedimentárna krieda, nanášaná vo viacerých vrstvách s charakteristickými mikrofosíliami pre jednotlivé diela. Väčšiu časť polychrómie sôch ako aj architektonické časti architektúr tvorí zlátene, prípadne striebrenie na poliment. Inkarnáty a ostatné časti polychrómie sú tvorené olovenou bielobou, rumelkou, okrovými a červenými hlinkami. Všetky modré a zelené časti polychrómie skúmaných diel obsahujú prevažne prírodný azurit a malachit s nízkym obsahom sprievodných minerálov, najčastejšie kupritu.

Optické vlastnosti malachitu a azuritu, nedovoľujú, aby sa tieto minerály pre použitie v maľbe drvili tak jemne, ako sa drvia ostatné pigmenty. Veľkosť niektorých zŕn, ktoré sme skúmali na stredovekých polychrómiách, presahuje i 0,15 mm. Hrubá zrnitosť mednatých pigmentov v našej oblasti sa môže považovať za ich typický identifikačný znak v stredovekom umení.

Hrubým drvením pigmentu sa podarí uchovať typické modré a zelené tóny minerálov. Na druhej strane sa však táto zrnitosť prejavuje negatívne, okrem iného aj tým, že opticky dostatočne nepokrýva podkladovú hmotu. Stredovekí majstri túto skutočnosť dobre poznali a čelili jej tak, že modré a zelené vrstvy podmaľovali pigmentmi s dobrou krycou schopnosťou. Najčastejšie sme našli podmaľby z uhlíkovej černe, menej červonohede a zelené hlinky, prípadne jemnejšie drvený azurit.

Tón mednatých minerálnych pigmentov okrem podmalieb ovplyvňuje aj plnivo. V našej oblasti je to obvykle uhlíková čerň, ktorá otupuje žiarivosť a charakteristickú farbu azuritu až do čiernomodrých tónov. Keď je vo funkcii „plniva“ len jemne drvený vlastný minerál, sú farebné tóny náterov bližšie zafarbeniu azuritu. [13]

2. Metódy prieskumu a použité prístrojové vybavenie

Optická mikroskopia, dopadajúce a prechádzajúce svetlo (VIS, UV, POL). Skenovacia elektrónová mikroskopia (SEM) s energo-disperznou spektrometriou (EDS). μ -FTIR spektrofotometria. Ramanova spektroskopia.

1. Polarizačný mikroskop Carl Zeiss Jena POL, fotoaparáty Sony DSC-V1 a Sony DSC-H 55.
2. Skenovací elektrónový mikroskop JEOL JSM-6060 LA, garantované rozlíšenie 4 nm pri urýchľovacom napätí 15 kV v nízkom vákuu 15,0 Pa, pracovná vzdialenosť 10 mm. Energiovo-disperzný analyzátor EX-23000 BU s polovodičovým Si(Li) detektorom s rozlíšením <math><138\text{ eV}</math> pre detekciu prvkov $^{5\text{B}}\sim^{92}\text{U}$, BEI-compo. CHTO PÚ SR.
3. Ramanov spektroskop Horiba JobinYvon Labram 300 s konfokálnym mikroskopom Olympus BX 40. Monochromátor-disperzný s edge filtrom, mriežka 1800 zárezov/mm. Detektor-plošné CCD pole 254 × 254 pix, vzduchom chladený, viackanálový, rozsah merania 100 – 4000 cm^{-1} , rozlíšenie <math><1.3\text{ cm}^{-1}</math>. Katedra mineralógie a petrológie, PF UK v Bratislave.

Študované umelecké diela (Obr. 3)

Oltár sv. Mikuláša, socha sv. Mikuláša, Leonarda, Jána Almužníka
Oltár Narodenia, socha Panny Márie, sv. Jozefa a adorujúceho anjela
Oltár sv. Jánov, socha sv. Jána Evanjelistu
Oltár sv. Anny, reliéf Metercie,

Oltár sv. Mikuláša, v najnovšej interpretácii diela premenovaný na oltár sv. Jána Almužníka, je datovaný rokom 1507. Z celkovej koncepcie oltára sa vymyká ústredná socha sv. Mikuláša. Je podstatne staršia, datovaná do druhej štvrtiny 14. storočia. Diametrálne odlišná od ostatných sôch je polychrómia, kde je na odizolované lipové drevo je nanosený vyrovnávací podklad z horskej kriedy a jemnozrnný okrový podklad zo sedimentárnej kriedy. Prítomnosť hrubozrnného azuritu s vysokým obsahom kupritu a červených okrov v modrých častiach polychrómie môže poukazovať na skôr vytvo-

rené dielo, kedy regionálne povrchové bane na ťažbu medených rúd mohli obsahovať zvýšené množstvo balastných prímiesí. V zelenom podstavci sochy sv. Mikuláša bola potvrdená prítomnosť prírodného minerálu malachitu.

Na základe doterajších poznatkov je možné predpokladať, že základná koncepcia oltára vznikla v dielni Majstra Pavla, ktorý sa pri realizácii tohto celku spojil s maliarom, identifikovaným ako Hans T. Sv. Ján Almužník a Leonard majú rovnaký kriedový podklad, nanášaný až piatich vrstvách. V pôvodných kriedových podkladoch bol zaznamenaný výskyt niekoľkých druhov mikrofosílií typu kokolitoforidov a foraminifer. Modré ruby plášťov oboch svätcov obsahujú pôvodnú polychrómiu, kde sa na šedých podmalbách z uhlovej černe (krieda zastúpená v menšom množstve) vyskytujú vrstvy s hrubozrnným azuritom v rôznych odtieňoch, zelený malachit je prítomný ojedinele. V zelených podstavcoch sv. Jána Almužníka a Leonarda bola dokázaná zmes minerálov; minerál langit, hydratovaný zásaditý síran meďnatý, $\text{Cu}_4\text{SO}_4(\text{OH})_6 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, bol dokázaný Ramanovou spektroskopiou, sféruľit malachitu a sprievodný minerál linarit, zásaditý síran olovnato-meďnatý, $\text{PbCu}(\text{SO}_4)(\text{OH})_2$, bol dokázaný Ramanovou spektroskopiou a EDS analýzou.[14, 15] (Obr. 4, 5, 6, 7)

Stanovenie morfológických a optických vlastností pigmentov bývajú často krát vhodnou doplnkovou metódou na ich určenie. Jednou z charakteristických optických vlastností sféruľitického malachitu je jeho tzv. stacionárny kríž v polarizovanom svetle optického mikroskopu. [16] (Obr. 8)

Mnohofigurálny monumentálny výjav Narodenia Krista v levočskom farskom kostole je datovaný do prvej dekády 16. storočia. Postava sv. Jozefa typologicky pripomína postavu schwabachského hlavného oltára, kľačiaci P. Mária modliaca sa k malému Ježiškovi prezentuje takmer doslovné napodobnenie zomierajúcej Márie v skrini Mariánskeho oltára v Krakove od Veita Stossa, a to aj v splyvaní závoja a rozložením pláštia, tiež subtilnou tvárou. Madona kľačiaci je väčšia ako sv. Jozef a všetky ostatné figúry, okolo novorodeniatka sú traja malí adorujúci anjeli. Táto skupina je flankovaná dvomi adorujúcimi pastiermi v dobovom úbore, jeden so širokým klobúkom, druhý s kuklou, ktorí sú výrazne nižší ako Jozef. Z výskumov Dedeka Crescensa Lajosa o kartuziánskom ráde vyplýva, že po objavení sôch v roku 1698 boli prítomní ľudia, ktorí si spomínali, že sochy pochádzali z kartuziánskeho kláštora na Skale útočišťa (Kláštorisko v Slovenskom raji) a boli ukryté v pivnici radnice. Ich vznik dáva do súvisu s Hedvigou, kňažnou z Tešínska, vdovou po Štefanovi Zápoľskom a matkou neskoršieho kráľa Jána Zápoľského, ktorá si želala navštíviť kartuziánsky kláštor na Skale útočišťa v r.1506. Kňažná bola známa svojou štedrosťou a zhotovenie oltára zverila významnému majstrovi. Štýlové zaradenie sôch do rokov medzi 1500 – 1510 by sa tiež zhodoval s návštevou kňažnej v roku 1506. Végh sa tiež zmieňuje, že kartuziáni, ktorí opustili Kláštorisko, sa dočasne usadili v Levoči a pravdepodobne zobrali so sebou aj sochy darované Hedvigou. Doložené je však, že ostrihomský arcibiskup Mikuláš Csáky dal r. 1752 zhotoviť barokový oltár pre skupinu sôch Narodenia, ktorá doteraz nemala vlastný oltár. V jeho vizitačnej správe z 8. a 9. augusta 1752 sa zachytilo, že kostol mal 15 oltárov. [17]

Známe je aj tvrdenie, že vôbec nešlo o pevne inštalovanú oltárnu skupinu, ale o dočasne inštalovanú skupinu postáv, ktorá mala počas Vianoc plasticky stvárňovať Narodenie Krista na mieste prístupnom pre veriacich. Je predsa zaujímavé, že postavy anjelov a pastierov sú plné, čo sa na retábule dá len ťažko vysvetliť.

Postavy sú koncipované pre pohľad zo všetkých strán, čo má zmysel len pri voľnom rozostavení. [18]

Z hľadiska určenia pôvodnej technologickej výstavby polychrómie jednotlivých sôch bolo nevyhnutné sa v analýzach zamerať predovšetkým na vzorky obsahujúce charakteristický podklad zo sedimentárnej kriedy. Vzorka odobratá z modrého rubu plášt'a Panny Márie z dolnej časti drapérie z tzv. ušnicového riasenia má nie celkom bežnú výstavbu polychrómie. Na odizolované lipové drevo bol nanesený tenký jemnozrný podklad zo sedimentárnej kriedy. Na sochách pripisovaných Majstrovi Pavlovi prevládajú pod modré azuritové vrstvy skôr šedé podmaľby s rôznym odtieňom a hrúbkou. V tomto prípade je modrá vrstva tvorená tmavomodrým azuritom s ojedinelým zrnom malachitu položená na červenočiernej podmaľbe, obsahujúcou uhlikatú čerň a červenú hlinku. Táto výstavba sa potvrdila tiež vo vzorkách odobratých z riasenia rubov rukávov plášt'a Panny Márie. Ďalším zistením je jednoznačná prítomnosť jemnozrného azuritu v pôvodnej polychrómi inkarnátu Panny Márie a adorujúceho pravého anjela. Použitie modrého pigmentu v zmesi s olovenou bielobou a rumelkou mohlo byť v tomto prípade zámerné, aby modrý pigment vo výslednom farebnom efekte stlmil žiarivý tón rumelky. Pôvodná polychrómia bola dokázaná aj vo vzorke z rubu rukáva zeleného šatu sv. Jozefa. Na okrovej vrstve podkladu zo sedimentárnej kriedy a tenkej červenej hlinkovej vrstve sa našla tenká zelená vrstva so zelenými sféruľitmi, ktorá farebne korešponduje so zelenými vrstvami na podstavcoch ďalších skúmaných sôch. SEM EDS analýza jednoznačne potvrdila prítomnosť uhličitanu mednatého. (Obr. 9, 10) (Tab. 1)

V r. 1520 objednal levočský farár Ján Henckel u Majstra Pavla oltár sv. Jánov pre farský kostol, charakteristický novými prvkami a pateticky znázornenou figurálnou skupinou Oplakávanie Krista v predele, ktorej naratívny pátos bol typický pre vlastnoručné Pavlove diela z neskorého obdobia. Tento oltár slúžil ako predloha pre ďalšie retábulá, ktoré sú považované za typické príklady produkcie z jeho prosperujúcej dielne v období rokov 1520 – 1530, príkladom je oltár sv. Anny v tom istom kostole.¹⁹ Na obraze sťatie sv. Jána Krstiteľa je monogram TH a letopočet 1520. Na zadnej strane ľavého pevného krídla vidieť obraz Kalvárie s kľačiacim donátorom, levočským farárom Jánom Henckelom. [19]

Oltár sv. Anny je veľmi podobný Oltáru sv. Jánov, pričom je pravdepodobné, že obidva oltáre vzhľadom na usporiadanie a štýl sôch vznikali súčasne alebo veľmi krátko za sebou. Krídla majú na prednej strane tú istú výzdobu, na tých istých sokloch v nich stoja svätí pustovníci Pavol a Anton. V skrini jednoducho orámovanej na tom istom soklíku ako u predošlého oltára sedia sv. Anna a Panna Mária, pridrživajúca Ježiška. Anjel na pozadí skrine nad nimi drží záves. Panna Mária má tú istú tvár ako adorujúca Panna Mária zo skupiny Narodenia, avšak jej tvár je plnšia, jej telo už nemá takú štíhlosť a krehkosť. Plášte svätcov, Panny Márie a závoj sv. Anny opäť vytvárajú charakteristické ušnice. Pri tejto skupine Pavol vychádzal zo Stossovej skupiny Sv. Anna samotretia v bernardinskom kostole v Krakove. [20]

Z oboch oltárov bolo odobratých viacero vzoriek polychrómie z rôznych častí oltárov. Prezentácia vzoriek je v tomto prípade limitovaná farebnosťou a absenciou pôvodnej polychrómie skúmaných sôch. V ruboch modrých plášťov sôch sv. Jánov z Oltára sv. Jánov sa vo vzorkách našla iba sekundárna úprava. Vo vzorkách z modrých rubov plášt'a Panny Márie Oltára sv. Anny boli zistené všetky vrstvy pôvodnej polychrómie a to: pôvodný podklad zo sedimentárnej kriedy s jemnozrnou šedou podmaľbou,

obsahujúcou uhlikatú čerň a kriedu, vrchná modrá vrstva je značne tenká s rôznou hrúbkou a obsahuje zrná tmavomodrého azuritu, prítomnosť zeleného malachitu je ojedinelá. Jednoznačne však možno konštatovať, že zelené podstavce oboch oltárov majú zhodnú výstavbu polychrómie. Vzorka odobratá z podstavca sv. Jána Evanjelistu z Oltára sv. Jánov ako aj vzorka odobratá z podstavca Metercie z Oltára sv. Anny obsahujú priamo na jemnozrnnom svetlookrovom kriedovom podklade (prítomnosť fosílií viditeľná až pri väčších zväčšeniach, vrstvenie podkladov je nečitateľné) zelené vrstvy pozostávajúce zo zelených sférolitov a zelených ostrohranných kryštálov rôzneho tvaru. SEM EDS analýza jednoznačne potvrdila prítomnosť uhličitanov medi v sférolitoch, zelené kryštalické pigmenty obsahujú zmes uhličitanov a síranov medi. (Obr.11, 12, 13, 14) (Tab. 2, 3)

3. Záver

Všetky vzorky boli odoberané v rámci prieskumu pred reštaurovaním, tzn. so všetkými sekundárnymi úpravami. V praxi je často krát veľmi obtiažne, hlavne keď je dielo po stáročia niekoľkonásobne „opravované“, odobrať z diela vzorky tak, aby prezentovali pôvodnú aj všetky sekundárne úpravy.

Vysoké množstvo premalieb na pôvodných tenkých vrstvách zachovanej často krát vo fragmentárnom stave alebo ich absencia, stmavnuté pôvodné farebné vrstvy vplyvom spojiva alebo farebné zmeny samotných pigmentov zúžili v našom prípade počet skúmaných vzoriek. Avšak aj napriek tomu môžeme z výskumov preukázať niekoľko súvislostí.

Modré vrstvy okrem prírodného modrého azuritu obsahujú ojedinele zrno prírodného zeleného malachitu. Vždy sú od podkladu oddelené podmalbou, čo zrejme súvisí s veľkosťou zrna a tým aj s krycou schopnosťou pigmentu.

Azurit z plášt'a sv. Jána Almužníka a sv. Leonarda Oltára sv. Mikuláša má svetlomodré až modré zafarbenie so sivou podmalbou, rub plášt'a Panny Márie z Oltára Narodenia a Panny Mária z Oltára sv. Anny obsahujú azurit v tmavých tónoch. Rozdiel je aj v podmalbe, kde adorujúca Panna Mária má teplú sivohnedú podmalbu, kým Panna Mária z Metercie obsahuje opäť v podmalbe iba odtiene sivej. Vo všetkých vzorkách je charakteristická čistota modrých pigmentov, zelené zrno prírodného malachitu sa vyskytuje iba ojedinele. Socha sv. Mikuláša z rovnomenného oltára, datovaním zaradená do 1370 roku, obsahuje v modrom rube plášt'a zmes tmavomodrého a modrého azuritu s charakteristickými prímiesami červeného kupritu, železitých hliniek, evidentná je vyššia prítomnosť zeleného prírodného malachitu.

V SEM bola zmeraná veľkosť azuritových zŕn na reprezentatívnych vzorkách odobratých z rubov modrých plášt'ov jednotlivých sôch. Jednotlivé merania a podmienky meraní boli zdokumentované v SEM BEI a prezentované obrazovou prílohou. Výsledky meraní sú prezentované záverečnou tabuľkou. Najhrubšie azuritové zrná boli namerané vo vzorke zo staršej sochy sv. Mikuláša, najjemnejšie mleté zrná boli zmerané na rube plášt'a Panny Márie z Oltára Narodenia. (Obr. 15) (Tab. 4)

Zelené vrstvy vykazujú tiež niekoľko spoločných znakov. Všetky sú nanosené priamo na podklad zo sedimentárnej kriedy bez akejkoľvek podmalby. Obsahujú prevažne zmesi iba zelených pigmentov, v sledovaných vzorkách absentuje prítomnosť modrých minerálnych pigmentov. Tento fakt poukazuje na to, že sa teda nejedná o použitie kla-

sického zeleného minerálu malachitu, ktorý má úplne odlišné optické vlastnosti. Pomer zelených sférolitov s rôznou veľkosťou na báze čistých uhličitanov medi k obsahu zelených kryštálov na báze síranov (v malej miere aj chloridov) medi v jednotlivých vzorkách kolíše. Vzhľadom na tenký charakter zachovaných pôvodných zelených vrstiev, miestami až fragmentálne, nie je možné z tohto hľadiska porovnať jednotlivé vrstvy medzi sebou. Vo vzorke rubu plášťa sv. Jozefa z Oltára Narodenia boli v zelenej vrstve dokázané iba sféruľity, zložením zodpovedajúce uhličitanom medi.

4. Literatúra

- Šujanová, O. 1977. Príspevok k ochrane a histórii použitia mednatých pigmentov. In Pamiatky príroda, 1977, č. 3, s. 26 – 27.
- Gettens, R. J., West Fitzhugh, E., 1993. Malachite and Green Verditer. In Artists Pigments: A Handbook of Their History and Characteristics, Vol. 2, (ed. Roy A.). Washington, 1993.
- Heydenreich, G., 2003. A Note on Schiefergrün. In Studies in conservation, 2003, č. 48, 227 – 236 s.
- Naumova, M. M., Pisareva, S. A. 1994. A note on the use of blue and green copper compounds in paintings. *Studies in Conservation* 39, 1994, s. 277 – 283.
- Stillhammerová, M. 2003. Tajomstvo zelenej farby alebo záhadný pigment. *Bystrický permon*, roč. I, č. 2/2003, s. 11.
- Agricola, G., 1978. *De Re Metallica*, Basel 1556 – Zwölf Bücher vom Berg- und Hüttenwesen, faksimile podľa 3. vydania, Düsseldorf, 1978, s. 496, 470
Agricola, G., 1957. *Bermannus aneb rozmluva o hornictví*. Praha: Nakladatelství ČSAV, 1957.
- Stillhammerová, M. 2005. O výrobe zelenej farby v Španej doline. In Z histórie medenorodného baníctva v banskobystrickom regióne. Zborník prednášok zo seminára. 23. – 24. júna 2005, Špania Dolina. Banská Bystrica: KB press, s. r. o., 2005, s. 90 – 93. ISBN 80-968014-1-4.
Ďalšia nepriama zmienka o existencii „zelenej štólne“ sa nachádza v práci Kachelmana z r. 1867, kde autor uvádza, že v r. 1467 kúpil komorský gróf Hans Constopffer *grünstollen* od banskobystrického radného Hansa Lemmela za cenu okolo 900 zlatých. Kachelman ďalej píše, že v r. 1479 istý Veit Mühlstein obdržal príjem za zelený pigment vyrábaný pri Banskej Bystrici. Existencia výroby zeleného pigmentu v oblasti Španej Doliny je viac-menej neprerušene zdokladovaná až do polovice 19. storočia. Napr. v r. 1584 bola výroba zeleného pigmentu (*grüne farb im Herrngrundt*) odovzdaná Balthasarovi Lorentzenovi (ŠUBA, fond HKG, Res., zo dňa 16. októbra 1584). Vlachovič (1964), na str. 239 uvádza, že v r. 1697 – 1721, mesto Banská Bystrica vyťažilo 153 centov a 11 funtov zelenej farby (jeden viedenský cent bol rovný cca 56 kg). Podľa správy z 5. januára 1747, sa v r. 1736 – 1745 získalo v Španej Doline spolu 203 centov a 14,5 funta banskej zelenej farby, čo zodpovedá cca 20 centom ročne (– údaj publikovaný J. Vozárom v Zlatej knihe baníckej, str. 228). Z 19. 8. 1767 pochádza predajná zmluva, podľa ktorej dedičia Michala Fischera prenechávajú mestu Banská Bystrica 7/16 výroby banskej zelenej farby, ktoré získali na základe zmluvy z r. 1736 (Surovec, 1995). Ten istý jednoduchý spôsob výroby zeleného pigmentu, ako uvádza už Agricola, je presne opísaný aj v Zlatej knihe baníckej a v Denníku princa Leopolda z cesty do slovenských banských miest, ktorá sa uskutočnila v lete roku 1764 (podľa výkazu produkcie mediarskeho podniku v Španej Doline sa v r. 1763 odpredalo 13 centov a 63 funtov zelenej farby Banskému zásobovaciemu úrad)
- Chalupecký, I. 1978. Rezbár Pavol z Levoče, jeho prostredie a rodina. In Biografické štúdie 7, 1978, s. 108-129. ISSN 1338-0354;
List je archivovaný: Štátny okresný archív v Bardejove, Mesto Bardejov, č. inv. IV. 5261;
List publikoval: Jenő Á b e l: Műtörténeti adatok a XV. és XVI. századból. Történelmi tár, 1884, s. 543 – 544; jeho fotokópia je reprodukováaná v diele Jaroslava Homu ku a kol.: *Majster Pavol z Levoče. Tvorca slovenskej gotiky*. Bratislava: Slovenské vydavateľstvo krásnej literatúry, 1964, s. 29;
Prepis textu listu:

Freuntschaft bevor myt stetem dinst. Ersamen herenn alz myr dann E. W. schreybet von wegen des berggryns das E. W. solde senden ayn 1b aber XII, szo send ich euch myt dem boten XII 1b vor II^c d^{os}, das hab ich erst yecz den Jormerck lossen brengen aus dem sol vor dem Jormerck hab ich eyn haws pey vns gemolt, do hab ich keyns gehabt, szo hab ich vom paul schniczer mussen nemen das 1b vor d^{os} XVI, er helt fest myt wann er hot seyn nicht vil vnd das het er myr gerne aus den henden kaufet, wo helt ys selber nicht bestelt het myr zu brengen, vnd wisset das vnser herren auch von myr haben genom 8 1b vor 1 fl. Ich hab eyn zenten lassen brengen, szo E. W. mer wirt bedorfende seyn, fint yr pey myr. Ich hab schon vor X fl. vorkauf dorvon. domyt spar euch got gsundt. aus der levttsch an sant peters tag keten feyer im Jor 1523

Theophilus Sztancel
eyn moler zu der lewttsch
der ever.

Külczime: Den Namhaftigenn weyszenn herenn Richter vnd Ratzman der kuniglichen Stadt Bartphel seyren besunderenn herrn vnd freundenn.

9. Homolka, J., Horáth, P., Kotrba, F., Kotrba, V., Pašteka, J., Tilkovský, V. 1964. *Majster Pavol z Levoče. Tvorca slovenskej gotiky*. Bratislava: Slovenské vydavateľstvo krásnej literatúry, 1964.
10. Heydenreich, G., Spring, M., Stillhammerová, M., Pina, C. 2005. Malachite pigment of spherical particle form. 14th Triennial Meeting ICOM-CC, Den Haag, 12. – 16. 9. 2005. 480 – 488 s.
11. Želinská, J. 2008. *Analýza netradičných anorganických pigmentov m krodeštruktúrnymi metódami. Fluorit-najfarebnejší minerál na svete a sféruilitický malachit-pigment gotiky*, Seminár Vysokej školy výtvarných umení a Central European Institute of Art on Paper Conservation, 2008. Príspevok. Bratislava;
12. Želinská, J. 2010. *Sféruilitická forma zeleného pigmentu malachitu*. In *Monumentorum Tutela – Ochrana pamiatok č. 22*. Bratislava: Pamiatkový úrad SR, 2010, s. 182 – 184. ISBN 978-80-89175-44-4.
13. Šujanová, O. 1984. *Technologický prieskum diela Majstra Levočského oltára sv. Kataríny*. In *Monumentorum Tutela 11*. Bratislava: Obzor, 1984, s. 245 – 259. Jedna z prvých prác, ktorá sa zaoberá prieskumom polychrómie sochárskych diel Majstra Pavla. „Použitie azuritu ako modrého pigmentu je u nás na gotických sochách takmer pravidlom. Jemne drvený stráca modrú farbu a slabo kryje, preto je v polychrómií takmer vždy podmaľovaný. Azuritová polychrómia bola na povrchu zákonite matná, preto opticky dobre oddeľuje zlatené plášte od zlatených šiat. Vyskytuje sa aj množstvo prípadov, kde na gotických sochách sú matné červené aj zelené plochy.“
14. Želinská, J., Novotná, M., Klučková, E. 2012. *Štúdia k technologickej výstavbe gotických krídlových oltárov z Kostola sv. Jakuba v Levoči*. In *Zborník Acta Artis Academica: znalost a praxe ve výtvarném umění: sborník 4. mezioborove konference ALMA Praha: Akademie výtvarných umění v Praze, 2012, roč. 4, s. 79 – 104*. ISBN 978-80-87108-33-8.
15. Vančo, L. 2012. *Analýza zloženia mednatých pigmentov v polychrómií gotických sôch z Kostola sv. Jakuba v Levoči (rkp.)*. Bratislava: Fakulta elektrotechniky a informatiky STU v Bratislave, Oddelenie analýzy povrchov, rozhraní a nanoštruktúr, 2012, s. 4.
16. Austaugh, N., Walsh, V., Chaplin, T., Siddal, R. 2009. *Pigment Compendium: A Dictionary and Optical Microscopy of Historical Pigments*. Oxford: ELSEVIER, 2009, s. 544 – 545. ISBN 978-0-7506-8980-9.
17. Spaleková, E., Kühenthal, M. 2004. *Oltár Narodenia Pána Socha v kostole sv. Jakuba v Levoči*. Levoča: Pamiatkový úrad SR – Oblastný reštaurátorský ateliér v Levoči a Messerschmitt Stiftung, 2004, s. 92. ISBN 80-89175-07-4.

Nie je však známe, pre ktorý kostol bol oltár pôvodne plánovaný. Poznáme však okolnosti objavenia dňa 14. novembra 1698, za ktorých boli zamurované v levočskej radnici. Nápis v knižnici kostola sv. Jakuba v Levoči poskytuje nasledujúcu informáciu: „Eodem Anno (1698) die 14. Novembris intra horam 3-am et 4-am pomeridiann intra muros Civitatis inventae sunt Statuae miraculis clarae Bssae (Beatissimae) V. Mariae et nutricis Xsti S. Joseph, 3 Angeli 2 pastores sine Jesulo“. Text prameňa znie: „Socha P. Márie kľáčacej pri jasličkách, vysoká a mimoriadne pekná, so zopätými rukami, umelecky

vyrezaná a pozlátená, sv. Jozef, traja modliaci sa anjeli, dvaja pastieri, socha Ježiška nebola nájdená“. Autor píše len toľko, že sa prameň nachádza v maďarskom národnom archíve.

18. Buran, D. a kol. 2003. Gotika, SNG, Slovart Bratislava, ISBN 80-8059-080-X.
19. Cidlinská, L. 1989. Gotické krídlové oltáre na Slovensku, TATRAN, ISBN 80-222-0029-8. Pri jeho hlave je nápisová páska „Surcum corda“, pod obrazom minuskulový nápis: „In honore. sanctoru. Joannis. baptiste. ewangeli. / elemosinary. cristosthoml.et. huius / Gersonis Joannes. henckel. anno./milesimo 520 posuit“. Nápis hlása, že oltár dal postaviť Ján Henckel r. 1520 ku cti sv. Jána Krstiteľa, Evanjelistu, Almužníka a Zlatoušťa a Jána Gersona.
20. Cidlinská, L. 1968. Oltáre Majstra Pavla z Levoče (rkp.). Diplomová práca, Bratislava, 1968, s. 161.
21. Novotná, M. 1991. Majster Pavol z Levoče život, dielo, doba. Zborník referátov zo seminára. Východoslovenské vydavateľstvo Košice pre Spišské múzeum v Levoči. 1991. s. 136. ISBN 80-234-0041-X.

5. Fotodokumentácia



Obr. 1: Historická výroba pigmentu.
Repro: Agricola 1556, faksimilie 1978, s. 470.

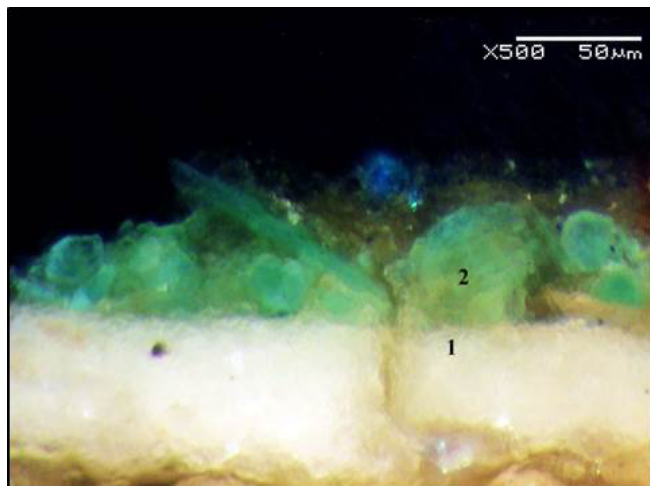
Schreyffschafft beyer myer strem dinst Leshmen hramd Almyer
 von e ro schreybet von voren des beyer myer des 13 ero solch
 schenden (ey) abe pny / so send 13 eruch myer dem beten pny
 ab vor j - 800 das gab 13 erst ges den vorwurck
 lassen brechen auf dem salt vor dem vorwurck gab
 13 eruch hramd pny des vormalo do gab 13 lerno ex habe
 so gab 13 vom paul schreyff musten wenn das ab vor
 800 pny ez helt fest myer wenn ez hot pny nicht vil
 und des het ez myer eren auf den hramd kempet wo 13
 yo selbe nicht bekelt het myer quo brechen und myer
 was auf hramd auf von myer hramd eren 8 ab vor 11
 13 gab 13 guntel lassen brechen / so e ro 1 myer ab vor
 funder jey fnt ye pny myer 13 gab schen vor 2 fl vorkay
 vor von dem myer pny eren eren eren auf vorkay
 an jant petrus tar beten seyer y 13 1 5 2 3

Theophilus Stanzel
 eigenhantz zu Bardejov
 1523

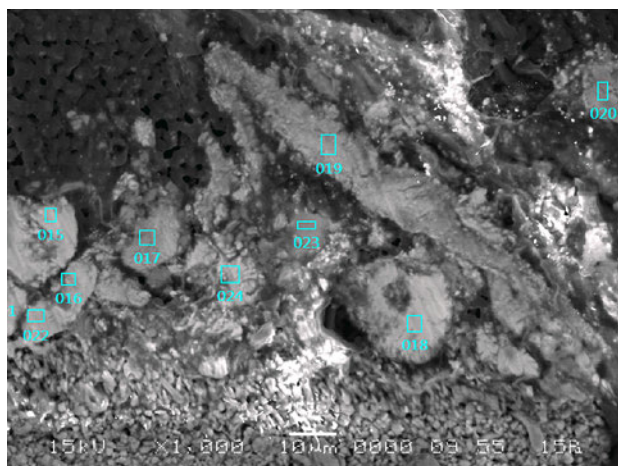
Obr. 2: List levočského maliara Theofila Stanczela, písaný 1. augusta 1523 mestu Bardejov, v ktorom sa spomína Majster Pavol („Paul Schniczer“).



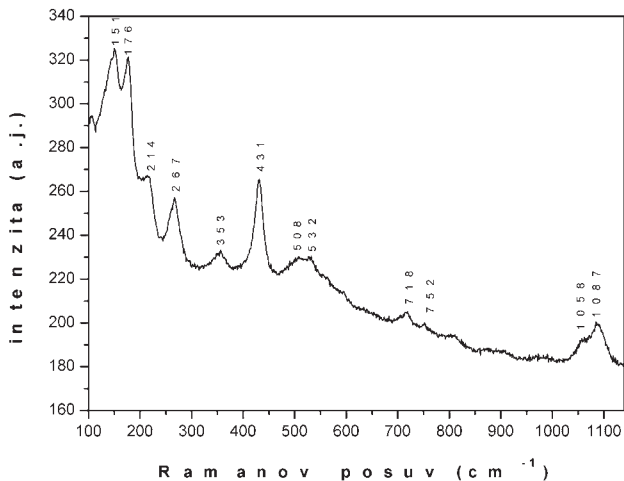
Obr. 3: Skúmané sochy zľava doprava: sv. Ján Almužník (Oltár sv. Mikuláša), Panna Mária a sv. Jozef (Oltár Narodenia), sv. Ján Evanjelista (Oltár sv. Jánov), Metercia (Oltár sv. Anny).



Obr. 4: Oltár sv. Mikuláša, socha sv. Jána Almužníka, zelený podstavec.
 Priečný rez, VIS, 1 biely podklad zo sedimentárnej kriedy,
 2 zelená vrstva obsahujúca sféruľity malachitu
 a ihlicovité kryštály langitu.
 Foto© CHTO PÚSR



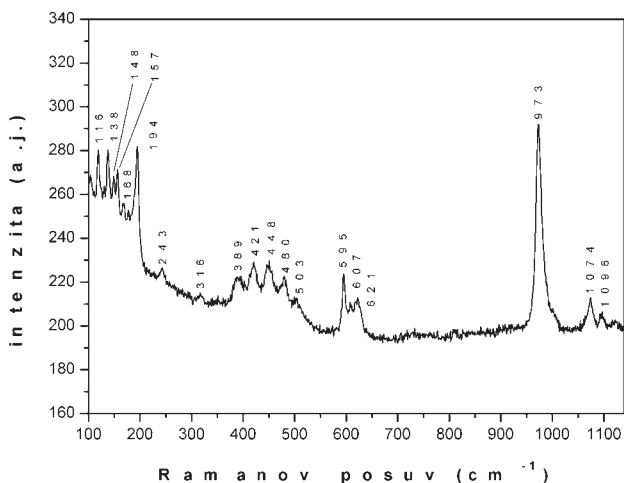
Obr. 5: Oltár sv. Mikuláša, socha sv. Jána Almužníka, zelený podstavec.
 Priečný rez SEM BEI – podmienky a miesta meraní,
 1 biely podklad zo sedimentárnej kriedy,
 2 zelená vrstva obsahujúca sféruľity malachitu a ihlicovité kryštály langitu.
 Foto© CHTO PÚSR



Obr. 6: Ramanova spektroskopija, spektrum minerálu langitu, podstavec J. Almužníka, záznam ©L. Vančo. Zrno 018, langit.

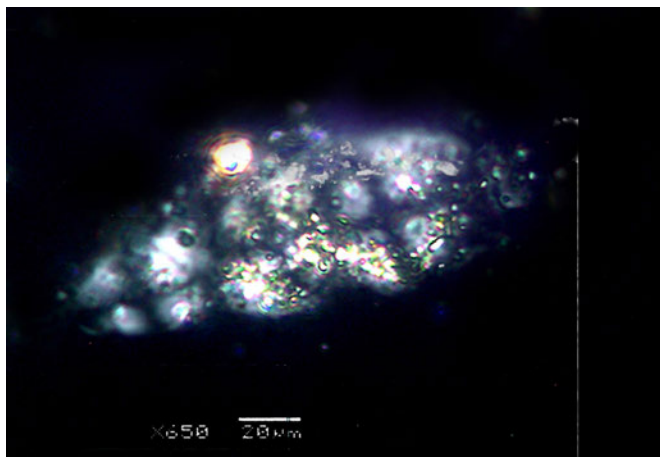
Podobnosť so spektrom posnjakitu si vyžiadala dekonvolúciu dominantného maxima na 973 cm^{-1} . Dekonvolúcia potvrdila prítomnosť skrytého pásma na 983 cm^{-1} .

Pomer $I_{973}/I_{983} = 3,62$ čo je v dobrej zhode s referenciou, Frost L. R.: *Spectrochimica Acta Part A*, 59 (2003), s. 1195 – 1204.

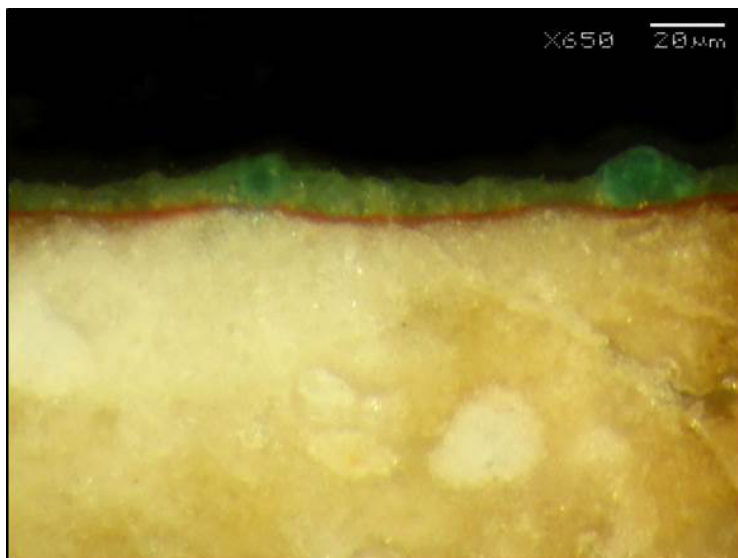


Obr. 7: Ramanova spektroskopija, spektrum minerálu malachitu, 3700 podstavec J. Almužníka, záznam ©L. Vančo, Zrno 019, malachit. Pásmo na 508 cm^{-1} potvrdzuje prítomnosť linaritu ako sprievodného minerálu.

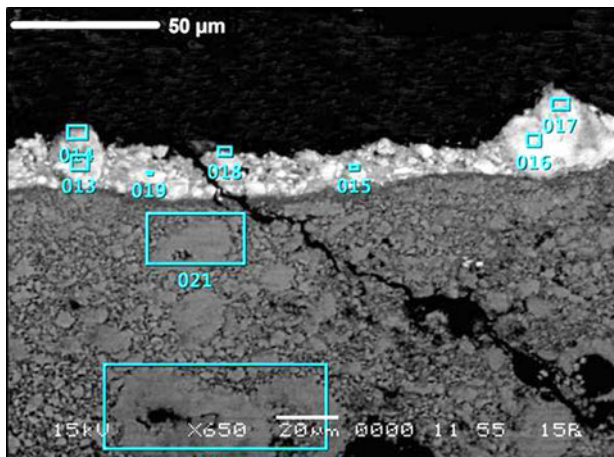
Aliatis, I. et al: *Spectrochimica Acta Part A*, 73 (2009), s. 532 – 538.



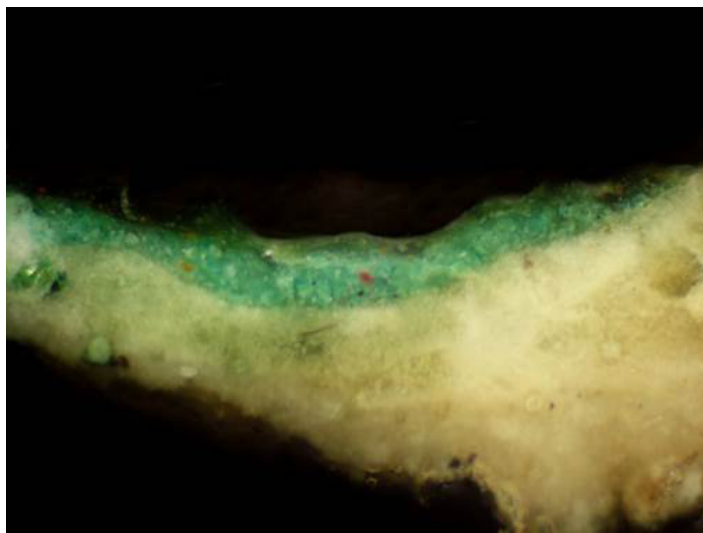
Obr. 8: Charakteristický stacionárny kríž sférolitického malachitu v polarizovanom svetle optického mikroskopu.
Foto© CHTO PÚSR.



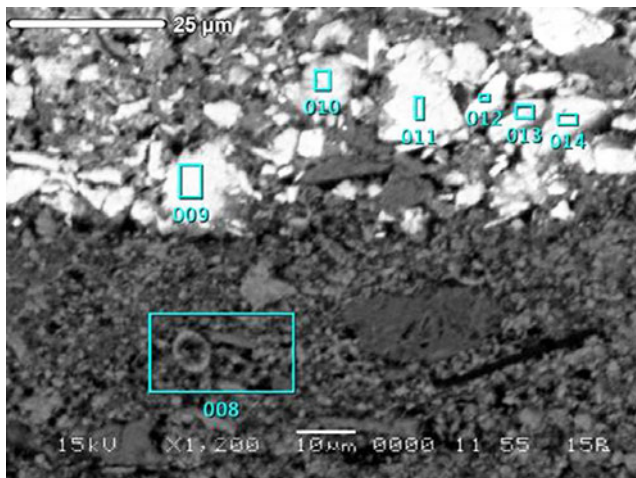
Obr. 9: Oltár Narodenia, socha sv. Jozefa, zelený rub plášťa.
Priechy rez, VIS, 1 biely podklad zo sedimentárnej kriedy,
2 miestami tenká červená vrstva hlinky,
3 zelená vrstva obsahujúca sférolity malachitu.
Foto© CHTO PÚSR.



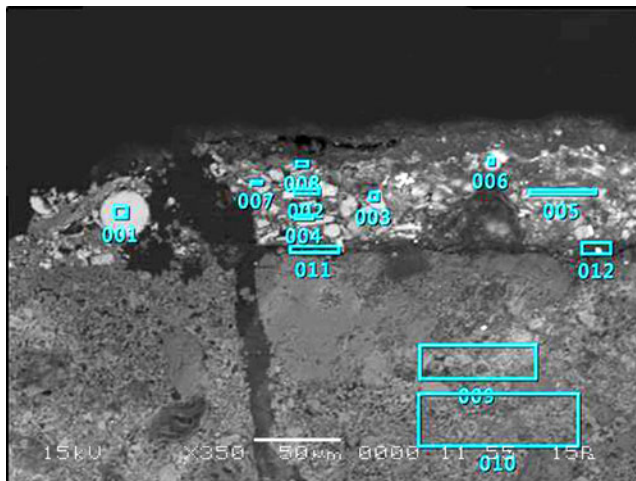
Obr. 10: Oltár Narodenia, socha sv. Jozefa, zelený rub plášťa.
 Priečný rez SEM BEI – podmienky a miesta meraní,
 1 biely podklad zo sedimentárnej kriedy,
 2 zelená vrstva obsahujúca sférulity malachitu.
 Foto© CHTO PÚSR.



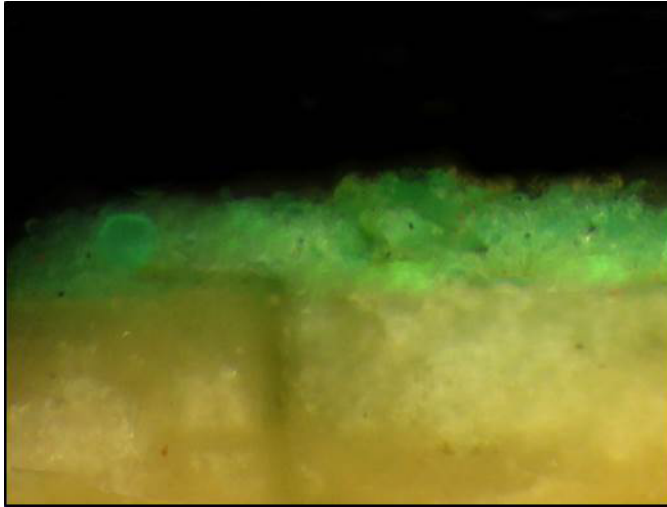
Obr. 11: Oltár sv. Jánov, socha sv. Jána Evanjelista, zelený podstavec.
 Priečný rez, VIS, 1 biely podklad zo sedimentárnej kriedy,
 2 zelená vrstva obsahujúca sférulity malachitu.
 Foto© CHTO PÚSR.



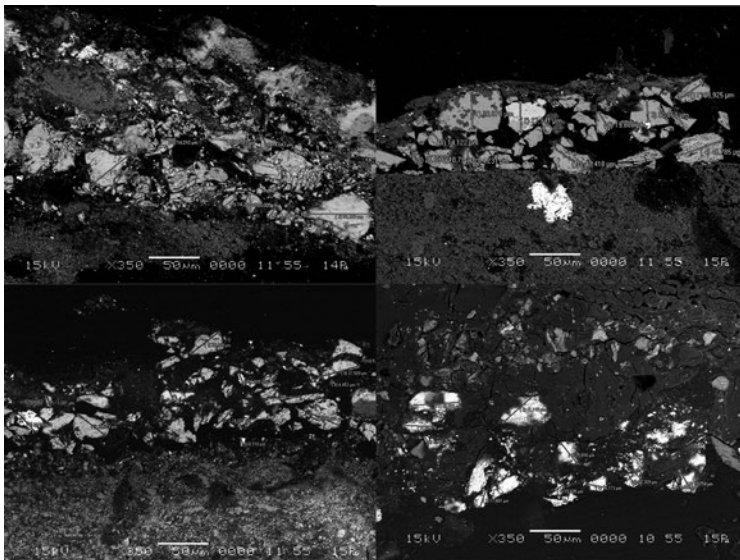
Obr. 12: Oltár sv. Jánov, socha sv. Jána Evanjelista, zelený podstavec.
 Priechy rez SEM BEI – podmienky a miesta meraní,
 1 biely podklad zo sedimentárnej kriedy,
 2 zelená vrstva obsahujúca sféruľity malachitu.
 Foto© CHTO PÚSR.



Obr. 13: Oltár sv. Anny, socha Panny Márie, zelený podstavec.
 Priechy rez, VIS, 1 biely podklad zo sedimentárnej kriedy,
 2 zelená vrstva obsahujúca sféruľity malachitu.
 Foto© CHTO PÚSR.



Obr. 14: Oltár sv. Anny, socha Panny Márie, zelený podstavec.
 Priechy rez SEM BEI – podmienky a miesta meraní,
 1 biely podklad zo sedimentárnej kriedy,
 2 zelená vrstva obsahujúca sférulity malachitu.
 Foto© CHTO PÚSR.



Obr. 15: Merania kryštálov azuritu v polychrómií modrých rubov plášťov svätcov. (Tab. 4)

Tab. 1: Oltár Narodenia, zelené lemovanie rukáva sv. Jozefa (6659 b).

Memo	Keyword	C	O	Ca	Cu
1	EDS, SEQ	27,1	14,9	2,1	55,6
2	EDS, SEQ	30,4	14,0		55,6
3	EDS, SEQ	33,9	13,5	1,8	50,9
4	EDS, SEQ	26,6	14,8		58,7
5	EDS, SEQ	25,7	14,9		59,3
6	EDS, SEQ	23,4	21,9	54,8	

Tab. 2: Oltár Jánov, sv. Ján Evanjelista, zelený podstavec (3011).

Memo	Keyword	C	O	Si	S	Cl	Ca	Cu
8	EDS, SEQ	40,1	21,0	5,0			30,4	
9	EDS, SEQ	22,5	15,6					62,0
10	EDS, SEQ	21,7	16,2				1,4	60,1
11	EDS, SEQ	18,8	22,7		6,3		0,7	51,6
12	EDS, SEQ	17,2	19,2		2,4		1,2	60,0
13	EDS, SEQ	22,1	20,6	1,4	4,5	3,6	2,2	45,6
14	EDS, SEQ	18,4	22,6		6,1		1,2	51,8

Tab. 3: Oltár sv. Anny, zelený podstavec (2223).

Memo	Keyword	C	O	Al	Si	S	Cl	Ca	Cu
1	EDS, SEQ	18,8	16,3						64,9
2	EDS, SEQ	25,7	14,6		0,8	1,2	11,6	1,6	44,4
3	EDS, SEQ	31,6	14,9	1,0	1,2		1,1		50,3
4	EDS, SEQ	20,2	16,7	0,7	0,7		1,5	1,0	59,3
5	EDS, SEQ	57,0	16,6	1,6	1,8	5,2		5,5	12,2
6	EDS, SEQ	51,2	10,5		1,5		1,8		35,1
7	EDS, SEQ	29,7	15,9	1,0		1,3	1,2	2,4	48,6
8	EDS, SEQ	43,3	16,8	0,7		5,0		1,1	32,1
9	EDS, SEQ	48,8	22,1	6,0	5,0	3,5		14,6	
10	EDS, SEQ	41,9	22,8	5,2	4,9	2,5		21,7	
11	EDS, SEQ	59,2	19,0	6,0	10,5			2,1	3,3
12	EDS, SEQ	62,2	17,2	5,1	6,0	2,7	1,2	3,0	1,6

Tab. 4: Veľkosť azuritových zŕn zmerané a zdokumentované v SEM BEI (obr. 15).

3711 Mikuláš sv. Mikuláš, rub plášťa	2219 Metercia P. Mária, rub plášťa	1305 Narodenia P. Mária, rub plášťa	3705a Mikuláš sv. Leonard, rub plášťa
(1) 43,102 µm	(1) 36,078 µm	(1) 36,389 µm	(1) 28,476 µm
(2) 66,203 µm	(2) 27,941 µm	(2) 32,919 µm	(2) 41,119 µm
(3) 35,551 µm	(3) 20,850 µm	(3) 8,110 µm	(3) 25,816 µm
(4) 20,005 µm	(4) 45,785 µm	(4) 4,453 µm	(4) 16,173 µm
(5) 14,201 µm	(5) 25,090 µm	(5) 46,081 µm	(5) 15,605 µm
(6) 14,643 µm	(6) 18,794 µm	(6) 26,168 µm	(6) 6,977 µm
(7) 11,898 µm	(7) 14,231 µm	(7) 11,081 µm	(7) 17,661 µm
(8) 17,168 µm	(8) 14,122 µm	(8) 12,985 µm	(8) 6,666 µm
(9) 8,918 µm	(9) 19,600 µm	(9) 37,589 µm	(9) 12,309 µm
(10) 14,010 µm	(10) 41,418 µm	(10) 5,230 µm	(10) 21,754 µm
(11) 15,878 µm	(11) 25,925 µm	(11) 24,601 µm	(11) 48,556 µm

Úloha a význam metód urýchleného starnutia v konzervátorskej vede, výskume a praxi

Radovan Tiňo, Soňa Kirschnerová,
Milena Reháková, Katarína Vizárová,
Michal Jablonský

*Fakulta chemickej a potravinárskej technológie STU v Bratislave,
Radlinského 9, 812 37 Bratislava
radovan.tino@stuba.sk*

Abstrakt: Chemický rozpad je pomalý proces odbúravania zložiek materiálu počas veľmi dlhej doby a to najmä v prírodných materiáloch skladovaných v neklimatizovaných archívoch, knižniciach a depozitoch. Otestovaním charakteristickej vlastnosti materiálu v danom okamihu nemožno predpovedať pravdepodobnosť jeho stálosti v dlhodobom meradle. To je možné dosiahnuť iba jeho pozorovaním a opakovaným testovaním počas desiatok rokov. Jediným spôsobom, ako vytvoriť predpoveď životnosti je urýchliť zhoršenie podmienok tak, aby sa merateľné zmeny udiali rýchlo. Urýchlené starnutie simuluje účinky prirodzeného starnutia v krátkom čase tým, že vystaví materiál vysokej koncentrácii škodlivých podmienok, ako je teplo, vlhkosť, svetlo a znečisťujúcich látok. Urýchlené starnutie sa teda snaží predvídať stabilitu materiálu za špecifických podmienok. Záverečná časť príspevku je venovaná prípadovým štúdiám využívajúcim metódy urýchleného starnutia na rôznych materiáloch a za rôznym účelom.

Kľúčové slová: urýchlené starnutie, prirodzené starnutie, degradácia materiálov, reštaurovanie, interdisciplinárny výskum

1. Úvod

Konzervátori vo svojej praxi používajú širokú škálu materiálov ako papier, drevo, textilie, pasty a tmely, obalové materiály, lepidlá, konsolidanty, peny, nátery, laky, pigmenty, moridlá a mnohé iné ... zoznam sa zdá byť nekonečný. V súvislosti s konzervačným zásahom však vždy nanovo vyvstávajú dve základné otázky: *Ako dlho konzervovaný materiál alebo objekt prežije? Bude mať konzervačný zásah nejaký nepriaznivý účinok na artefakty v priebehu času?*

Urýchlené starnutie sa v posledných rokoch postupne stáva objektom seriózneho intenzívneho výskumu. Staršie výsledky publikované v 90tych rokoch 20.storočia sa medzicasom stali štandardmi [1]. Z dôvodu, že doteraz boli vykonané iba 4 rozsiahle štúdie a že na ich základe bolo vykonaných iba málo ďalších štúdií, ktoré boli navyiac v niektorých parametroch úplne odlišné, objavili sa pochybnosti, či je možné spoliehať sa na výsledky tohto výskumu. V súčasnosti sa však objavili tri nové správy [2 – 4], ktoré poskytujú návod a nové myšlienky na to, ako majú byť výsledky testov urýchleného starnutia chápané.

Reštaurátori a konzervační vedci sa pri práci na ochrane objektov KD často stretávajú s požiadavkou predvídania. Potrebujú vedieť:

- ako rýchlo budú starnúť materiály a tieto rozdeliť podľa stability do tried (stabilné, čiastočne stabilné a nestabilné)
- potrebujú predpovedať aký bude dlhodobý účinok konzervačného zásahu
- chcú vedieť aký dopad budú mať použité materiály na kvalitu ošetrovaného objektu
- chcú vedieť ako dlho objekty KD ešte vydržia – relatívne porovnávanie účinnosti
- pri práci s originálmi nesmie dôjsť k poškodeniu objektu – urýchlené simulované starnutie modelových vzoriek napomáha kvalifikovanému odhadu účinku konzervačného zásahu

Oproti týmto dôvodom sa však vynárajú aj ďalšie, ktoré sú nemenej dôležité. Prvým z nich je vytvoriť v primeranom relatívne krátkom čase poradie materiálov, alebo kombinácie materiálov, s ohľadom na ich chemickú stabilitu alebo fyzickú životnosť. Ďalším cieľom je odhadnúť alebo predpovedať dĺžku potenciálnej prevádzkyschopnosti (použitelnosti) za očakávaných podmienok používania. V neposlednom rade je dôvodom urýchleného starnutia aj fakt, že degradačné procesy sa urýchľujú v laboratóriu tak, aby bolo možné objasniť chemické reakcie s nimi spojené (napr. „mechanizmus“ degradácie) a fyzikálne dôsledky z toho vyplývajúce.

Veľmi dôležitým aspektom tohto úsilia je objasnenie celkovej štruktúry degradácie, či už sú to procesy urýchlené v čase, či existuje indukčná perióda, alebo či je možné pozorovať niekoľko zreteľných etáp pred tým, než dôjde k rozpadu materiálu. V tomto ohľade je hlavným cieľom vývoj techník, ktoré môžu sledovať rozsah degradácie a metódy, podľa ktorej je možno predĺžiť užitočnú životnosť materiálov.

2. Čo je urýchlené starnutie?

Pod pojmom „urýchlené starnutie“ sa rozumie metóda, alebo súbor metód, využívajúcich náročnejšie podmienky (*zvýšená teplota, prítomnosť kyslíka, slnečné a iné druhy žiarenia, vibrácie, polutanty atď.*) na to, aby došlo k urýchleniu normálneho procesu starnutia zložiek materiálu alebo objektu. Vo všeobecnosti sa využíva pri určovaní dlhodobých účinkov očakávaných úrovní stresu v *kratšom čase*, zvyčajne v laboratóriu a je regulované/kontrolované *štandardnými* skúšobnými metódami. Podstatou urýchleného starnutia je fakt, že dlhodobé vystavenie objektu alebo materiálu vyšším dávkam energie môže urýchliť procesy starnutia, prípadne skrátiť čas testovania.

3. Podobnosti a odlišnosti prirodzeného a urýchleného starnutia (papieru)

Súčasná odborná literatúra [5] uvádza, že sú určité, alebo skôr dokonca mnohé procesy, ktoré prebiehajú v priebehu prirodzeného a rovnako aj urýchleného starnutia. V oboch prípadoch prebiehajú, napr. hydrolýza, oxidácia aj sieťovanie. Toto zistenie by mohlo byť považované za banálne, zaujímavejší je však fakt, že aj konečné degradačné produkty pri oboch typoch starnutia sú kvalitatívne veľmi podobné: karboxylové kyseliny s jednou karboxylovou skupinou, ako napríklad kyselina mliečna,

octová a mravčia, ďalej niektoré kyseliny s dvoma karboxylovými skupinami, ako napr. kyselina jantárová a hlavne kyselina šťaveľová. Pomery týchto finálnych produktov rozkladu sa budú líšiť v závislosti na teplote a relatívnej vlhkosti systému počas degradácie, a pravdepodobne tam budú tiež zreteľné rozdiely v medziproduktoch, medzi ktoré patria hemicelulózy, oxycelulózy, viac či menej kyslé poly- alebo oligosacharidy (napr. kyselina alginová).

Zaujímavým výsledkom vyššie spomínaného výskumu je aj fakt, že v teplotnom rozmedzí 70 až 90 °C sú si reakčné mechanizmy oboch procesov veľmi podobné, ale že pri teplotách pod 70 °C sa dominantné reakčné mechanizmy javia byť úplne odlišnými.

4. Metódy urýchleného starnutia

Pri simulovaní urýchleného starnutia sú fyzikálne alebo chemické testy vykonávané vystavením produktu

- reprezentatívnej úrovni namáhania v dlhodobom horizonte
- nezvykle vysokým úrovniam namáhania s cieľom urýchliť efekty prirodzeného starnutia
- úrovniam namáhania, ktoré cielene spôsobia poškodenie (pre ďalšie analýzy)

Polyméry sú často vystavované vyšším teplotám a UV žiareniu s cieľom urýchliť ich chemický rozpad. Využívajú sa na to *komory*. Materiály môžu byť tiež vystavené rýchlym zmenám teploty, vlhkosti, tlaku, ťahu atď. Cykly striedania vysokej teploty a chladu môžu simulovať efekt striedania dňa a noci.

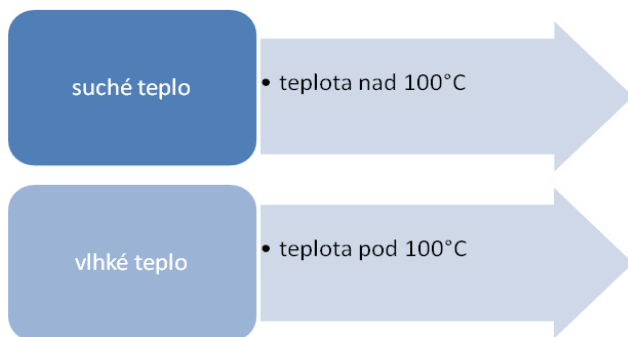
Pri sledovaní urýchleného starnutia sa využíva mnoho rôznych metód súvisiacich s veľkým množstvom skúmaných materiálov, simulujúcich množstvo rôznorodých podmienok, pri ktorých je nutné sledovať veľké množstvo parametrov. Okrem toho, neustále prebieha aj vývoj nových moderných metód.

Vo všeobecnosti je možné zhrnúť súčasne používané metódy urýchleného starnutia Takto:

- Zvýšená teplota bez kontroly vlhkosti: 60, 80, 90, 100, 103, 105 °C – 1, 3, 7, 10, 12, 13, 24, 100 dní.
- Nový variant – vzorky sú v hermeticky uzatvorených sklenených fľašiach pri teplotách medzi 70 a 100 °C počas max. 30 dní
- Zvýšená teplota a kontrolovaná vlhkosť: 50, 59, 60, 70, 80, 90, 100, 120 °C – 2, 30, 38, 50, 65, 70, 100 % RH.
- Nový variant – 80 °C, vlhkosť sa mení medzi 30 – 60 % RH každú hodinu.
- Žiarenie: denné svetlo, slnečné svetlo, umelé osvetlenie 300 – 600 nm, Xenónové osvetlenie 65000 W, gamma žiarenie, rádioaktívne žiarenie – 23, 30, 35, 50, 60, 70, 80, 90 °C – 50, 60, 65 % RH – 3, 6, 7, 8, 12, 30, 28, 156, 185 dní.
- Kontrolovaná atmosféra: SO₂, NO₂, NO_x, O₂, výfukové plyny, inertný plyn (argón) – 20, 22, 23, 28, 50, 60, 65, 70, 80, 90, 100, 105, 150 °C – 0, 50, 65, 80, 95, 100 % – 1, 3, 4, 10, 7, 24, 28, 32, 35, 42 dní.

Problematika starnutia je viacdimeziálna a je preto veľmi potrebné sústrediť sa hlavne na správnu interpretáciu získaných údajov. Z tohto hľadiska je preto nevyhnutná spolupráca reštaurátorov, konzervačných vedcov a ďalších odborníkov zo súvisiacich vedných odborov.

Pre urýchlené starnutie papiera sú v súčasnosti dôležité dve hlavné metódy:



Výsledné vlastnosti takto starnutých vzoriek môžu byť veľmi totožné, ale aj veľmi rozdielne!

5. Prípadové štúdie

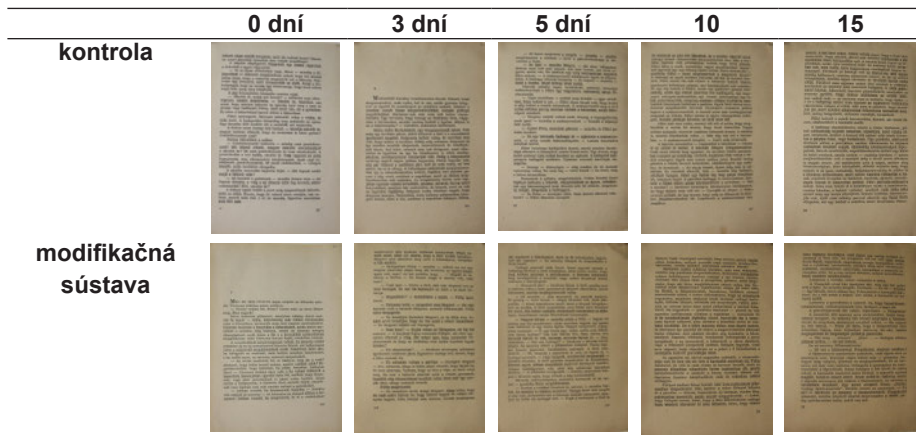
5.1. Papier

Prípadové štúdie týkajúce sa urýchleného starnutia papiera boli vypracované najmä počas riešenia štátneho programu výskumu a vývoja „Záchrana, stabilizácia a konzervovanie tradičných nosičov informácií v SR“ v rokoch 2003 – 2009 Kniha.SK.

V praxi najčastejšie využívané metódy urýchleného starnutia papiera sú:

- ASTM D 6819-02: Standard Test Method for Accelerated Temperature Aging of Printing and Writing Paper by Dry Oven Exposure Apparatus
- STN ISO 5630-1: Papier a lepenka. Urýchlené starnutie. Časť 1: Pôsobenie tepla za sucha pri teplote 105 °C
- STN ISO 5630-3: Papier a lepenka. Urýchlené starnutie. Časť 3: Pôsobenie tepla za vlhka pri teplote 80 °C a 65 % relatívnej vlhkosti.
- ISO 5630-6: Paper and board – Accelerated ageing. Part 6: Exposure to atmospheric pollution
- SO 105-B02: Tests for color fastness. Color fastness to artificial light: Xenon arc fading lamp test
- ISO 12 040: Prints and printing inks. Assessment of light fastness using filtered xenon arc light
- ASTM D6789-02: Standard Test Method for Accelerated Light Aging of Printing and Writing Paper by Xenon-Arc Exposure Apparatus

Významným prínosom rôznych metód urýchleného starnutia je sledovanie účinku novovyvíjaných modifikačných sústav na stabilizáciu a konzervovanie tradičného nosiča informácií – papiera. Na Obr. 1 sú ilustračné fotografie reálnej vzorky – knihy, ktorá bola stabilizovaná modifikačnou sústavou a následne podrobená urýchlenému starnutiu. Sledoval sa vplyv modifikácie a času v porovnaní s nemodifikovanou vzorkou – kontrolou.



Obr. 1: Ilustračné fotografie reálnej vzorky – knihy v jednotlivých časoch urýchleného starnutia podľa normy ASTM D 6819-02.

Súčasťou projektu bol aj vývoj nových metód urýchleného starnutia, ktorý skončil udelením patentu (P 286411: Katuščák S., Vrška M.: Spôsob výroby špeciálneho papiera). Ten rieši urýchlené starnutie blokov papiera v hermeticky uzatvorenom reaktore (Obr. 2). Jeho význam je v príprava predstarnutého testovacieho materiálu s presne definovanými parametrami uľahčujúci modelovú aplikáciu konzervačných postupov. pretože účinok konzervátorského zásahu sa môže prejaviť odlišne na novom a na starom degradovanom skúšobnom papieri. Výhodou je možnosť uskutočnenia experimentálnych overení na homogénnom bloku testovacieho papiera a až následná aplikácia na originálne historické dokumenty a knihy.



Obr. 2: Reaktor na výrobu homogénnych blokov predstarnutého testovacieho papiera.

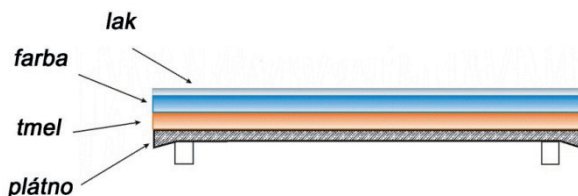
5.2. Obraz

Interdisciplinárny projekt so Slovenským národným múzeom – spolupráca pri reštaurovaní barokového obrazu Korunovanie Panny Márie z 1. pol. 18. stor. V ňom sme sa zaoberali štúdiom fyzikálno-chemických vlastností materiálov použitých pri reštaurovaní olejomalby z hľadiska stability v procese ich ďalšieho prirodzeného starnutia. V experi-

mente sa sledovali dve hlavné skupiny materiálov: materiály na báze historických receptúr dlhodobo používaných v reštaurátorskej praxi a moderné reštaurátorské materiály

Využitie metódy urýchleného starnutia vzoriek tmelov:

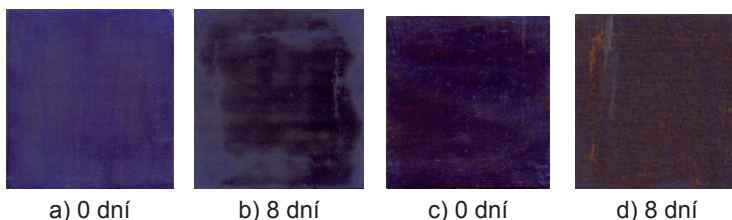
- ASTM D 6819-02 (urýchlené tepelné starnutie v uzatvorených fľašiach v sušiarňi),
- STN ISO 5630-1 – urýchlené starnutie papiera pôsobením tepla za sucha pri teplote 105 °C,
- ISO 105-B02 – urýchlené starnutie textílií v svetelnej xenónovej komore.



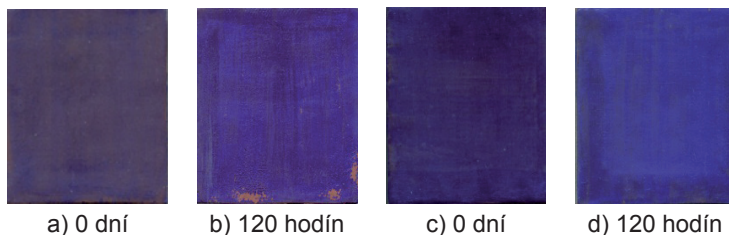
Obr. 3: Rez vrstvami modelovej vzorky. Jednotlivé vrstvy sú identické s vrstvami reštaurovanej olejomalby.

Sledované vlastnosti:

- celková farebná diferencia vzhľadom na nestarnutú kontrolu ΔE^*_{ab} – objektívne hodnotenie zmeny farby vzhľadom na pôvodnú nestarnutú vzorku
- egalita farby povrchu vzorky – rovnomernosť vyfarbenia
- indukčná perióda (KARIP) – predikcia životnosti tmelov



Obr. 4: Ukážka vzoriek podrobených tepelnému starnutia podľa normy ASTM.



Obr. 5: Ukážka vzoriek podrobených svetelno-tepelnému starnutia podľa normy ISO.

Na základe sledovaných parametrov boli testované materiály označené ako vhodné, resp. nevhodné na použitie pri reštaurovaní olejomalby (Publikované v: *Vizárová, K., Reháková, M., Kirschnerová, S., Peller, A., Šimon, P., Mikulášik, R. Stability studies of materials applied in the restoration of a baroque oil painting. Journal of Cultural Heritage, 12(2), 2011, p. 190 – 195*).

5.3. Grafika

Materiálová analýza grafiky zo zbierky SNM – Múzeum Červený Kameň

J. G. Haid (1714 – 1776): Skupinový portrét cisárskej rodiny, 1760 (inv. č. G 591).

Urýchlené starnutie bolo využité pre potrebu otestovania vhodnosti navrhovaného postupu inštalácie zbierkového predmetu. Grafika bola po mokrom ošetrovaní a skomplektovaní spevnená japonským papierom. V súvislosti s navrhovaným postupom inštalácie bola testovaná vhodnosť použitia syntetického lepidla (štúdiové lepidlo 3M Spray Mount TM) pri následnom podlepení diela netkanou textíliou.

Využitie metódy urýchleného starnutia

ASTM D6789-02 – vzorky boli podrobené vystavené urýchlenému svetelnému starnutiu, ktoré zodpovedá interiérovým podmienkam – xenónová testovacia komora Q-Sun Model Xe-1-S (89 000 luxov, 1,1 W/m², filter Windows Glass Q1, pri teplote 59 °C) po dobu 380 hodín

v dvoch režimoch: s vlastnou mikroklímou (vzorky boli klimatizované 24 hodín pri teplote 23 ± 1 °C, a relatívnej vlhkosti 50 ± 1 %, následne boli vložené do hermeticky uzavretých nádob a umiestnené do komory) a bez vlastnej mikroklímy (vzorky boli voľne umiestnené do komory).

Experiment bol zameraný na preverenie vplyvu prítomnosti lepidla na vrchnú vrstvu v modelovej vzorke pozostávajúcej z vrstiev: ručný papier, tylóza, japonský papier, syntetické lepidlo, netkaná textília, z hladiska optických zmien.



Obr. 6: Porovnanie vzorky podlepeného originálu testovaným lepidlom
a) pred urýchleným starnutím, b) po 380 hodinách urýchleného starnutia.

Optické zmeny sa sledovali na základe vyhodnotenia nameraných optických parametrov – súradníc farebného priestoru v systéme CIE L*a*b* a výpočtu celkovej farebnej diferencie ΔE^*_{ab} počas svetelného starnutia, vzťahnutej na pôvodné nestarnuté vzorky, ako aj subjektívnym pozorovaním nehomogenity povrchu papiera.

Na vrchnej vrstve modelovej vzorky – ručnom papieri nedochádza počas svetelného starnutia k výraznej zmene. Celková farebná diferencia dosahuje v režime bez vlastnej mikroklimy maximálnu hodnotu $\Delta E^*_{ab} = 3,1$. Daná hodnota signalizuje akceptovateľný farebný rozdiel prijateľný aj pri priamom porovnaní, subjektívnym pozorovaním takmer nepostrehnuteľný. V prípade, keď vzorky starli v prostredí vlastnej mikroklimy, bola celková farebná diferencia vzoriek papiera dokonca ešte nižšia (maximálna hodnota ΔE^*_{ab} počas starnutia dosiahla hodnotu 1,5). Aplikácia testovaného lepidla na podlepenie originálu v danom zložení vrstiev materiálov nespôsobila optické zmeny na hornej vrstve papiera ani po urýchlenom starnutí. V prípade obidvoch režimov starnutia neboli zaznamenané subjektívnym pozorovaním žiadne zmeny homogenity povrchu (vznik škvrn) papiera.

5.4. Atramenty

Vzdušné polutanty ako oxid siričitý, oxidy dusíka, peroxidy a ozón sú silnými oxidačnými činidlami a katalyzujú chemické reakcie, ktoré vedú k vzniku kyselín v materiáloch. To je závažný problém najmä pre papier a kožu, materiály, ktoré sú citlivé na poškodenie spôsobené kyselinami. Papier mení svoju farbu a krehne, koža slabne a drobí sa. Tuhé a kvapalné častice (sadze) odierajú, špinia a znehodnocujú materiály kultúrneho dedičstva (Williams, E. L., Grosjean, D., Exposure of deacidified and untreated paper to ambient levels of sulfur dioxide: Nature and yield of reaction products, JAIC, 31 (2), 199 – 212, (1992)).

Preto na sledovanie vlastností papiera v znečistenom prostredí bola vyvinutá metóda urýchleného starnutia v prostredí vzdušných polutantov, konkrétne v zmesi NO_x a v roku 2006 bola prijatá ako ISO norma (ISO/DIS 5630-6, Paper and board – Accelerated ageing, part 6: Exposure to atmospheric pollution). Norma využíva komoru, v ktorej sú zabezpečené konštantné podmienky (teplota 23 °C, RV 50 % a konštantný prietok vzduchu s oxidmi dusíka o definovanej koncentrácii 50 ± 2 ppm). V experimentoch urýchleného starnutia na našom pracovisku z technických príčin využívame modifikovanú metódu urýchleného starnutia podľa normy ISO/DIS 5630-5, Papier a kartón – urýchlené starnutie, časť 5: Expozícia pri zvýšenej teplote v 100 °C. Jedná sa o starnutie vo fľašiach v uzatvorenom priestore s konštantnou teplotou, relatívnou vlhkosťou a koncentráciou zmesi oxidov dusíka (100, resp. 800 ppm).

Polutant NO_x s koncentráciou 2000 ppm sa privádza z tlakovej nádoby pomocou redukčného ventilu cez prietokomer, na ktorom sa nastaví regulovaný prietok plynu 1 l/min (16,67 ml/s) do fliaš určených na urýchlené starnutie, v ktorom sú predklimatizované vzorky papiera. NO_x je privádzaný tesne nad dno fľaše, ktorá je bezprostredne po aplikovaní príslušnej koncentrácie NO_x uzavretá vrchnákmi s vitonovým tesnením. Takto pripravené vzorky sa uložia do sušiarne, ktorá je temperovaná na 100 ± 0,1 °C a nechajú sa starnúť 120 hodín.

Bol uskutočnený rozsiahly experiment sledujúci vplyv svetla a vzdušných polutantov na vlastnosti tzv. hnedošedých atramentov – bistra, sépie a železozalových atramentov.

Svetelná expozícia bola uskutočnená v zariadení skonštruovanom na pracovisku OPAF. Ide o komoru so svetelným zdrojom zodpovedajúcim emisnému spektru D60. Svetlo je emitované pomocou dvoch druhov lúčnic – metalhalogénovej výbojky (OSRAM POWERSTAR HQ TS 400/D UV-reduced), ktorá emituje vo viditeľnej oblasti spektra a dve fluorescenčné výbojky, ktoré majú maximum emisného spektra v UVA oblasti. V komore sú zabezpečené podmienky: relatívna vlhkosť $20 \pm 5 \%$, teplota $45 \pm 5 \%$, osvetlenie 100 000 lx, ožiarenie $676 \mu\text{W}/\text{cm}^2$.

Študoval sa vplyv svetla a NOx na degradáciu papierovej podložky ako aj celkovú stabilitu a dôležité úžitkové vlastnosti modelových systémov písacia látka – papierová podložka. Sledovali sa vlastnosti optické, chemické (pH a rýchlosť poklesu polymerizačného stupňa podložky) i mechanické. Zistilo sa, že spomedzi hnedošedých historických atramentov je najstabilnejší atrament sépia, nasleduje bister a železodubienkové atramenty, ktoré spôsobujú nielen výrazné zmeny vo farebnosti a štruktúre samotnej písacej látky, ale aj degradáciu, až rozpad papiera. Svetlo je faktorom, ktorý ovplyvňuje stabilitu grafických záznamov menej než znečisťujúce plyny v ovzduší. Najnebezpečnejšou je kombinácia zvýšenej teploty, relatívnej vlhkosti a prítomnosti polutantu.

5.5. Drevo

Prípadová štúdia týkajúca sa urýchleného starnutia dreva povrchovo upraveného vodou riediteľným náterovým systémom bola vypracovaná počas riešenia projektu 7. RP DURAWOOD v rokoch 2009 – 2011

Urýchlené starnutie bolo využité na kontrolu trvanlivosti povrchovej úpravy dreva nanesej po aktivácii povrchu dreva účinkom atmosférickej plazmy.

Pre čo najobjektívnejšie posúdenie účinnosti novo vyvinutej povrchovej úpravy bola vypracovaná simulácia ničivého dopadu poveternostných podmienok na odolnosť vodou riediteľných náterových systémov. Týždenný cyklus klimatického namáhania pozostával z dvoch krokov. V prvom kroku boli povrchovo upravené vzorky vystavené 72 hodín účinku svetelného starnutia v klimatizačnej xenónovej testovacej komore Q-Sun Xe-1-S ($T = 50 \pm 8 \text{ }^\circ\text{C}$, $0,69 \text{ Wm}^{-2}$, 340 nm, suché teplo, denné svetlo). V druhom kroku došlo k tepelnému namáhaniu a to tak, že najprv boli vzorky sušené v sušiarňi 1h pri $T = 50 \text{ }^\circ\text{C}$, následne sa vložili do mraziaceho boxu na 90 min. pri $T = -18 \text{ }^\circ\text{C}$ a tieto dva režimy sa zopakovali 3x. Po nich došlo k namočeniu vzorky do vody na 16 hodín pri $T = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ za účelom simulácie pôsobenia dažďových zrážok.

Celý proces trval 6 týždňov a po jeho skončení, ako aj po každom týždni sa hodnotili

- zmeny farebnosti v priebehu starnutia a po ňom
- zmeny lesku
- zmeny hmotnosti
- nasiakavosť
- na konci bola meraná adhézia nanesených zostarnutých povlakov

6. Záver

Široké spektrum materiálov v reštaurátorskej a konzervátorskej praxi podlieha vplyvom starnutia zmenám. Hlavne zmeny ich charakteristických funkčných vlastností spô-

sobené degradačnými procesmi nepriaznivo ovplyvňujú životnosť objektov kultúrneho dedičstva. Účinky starnutia však nemožno objektívne pozorovať jednoduchým meraním v danom čase. V posledných desaťročiach sa veľa úsilia venovalo výskumu a vývoju metód umožňujúcich v krátkom čase nasimulovať tieto zmeny za účelom zodpovedania dvoch základných otázok a to či bude mať konzervačný zásah pozitívny efekt v dlhodobom horizonte a ako dlho ošetrovaný objekt ešte prežije, prípadne koľko času by mu zostávalo, keby ošetrovaný nebol. Doposiaľ sa však nepodarilo nájsť metódu, ani teoretický výpočet, ktorý by presne vedel zodpovedať na tieto otázky a urýchlené starnutie zatiaľ simuluje iba špecifické podmienky. Aj to však výrazne pomáha vedcom a reštaurátorom v ich úsilí o záchranu objektov a materiálov s umeleckou a historickou hodnotou.

PodĎakovanie

Ďakujeme projektu VEGA 1/0811/11 – Štúdium vplyvu vonkajších podmienok na stabilitu farebných vrstiev grafických objektov kultúrneho dedičstva za finančnú podporu.

7. Literatúra

1. ISO 5630. Paper and board – accelerated ageing. – Part 1: Dry heat treatment at 105 °C. Last revision 1991 – Part 2: Moist heat treatment at 90 °C and 25 % RH. Last revision 1985 – Part 3: Moist heat treatment at 80 °C and 65 % RH. Last revision 1986 – Part 4: Dry heat treatment at 120° or 150 °C. Last revision 1986. Part 1 is equivalent to the US American Standard ASTM (1987). Standard Test Method for Determination of Effect of Dry Heat on Properties of Paper and Board. American Society for Testing and Materials (ASTM-D776-87; 72 hours at 105 ± 2 °C).
2. Káßberger, M.: Vorgänge im Papier bei dynamisch beschleunigter Alterung. Diss. Graz 1998. IV + 205 + 7 pp.
3. Porck, Henk J.: Rate of paper degradation. The predictive value of artificial aging tests. Amsterdam: European Commission on Preservation and Access 2000. 40 pp., 10 of them references.
4. ASTM research program into the effect of aging on printing and writing papers. Final reports on accelerated aging test method development. – Accelerated aging test method development for American Society for Testing and Materials Institute for Standard Research (ASTM/ISR). – Chemical analysis of degradation products. – Application of Arrhenius relationship. – Proposal for a new accelerated aging test. Ottawa: Canadian Conservation Institute, January 2001. 153 pp. Washington, DC: Library of Congress. February 2000, revised February 2001. 362 pp.
5. Bansa H.: Der Beitrag erschien erstmals in: Restaurator 23,2 (2002) s. 106 – 117.

Štúdium stability systémov papier/arabská guma/historický atrament pri starnutí

András Peller, Milena Reháková,
Michaela Ciglanská, Peter Šimon

*Fakulta chemickej a potravinárskej technológie, Slovenská technická univerzita,
Radlinského 9, 81237 Bratislava
andras.peller@stuba.sk*

Abstrakt: *Cieľom tejto práce bolo preskúmať stabilitu systému papier/arabská guma/historický atrament a objasniť úlohu termooxidácie a depolymerizácie pri rôznych typoch urýchleného starnutia pomocou termickej analýzy (DTA/TG), odolnosti voči ohýbaniu papiera a rýchlostnej konštanty depolymerizácie. Výsledky naznačujú, že pri „muzeálnych“ podmienkach predstavuje termooxidácia minoritnú reakciu degradačného mechanizmu. Železogatový atrament urýchľuje termooxidáciu aj depolymerizáciu pri tepelnom starnutí, pri svetelnom starnutí najväčšiu stabilitu vykazuje systém s atramentom bister. V prípade atramentu sépia bol pri svetelnom starnutí pozorovaný stabilizačný efekt, zrejme v dôsledku tvorby zlúčeniny s antioxidačnými vlastnosťami.*

Kľúčové slová: *atramentová korózia, termooxidácia, depolymerizácia, historické atramenty, urýchlené starnutie, nearrheniovská teplotná funkcia*

1. Úvod

Atramentom písané historické dokumenty tvoria významnú časť kultúrneho dedičstva. Znehodnocovanie týchto neoceniteľných materiálov predstavuje jeden z najväčších problémov v konzervačnej vede, ako je na to veľmi názorne poukázané v práci [1] napr. kompletnou stratou životného diela Victora Huga kvôli atramentovej korózii. Atramentová korózia je komplexný degradačný proces papierovej podložky, samotného atramentu a interakcia medzi atramentom a papierovou podložkou. Atramentová korózia je sprevádzaná zmenou fyzikálnych a/alebo chemických vlastností materiálu a je výrazne ovplyvnená spracovaním, históriou, vnútornými faktormi (pH, kovové ióny, nečistoty atď.) a podmienkami okolia (teplota, vlhkosť, svetlo atmosférické polutanty atď.) [2, 3].

Historický atrament je zmes pigmentov a kvapalného nosného média skladajúceho z rozpúšťadla a zo živice [4]. Neexistuje všeobecný degradačný mechanizmus atramentovej korózie [5]. Najštudovanejším atramentom je železogatový atrament, vodný roztok kyseliny galovej získavanej z rôznych zdrojov, síranu železnateho a arabskej gummy [5], a početnými štúdiami bol dokázaný korozívny účinok tohto atramentu prostredníctvom kyslej hydrolýzy celulózy (vysoká kyslosť atramentu) a oxidácie papierového podkladu prostredníctvom katalytického efektu rozpustných kovových iónov [1, 2, 6].

Atrament bister, vodný extrakt z dechtov spáleného dreva, bol v histórii často používaný, ale napriek tomu jeho vplyv na stabilitu je málo preskúmaný [7]. Rovnaký je stav výskumu stability aj v prípade atramentu sépia, ktorý sa získaval z mechúrikov sépie obyčajnej a bol veľmi populárny od 17. storočia [8].

Vplyv živíc (arabská guma, želatína) na atramentovú koróziu taktiež nemožno zanedbať, nakoľko sú známe práce [9, 10], v ktorých bol dokázaný inhibičný efekt arabskej gummy na korozívny účinok atramentu železagalovej.

Kyslo katalyzovaná hydrolýza a (termo)oxidácia celulózy sú dominantné degradačné reakcie pri starnutí papierových dokumentov [11], ktorého výsledkom je zhoršenie mechanických vlastností papiera [12].

2. Experimentálna časť

2.1. Príprava vzoriek

Tri typy modelových systémov papier/arabská guma/historický atrament boli pripravené na základe publikovaných postupov [13]. V prípade každého atramentu sa vychádzalo z vodného roztoku arabskej gummy (Sigma-Aldrich) s hmotnostnou koncentráciou 7,852 g/100 ml.

- Železagalový atrament, do roztoku arabskej gummy bol pridaný monohydrát kyseliny galovej ($M = 188,14 \text{ g mol}^{-1}$, Sigma Aldrich) a heptahydrát síranu železnatého ($M = 278,016 \text{ g mol}^{-1}$, Lachema, Czech Republic) tak, aby pomer Fe(II) ku kyseline galovej bol 1:1 a ich koncentrácia vo výslednom roztoku bola $0,05 \text{ mol l}^{-1}$.
- Atrament bister (bistre) Bister 12100 (Kremer Pigmente GmbH & Co KG), bol pripravený dispergovaním 2,81 g atramentu bister v 50 ml roztoku arabskej gummy pomocou ultrazvuku,
- Atrament sépia 12401 (Kremer Pigmente GmbH & Co KG) sa pripravil dispergovaním 1,23 g atramentu sépia v 50 ml roztoku arabskej gummy pomocou ultrazvuku.

Filtračný papier Whatman (Whatman Laboratory Division, Maidstone, England, Cat No 1001917, 87 g m^{-2} , pH 6,7) slúžil ako papierový nosič. Atramentový systém bol aplikovaný na $(15 \pm 5) \text{ cm}$ plochu papiera dobu 15 s, priemerné množstvo absorbovaného atramentu bolo $(7,95 \pm 0,55) \text{ g m}^{-2}$.

2.2. Metódy urýchleného starnutia

Boli aplikované dva typy urýchleného starnutia:

- Urýchlené tepelné starnutie v uzavretých nádobách podľa normy ISO 5630/5 pri teplote $100 \text{ }^\circ\text{C}$ a relatívnej vlhkosti 50 %, a modifikácia tohto typu starnutia, keď reakčná atmosféra vzorky počas starnutia obsahovala aj 100 ppm alebo 800 ppm plynov NO_x , expozičné časy pre železagalový atrament boli 1, 2, 4, 8 a 24 h, pre ostatné vzorky 4, 16, 24, 48, 120 h,
- Urýchlené svetelné starnutie na základe normy ISO 105 – B02 uskutočnené pomocou lampy MeX-lamp OSRAM POWERSTAR HQI TS 400/D s redukovanou UV oblasťou žiarenia pre denné svetlo a dvoch fluorescenčných lúčov so spektrálnym maximom v UVA oblasti. Podmienky starnutia: teplota $(45 \pm 5) \text{ }^\circ\text{C}$ relatívna vlhkosť $(25 \pm 5) \%$, expozičné časy pre všetky vzorky 20, 40, 80, 120, 160 h.

2.3. Použité techniky

- Simultánna termická analýza bola meraná pomocou prístroja Shimadzu DTG-60, simultánne bola zaznamenávaná termogravimetrická (TG) krivka aj signál diferenčnej termickej analýzy (DTA). Reakčnú atmosféru tvoril vzduch s prietokom 50 ml min^{-1} . Vzorky na merania mali kruhový tvar s hmotnosťou $2 - 3 \text{ mg}$, aplikoval sa lineárny teplotný režim s rýchlosťami ohrevu $1, 3, 5, 7, 10, 15 \text{ K min}^{-1}$, všetky vzorky boli merané pri maximálnom expozičnom čase starnutia.
- Odolnosť voči ohýbaniu papiera sa stanovovala na základe merania počtu dvojhobov pomocou prístroja Tinius Olsen (sila zaťaženia papiera 3 N) podľa normy ASTM D2176-97a. Merala sa vzorka rozmeru $15 \times 100 \text{ mm}$ 10 krát pri relatívnej vlhkosti $(35 \pm 5) \%$.
- Viskozimetrický experiment bol uskutočnený na základe normy ISO 5351-1 za použitia rozpúšťadla kuprietyléndiamínu pri teplote $(25,0 \pm 0,1) \text{ }^\circ\text{C}$. Kapilárnym viskozimetrom boli namerané efluxné časy vzorky, z ktorých pomocou konštánt pre čisté rozpúšťadlo boli vypočítane hodnoty limitného viskozitného čísla $[\eta]$.

3. Spracovanie experimentov

3.1. Indukčná perióda

U väčšine organických polymérnych materiálov v priebehu termooxidácie sa pozoruje štádium, počas ktorého žiadna výrazná zmena sledovaných vlastností materiálu sa nedeteguje, toto štádium sa nazýva indukčná perióda (IP). Na konci IP dochádza k náhlemu zhoršeniu vlastností materiálu. Dĺžka IP (t_i) je veľmi často považovaná za mieru termooxidácie stability materiálov. Na odhad t_i pre „laboratórnu“ teplotu $23 \text{ }^\circ\text{C}$ na základe neizotermického DTA experimentu sa použila bezmodelová, izokonverzná kinetická metóda na základe všeobecnej kinetickej rovnice popisujúcej aj kinetiku dejov prebiehajúcich počas IP [14]:

$$\frac{d\alpha}{dt} = k(T) f(\alpha) \quad (1)$$

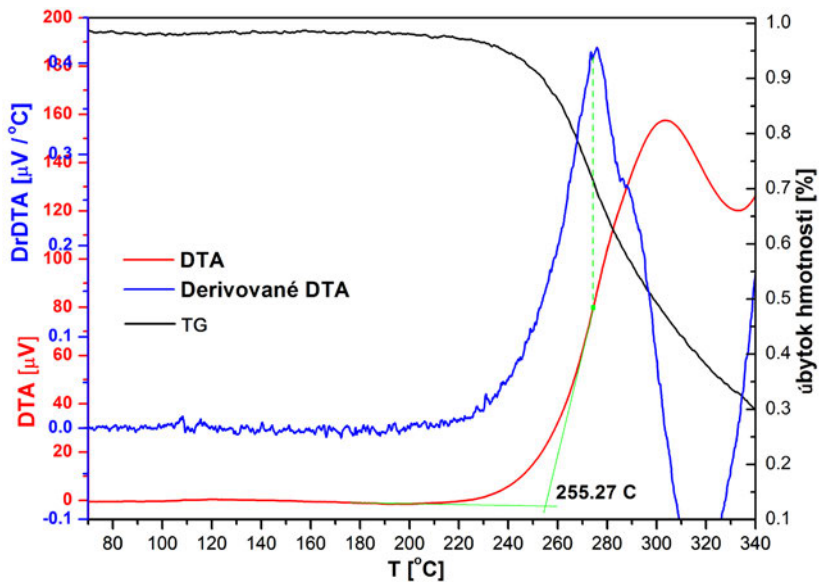
kde ľavá strana rovnice predstavuje rýchlosť termooxidácie definovanú ako časovú zmenu konverzie, $k(T)$ je teplotná funkcia, $f(\alpha)$ je konverzná funkcia. Bolo pozorované, že nábehovú teplotu oxidácie, T_i , možno opísať rovnicou [15]:

$$T_i = T_\infty(1 - \exp[-b^a]) \quad (2)$$

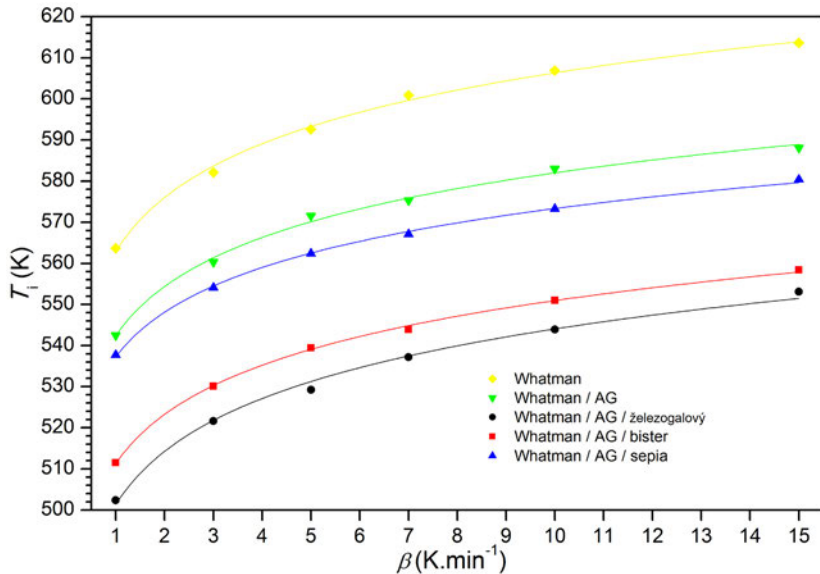
kde T_∞ a a sú kinetické parametre. Kombináciou rovníc (1) a (2) a po jednoduchých matematických úpravách možno získať vzťah pre výpočet dĺžky IP pre ľubovoľnú teplotu:

$$t_i(T) = (T_\infty - T) a \left(\ln \frac{T_\infty}{T_\infty - T} \right)^{\frac{a-1}{a}} \quad (3)$$

DTA krivky vykazovali typický priebeh termooxidácie: dlhý úsek záznamu bez výraznej zmeny na konci s mohutným, ľahko identifikovateľným termooxidáčnym píkom (napr. obr. 1). Teploty konca IP (T_i) boli určované z DTA krivky ako nábehové teploty



Obr. 1: Záznamy z termoanalytického experimentu vzorky Whatman/AG/železogatový atrament pri tepelnom starnutí s 100 ppm NO_x a spôsob určenia T_i .



Obr. 2: Typické závislosti nábehovej teploty termooxidácie (T_i) od rýchlosti ohrevu (β).

termooxidačného piku. Na obr. 2 sú uvedené príklady závislosti T_i od rýchlosti ohrevu, tieto závislosti sa spracovali nelineárnou regresiou pomocou programu ORIGIN na základe funkčnej závislosti (2), získané fitovacie parametre T_∞ a a sa použili na výpočet t_i pomocou rovnice (3) pre každú meranú vzorku.

3.2. Depolymerizácia

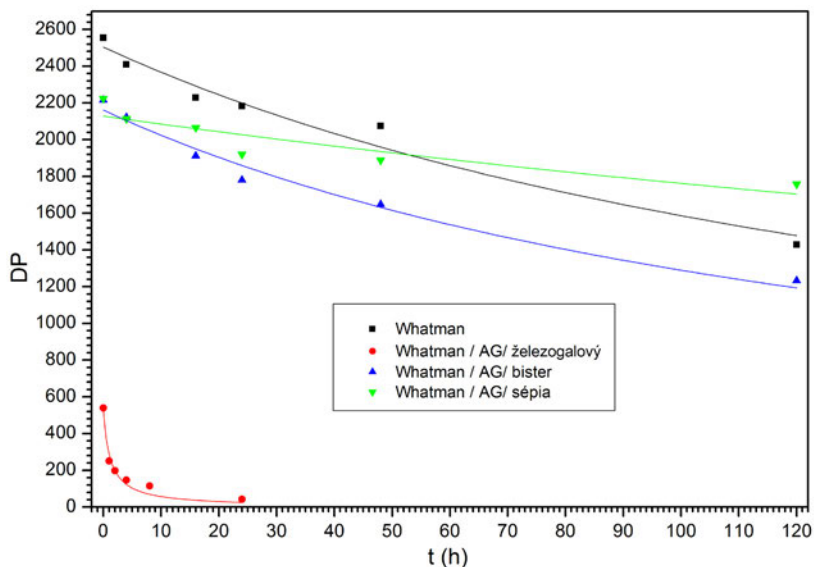
Priebeh depolymerizácie bol skúmaný štandardnou metódou výpočtu rýchlostnej konštanty depolymerizácie na základe viskozimetrického experimentu. Stupeň polymerizácie (DP) pre jednotlivé expozície starnutia vzorky boli vypočítané na základe limitného viskozitného čísla $[\eta]$ použitím Markovej-Houwinkovej-Sakuradovej rovnice

$$DP^{0,85} = 1,1 [\eta] \quad (4)$$

pričom v rovnici (4) boli použité konštanty pre celulózu [16]. Rýchlostné konštanty depolymerizácie (k_D) sa určili spracovaním (nelineárne regresia, ORIGIN) funkčných závislostí DP od expozičného času starnutia (obr. 3) na základe Ekenstamovej rovnice [17]

$$\frac{1}{DP} - \frac{1}{DP_0} = k_D t \quad (5)$$

kde DP_0 je fitovací parameter, tzv. teoretický stupeň polymerizácie bez vplyvu starnutia.



Obr. 3: Závislosti depolymerizačného stupňa (DP) vzoriek od expozičného času tepelného starnutia s 800 ppm NO_x .

4. Výsledky a diskusia

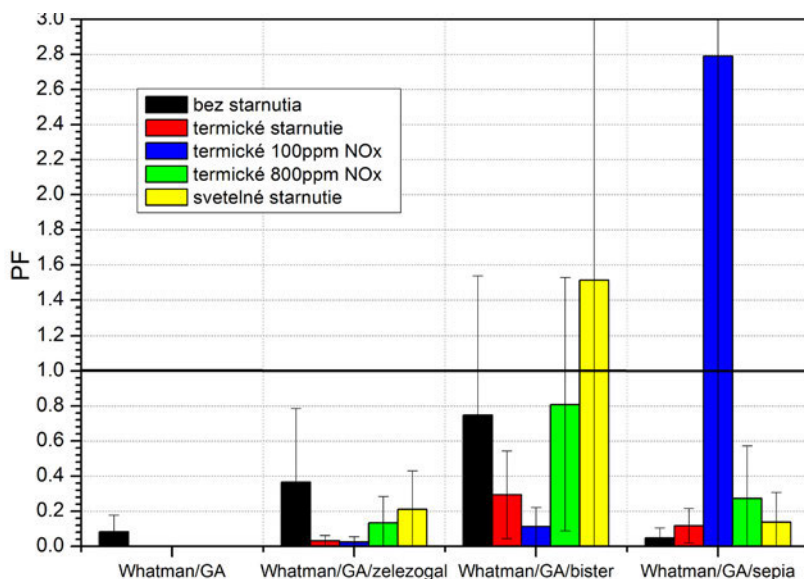
Nakoľko hodnoty t_i boli extrapolované pre teplotu 23 °C, ktorá je ďaleko od intervalu teplôt experimentu (od 225 do 350 °C), môžu byť skreslené. Ak predpokladáme, že skreslenie je rovnaké pre všetky prípady, je výhodné použiť na vyhodnocovanie relatívne kritériá stability. Preto sme pracovali s protekčným faktorom (PF) definovaným ako

$$PF = \frac{t_i(\text{vzorka})}{t_i(\text{Whatman})} \quad (6)$$

a s reziduálnou stabilitou (R) definovanou ako

$$R = \frac{t_i}{t_{i0}} \quad (7)$$

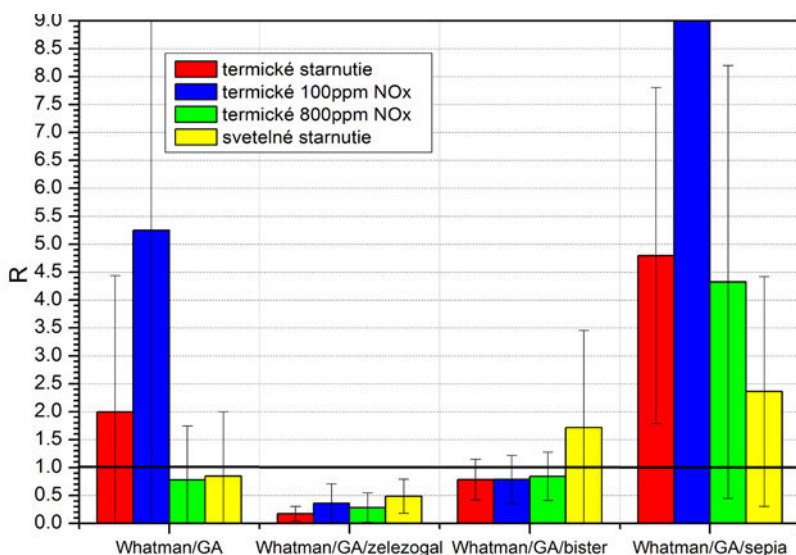
kde t_{i0} je dĺžka IP bez aplikovania urýchleného starnutia. Hodnota PF charakterizuje účinok atramentového systému na termooxidačnú stabilitu papiera Whatman, keď je hodnota PF z intervalu $<0, 1>$, atrament znižuje termooxidačnú stabilitu, naopak, keď platí $PF > 1$, atrament má kladný efekt na termooxidačnú stabilitu papiera Whatman. Hodnoty R hodnotia účinok urýchleného starnutia na termooxidačnú stabilitu systému, mali by byť z intervalu $<0, 1>$.



Obr. 4: Výsledné hodnoty protekčného faktora (PF) spolu s neistotami.

Na obrázkoch 4 a 5 sú znázornené výsledné hodnoty PF a R spolu s ich neistotami určenými ako 95 %-ný interval spoľahlivosti na základe normálneho rozdelenia pravdepodobnosti. Čiara s hodnotou 1 indikuje prípad, keď termooxidačná stabilita nie je ovplyvnená systémom atramentov alebo starnutím. Na základe PF a vzhľadom na

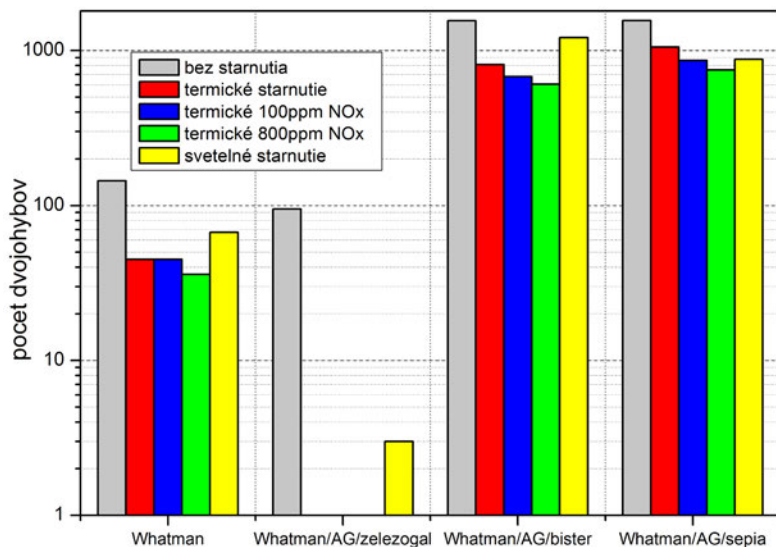
neistoty môžeme povedať, že arabská guma (AG) významne znižuje termooxidačnú stabilitu, rovnaký negatívny efekt sa sleduje aj v prípade železozalového atramentu a to pri každom type urýchleného starnutia, najviac však pri tepelnom starnutí a pri tepelnom starnutí s 100 ppm NO_x. V prípade atramentu bister jednoznačný negatívny vplyv na termooxidačnú stabilitu sa deteguje iba v prípade spomenutých typov urýchleného starnutia. Atrament sépia, podobne ako železozalový atrament, vykazuje zníženú termooxidačnú stabilitu, výnimkou tepelného starnutia so 100 ppm NO_x, kde sa nedajú vyvodit' spoľahlivé závery. Na základe *R* (obr. 5) sa potvrdilo, že urýchlené starnutie výrazne urýchľuje termooxidáciu vzorky so železozalovým atramentom, v prípade atramentu sépia pri tepelnom starnutí a pri tepelnom starnutí so 100 ppm NO_x sa pozoruje stabilizačný efekt. Tento zaujímavý výsledok môžeme vysvetliť vznikom tvorby zlúčeniny s antioxidačnými vlastnosťami počas starnutia. Podobný jav bol dokázaný v prípade systému papier/arabská guma [9, 10]. V ostatných prípadoch nemôžeme vyvodit' jednoznačné závery vzhľadom na neistoty hodnôt *R*.



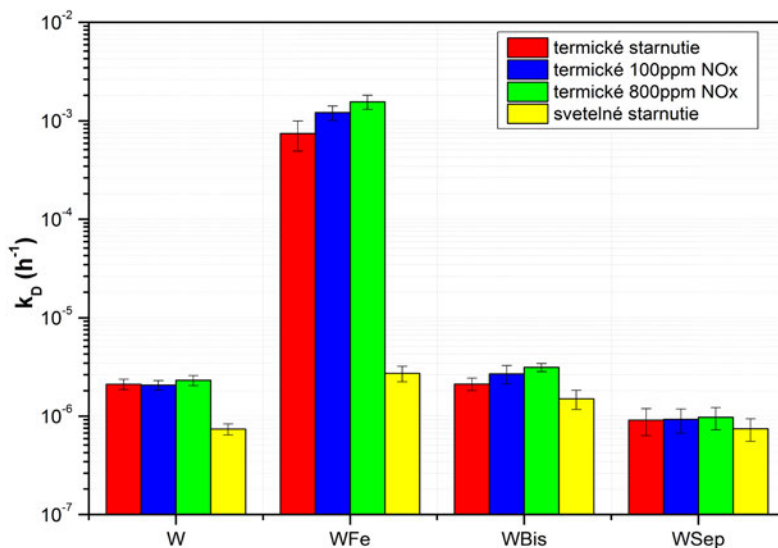
Obr. 5: Výsledné hodnoty reziduálnej stability (*R*) spolu s neistotami.

Na základe počtu dvojohybov ω (obr. 6) bol pozorovaný deštruktívny účinok urýchleného starnutí pre každú vzorku, pričom miera negatívneho účinku na mechanickú vlastnosť sústavy bola v poradí od tepelného starnutia bez NO_x až k tepelnému starnutiu s najvyššou koncentráciou 800 ppm NO_x, svetelné starnutie malo najmenší vplyv na mechanickú stabilitu. Z pohľadu použitých atramentov, evidentne najväčší korozívny účinok vykazuje železozalový atrament, pre typy tepelného starnutia počet dvojohybov bol iba 1. Aplikovaním systému atramentov bister a sépia dochádza k zlepšeniu mechanických vlastností, čo sa pripisuje spevňujúcim vlastnostiam arabskej gummy.

Na základe porovnania počtu dvojohybov (obr. 6) a rýchlostnej konštanty depolymerizácie (obr. 7) vyplýva korelácia medzi mechanickými vlastnosťami a depolymerizáciou



Obr. 6: Porovnanie odolnosti voči ohýbaniu.



Obr. 7: Porovnanie rýchlostnej konštanty depolymerizácie.

vzorky. Samozrejme, rýchlosť depolymerizácie nepriamo súvisí so stabilitou vzoriek. Rýchlosť depolymerizácie papiera Whatman a vzorky s atramentom bister je porovnateľná, v prípade atramentu sépia je mierne menšia. Je zaujímavé, že hodnoty k_D pre železozalový atrament pri použití tepelného starnutia majú rádoovo vyššie hodnoty ako v prípade ostatných vzoriek, ale v prípade svetelného starnutia je ten rozdiel v porovnaní s ostatnými vzorkami menší. Všeobecne, na základe k_D , depolymerizáciu najmenej urýchľuje svetelné starnutie. Železozalový atrament výrazne urýchľuje depolymerizáciu aj termooxidáciu pre všetky typy starnutia, v prípade odolnosti voči ohýbaniu dochádza k úplnej strate mechanickej stability. Podobne ako pri termooxidácii, atrament sépia mierne znižuje depolymerizáciu pre všetky typy starnutia.

5. Zhrnutie výsledkov

Arabská guma vykazuje zložitý vplyv na stabilitu študovaných atramentových systémov: výrazne zvyšuje mechanickú stabilitu, ale v prípade termooxidácie výsledky indikujú antagonistický efekt medzi papierom Whatman a arabskou gumou. Na základe porovnania protirečivých výsledkov termooxidačnej stability a mechanickej stability možno konštatovať, že termooxidácia tvorí minoritnú reakčnú cestu v degračnom procese pri laboratórnych podmienkach.

Arabská guma vykazuje zložitý vplyv na stabilitu študovaných atramentových systémov: výrazne zvyšuje mechanickú stabilitu, ale v prípade termooxidácie výsledky indikujú antagonistický efekt medzi papierom Whatman a arabskou gumou.

Bol zistený stabilizačný efekt atramentu sépia pre tepelné starnutie, vysvetľuje sa to tvorbou zlúčeniny s antioxidantnými účinkami počas starnutia.

Všeobecne najmiernejší efekt na stabilitu sa pozoruje pre svetelné starnutie, pri vzorke so železozalovým atramentom je rádoový rozdiel v rýchlosti depolymerizácie medzi tepelným a svetelným starnutím.

Na celkový degračny proces znehodnocovania systémov papier/arabská guma/historický atrament je potrebné podrobne preskúmať hydrolytickú depolymerizáciu ako aj termooxidáciu. Ako ukázali naše výsledky, na tieto účely sa termooanalytické metódy ako aj stanovovanie rýchlosti depolymerizácie dajú úspešne použiť.

Podakovanie

Táto práca bola podporená Slovenskou grantovou agentúrou VEGA, projekt č. 1/0811/11 a Slovenskou agentúrou pre výskum a vývoj APVV, projekt č. 0324-10.

6. Literatúra

1. Kolar, J., Štolfa, A. 2006. Historical iron gall ink containing documents – Properties affecting their condition, in Anal. Chim. Acta, 2006, č. 555, s. 167 – 174.
2. Sivakova B., Beganskiené A., Kareiva A. 2008. Investigation of Damaged Paper by Ink Corrosion, in Materials Science (Medžiagotyra), 2008, č. 14, s. 51 – 54.
3. Ursescu M., Măluțan T., Ciovică S. 2009. Iron gall inks influence on papers' thermal degradation. FTIR spectroscopy applications, in Eur. J. Sci. Theol., 2009, č. 5, s. 71 – 84.
4. Brunelle R., Reed W. R. 1984. Forensic Examination of Ink and Paper, C. C. Thomas Publisher Springfield, 1984, s. 9 – 42.

5. Kanngießler B., Hahn O., Wilke M., Nekat B., Malzer W., Erko A. 2004. Investigation of oxidation and migration processes of inorganic compounds in ink-corroded manuscripts, in *Spectrochim. Acta B*, 2004, č. 59, s. 1511 – 1516.
6. Malesic J., Kočar D., Fabjan A. B. 2012. Stabilization of copper- and iron-containing papers in mildly alkaline environment, in *Polym. Degrad. Stabil.*, 2012, č. 97, s. 118 – 123.
7. Tomasini E. P., Halac E. B., Reinoso M., Di Liscia E. J., Maier M. S. 2012. Micro-Raman spectroscopy of carbon-based black pigments, in *J. Raman Spectrosc.*, 2012, č. 43, s. 1671 – 1675.
8. Neifar A., Rebah F. B., Gargouri A., Abdelmouleh A. 2009. Physicochemical characterization of *Sepia officinalis* ink and the effects of storage conditions on the coagulation process, in *J. Mar. Biol. Assoc. UK.*, 2009, č. 89, s. 803 – 807.
9. Remazeilles C., Rouchon-Quillet V., Bernard J. 2004. Influence of Gum Arabic on Iron Gall Ink Corrosion. Part I: A Laboratory Samples Study, in *Restaurator*, 2004, č. 25, s. 220 – 232.
10. Remazeilles C., Rouchon-Quillet V., Bernard J., Calligaro T., Dran J. C., Pichon L., Salomon J., Eveno M. 2005. Influence of gum arabic on iron-gall ink Corrosion. Part II: Observation and elemental analysis of originals, in *Restaurator*, 2005, č. 26, s. 118 – 133.
11. Giorgi R., Dei L., Ceccato M., Schettino C., Baglioni P. 2002. Nanotechnologies for Conservation of Cultural Heritage: Paper and Canvas Deacidification, in *Langmuir*, 2002, č. 18, s. 8198 – 8203.
12. Emsley A. M., Heywood R. J., Ali M., Eley C. M. 1997. On the kinetics of degradation of cellulose, in *Cellulose*, 1997, č. 4, s. 1 – 5.
13. Neevel H. 2006. The Development of in-situ Methods for Identification of Iron Gall Inks, in: *Iron Gall Inks: On Manufacture Characterization, Degradation and Stabilization*. Ed. J. Kolar, M. Strlič, National and University Library, Ljubljana, 2006.
14. Šimon P. 2006. Induction periods Theory and applications, in *J. Therm. Anal. Calorim.*, 2006, č. 84, s. 263 – 270.
15. Šimon P. 2009. Material stability predictions applying a new non-Arrhenian temperature function, in *J. Therm. Anal. Calorim.*, 2009, č. 97, s. 391 – 396.
16. Evans R., Wallis A. F. A. 1987. Comparison of Cellulose Molecular Weight Determined by HPSEC and Viscometry, In: *4th Int. Symp. Wood Chem.*, 1987, s. 201 – 205.
17. Emsley A. M., Heywood R. J., Ali M., Eley C. M. 1997. On the kinetics of degradation of cellulose, in *Cellulose*, 1997, č. 4, s. 1 – 5.

Nové materiály a technológie v procese záchrany kultúrneho dedičstva, na príklade rekonštrukcie chýbajúcej gotickej fiály

Michal Ganobjak, Vladimír Hain

Fakulta architektúry STU BA,
Námestie slobody 19, 812 45 Bratislava 1

Abstrakt: *Otázka použitia nových materiálov a technológií v procese záchrany kultúrneho dedičstva je stále otvorenou témou. Medzinárodné charty odporúčajú obnovu tradičným materiálmi a metódami. Využitie nových technológií a materiálov sa pripúšťa, ak tradičné techniky nie sú vhodné.[1] Súčasný (nielen stavebný) trh však ponúka stále nové, neoverené možnosti zhotovenia, ktoré je možné uplatniť aj na poli obnovy pamiatok. Zachované slohové umelecké prvky je problematické detailne zakresliť i súčasnými dokumentačnými metódami. Rekonštrukcia každého prvku si vyžaduje takmer výlučne individuálny prístup reštaurátora.*

Príspevok prezentuje skúsenosti s rekonštrukciou viacnásobne chýbajúceho gotického prvku fiály na Dóme sv. Martina v Bratislave, za použitia moderných reprodukčných zariadení. Ide o pokus v racionalizácii vyhotovenia, použitím súčasne dostupných novodobých technológií, ktoré nie sú primárne určené pre stavebný trh.

Skúsenosti s rekonštrukciou naznačujú, že moderné reprodukčné metódy ako 3D tlač alebo CNC frézovanie okrem strojárstva, vytvárajú čoraz väčšiu ponuku aj pre architektonicko-stavebný priemysel, špecificky pre proces obnovy kultúrneho dedičstva. Vytvára sa tak interdisciplinárna platforma, ktorá poskytuje možnosti vyššej kvality zhotovenia rekonštrukcie, ušetreného času a tým aj nižšej ekonomickej náročnosti.

Kľúčové slová: *Dóm sv. Martina, fiála, nové materiály, rekonštrukcia, CNC*

1. Úvod



Obr. 1: Kaplnka sv. Anny s lešením v čase rekonštrukčných prác v roku 2012.

Kaplnka sv. Anny je v objekte domu sv. Martina v Bratislave pristavená na mieste niekdajšieho severného tzv. malého portálu, ktorého vzácna gotická kamenárska výzdoba sa napriek viacerým dodatočným úpravám chrámu z veľkej časti dodnes zachovala. Avšak jej značne degradovaný stav a neúplnosť prvkov si vyžiadali reštaurátorské práce, ktoré boli vykonávané od júla do septembra 2012. Ich súčasťou bola aj rekonštrukcia troch hlavíc chýbajúcich fiál, ktorých pôvodnú existenciu a tvar dokumentovali už len zachované historické fotografie.

2. Postup rekonštrukcie

2.1. Zameranie a vyhodnotenie existujúceho stavu

Presné zameranie konštrukcií a detailov in-situ, umožnilo získanie nových vstupných podkladov pre analýzu a porovnanie s historickými podkladmi. Zo zamerania bolo možné presne odčítať a zaznamenať rozmery pôvodných zachovaných častí hlavíc, ktoré tvorili podstavu a tvarový základ pre fiály.



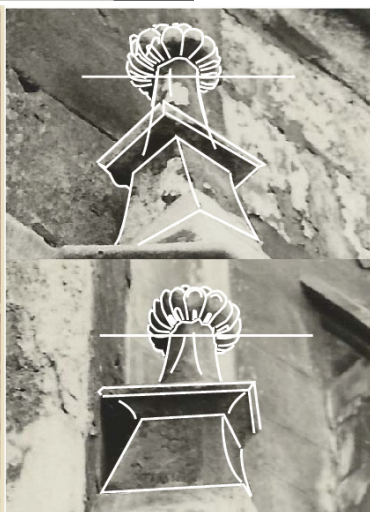
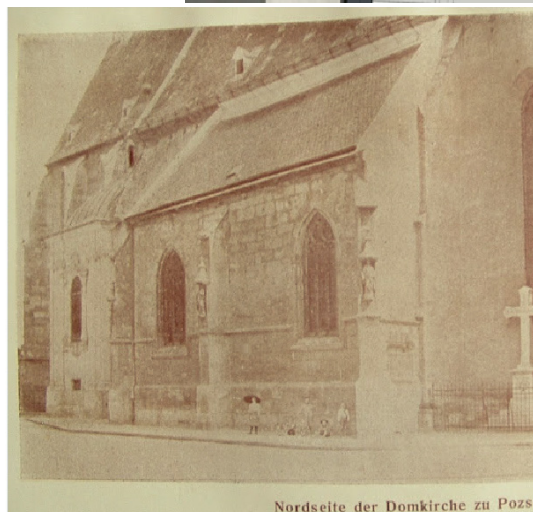
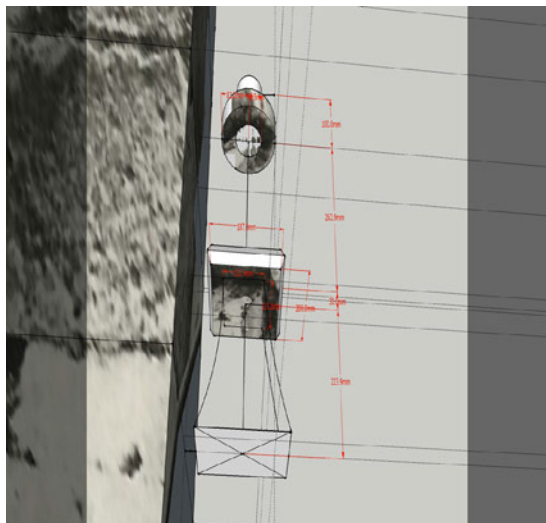
Obr. 2: Zameranie pôvodných pieskovcových hlavíc z 19. storočia in-situ.

2.2. Historická analýza predmetu, analýza proporcie tvaru a materiálu

Kvalita historických fotografií, ako aj presné zameranie umožnili zistiť, že každý kus chýbajúcej pôvodnej fiály mal inú výšku a mierne odlišný tvar. Merania základových hlavíc ukázali, že každá z nich mala aj inú základovú plochu. Dôvodom zrejme bolo individuálne zhotovenie hlavíc stredovekými majstrami.

Samotný prvok fiály bol vysoký 620 mm. Skladal sa z kónickej časti, predeľovacej dosky a cibule. Spodnú časť tvoril prvok kónického tvaru nad obdĺžnikovým pôdorysom 240 × 160 mm, ktorý prechádzal plynule do kruhu s priemerom 90 mm, nad ktorým sa nachádzala „cibuľa“ v podobe píniovej šišky. Šiška bola relatívne plochá, s priemerom 166 mm, vysoká 100 mm. Skladala sa z 18 masívnych šupín s výstupkami. Šupiny boli

zoradené pravdepodobne v štyroch radoch. V strede kónickej časti sa nachádzal predeľovací prvok v podobe plochej dosky s hrúbkou 30 mm s rozmermi 220 × 210 mm. Doska mala skosené hrany z hornej aj dolnej strany o 10 mm.



Obr. 3: Historická analýza fotografií a grafický rozbor proporcie tvaru, materiálu.

2.3. Voľba metódy obnovy a stvárnenia fiál, návrh novotvaru

Pre rekonštrukciu bol zvolený unifikovaný novotvar hlavice s rovnakým zakrivením nosného ihlana. Idealizovaná bola hlavica, pre dosiahnutie presného tvaru a ľahkej re-

produkovateľnosti. Pri tvorbe digitálneho modelu bolo možné presne prepočítať pôvodnú výšku fiály metódou perspektívneho prekrytia na základe referenčných rozmerov (existujúcich kamenných blokov vo fasáde). Výsledný tvar fiály bol korigovaný podľa detailných analýz historických fotografií neznámeho datovania.



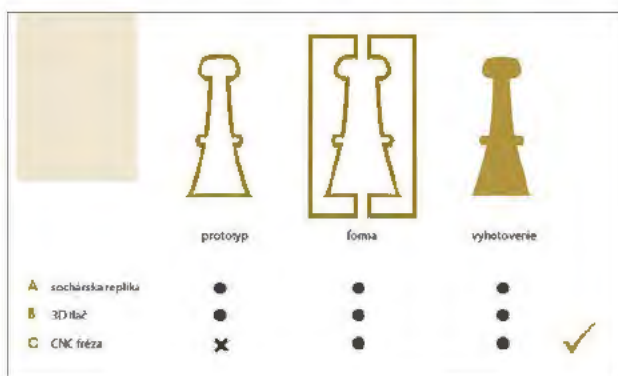
Obr. 4: Výsledné odvodenie tvaru resp. novotvaru fiály v 3D modeli.

2.4. Návrh výrobného postupu a voľba technológie

Pre možnosť zhotovenia sa analyzovali nasledovné technológie a postupy:

A. *Vytvorenie sochárskej repliky.* Následne vytvorenie lukoprénovej formy z prototypu a odliatie fiály.

B. *3D Tlač navrhnutého prototypu.* Následne vytvorenie lukoprénovej formy z prototypu a odliatie fiály. Táto možnosť sa ukázala byť finančne vysoko náročná.



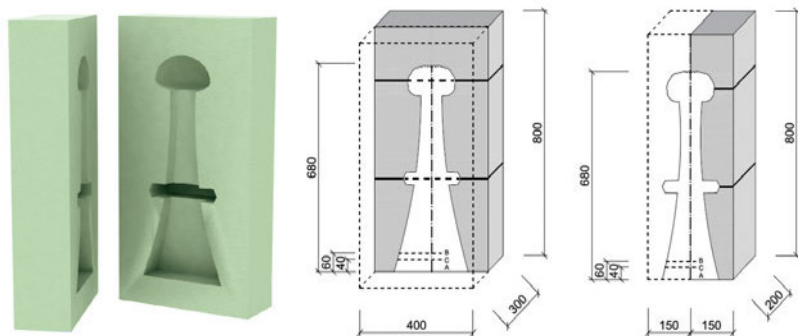
Obr. 5: Schéma návrhu výrobného postupu a voľba technológie.

C. *Vyfrézovanie formy 5-osou CNC frézou a následné odliatie prvkov z umelého pieskovca – zvolený postup.* Výhodou tejto technológie je, že odpadá náklad na fyzické zhotovenie prototypu. Je tak priamo vytvorená len forma z bežne dostupného materiálu (extrudovaný polystyrén) pre účely viacnásobného odlitia.

2.5. Virtuálny návrh formy

Pre vykreslenie tvaru fialy a formy bol použitý software AutoCAD a modelovací program 3D Studio Max. Model fialy bol ďalej upravený v CAD softvéri PowerSHAPE a následne z upravenej fialy bola vytvorená, forma.

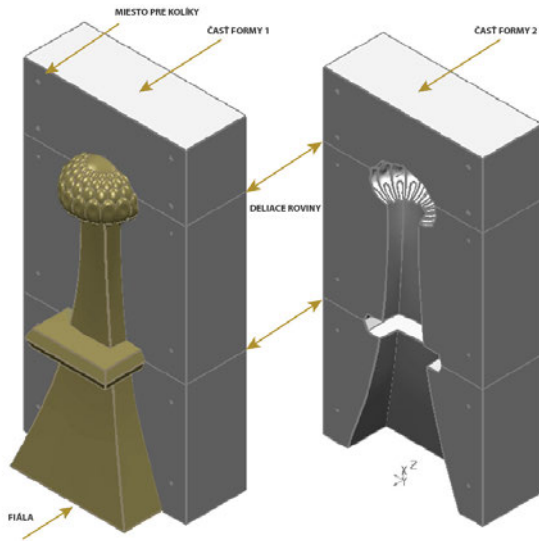
Ako materiál vhodný pre vyhotovenie formy boli k dispozícii dve možnosti. Umelé drevo a extrudovaný polystyrén. Z dôvodu dostupnosti, relatívne dobrej opracovateľnosti a pružnosti pri oddeňovaní zvolený extrudovaný polystyrén Styrodur 3035 CS, hr. 160 mm. Pre účely tohto projektu ho bez nároku na odmenu venovala Divízia ISOVER, Saint-Gobain Construction Products, s. r. o., Bratislava. Forma bola zhotovená vo výške najvyššej z fiál s plochou jej základne. Ostatné fiály bolo možné dosiahnuť doliatím formy podľa potrebnej výšky s dosiahnutím požadovanej základne fialy.



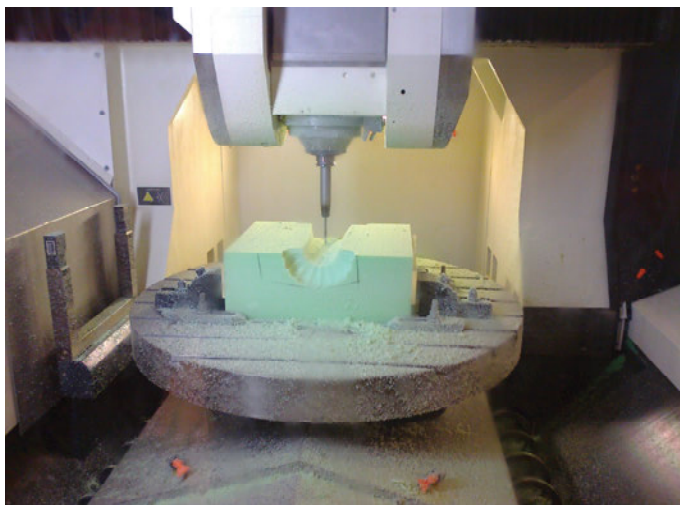
Obr. 6: Schéma vyhotovenia a skladania formy v počítačových programoch.

2.6. Interdisciplinárna spolupráca a optimalizácia procesov

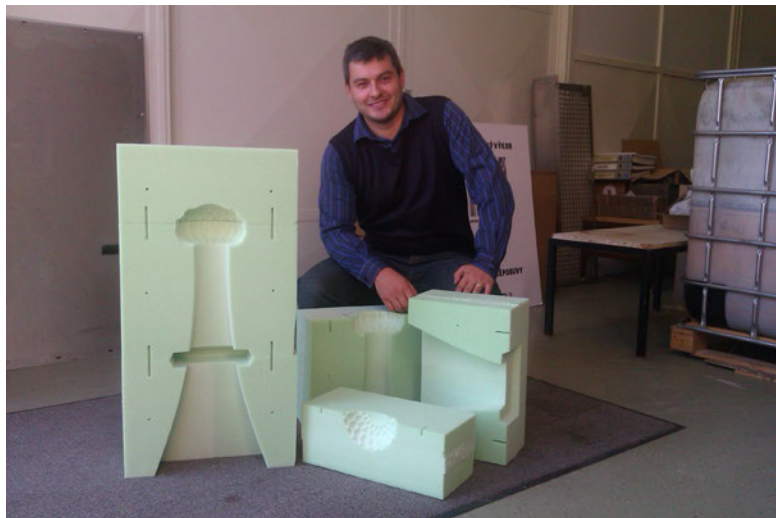
Pre jednoduchšie vybratie odliatku bolo nutné formu rozdeliť na viac častí. Na základe konzultácií s odborníkmi obsluhy CNC frézy bola digitálna podoba formy optimalizovaná pre vyhotovenie určeným strojom. Optimalizácia formy mala za účel nielen uľahčiť vyhotovenie formy, ale aj oddeňovanie vyhotoveného odliatku, uľahčiť manipuláciu s formou, jej skladovateľnosť a šetrenie pre opakované použitie reštaurátormi. Forma bola vyhotovená v spolupráci s Materiálovo technologickou fakultou STU – Centrom excelentnosti 5-osového obrábania so sídlom v Trnave, pod odborným vedením Ing. Ivana Buranského, PhD. z Katedry obrábania, montáže a tvárnenia (UVTE MTF). Pre vyhotovenie bol z dôvodu náročnosti tvaru zvolený 5-osový CNC frézovací stroj DMG HSC 105 linear ovládaný Ing. Martinom Kováčom, PhD., ktorý pre jednotlivé diely formy vygeneroval dráhy obrábania v CAM softvéri PowerMILL.



Obr. 7: Výsledok interdisciplinárnej spolupráce v rámci optimalizácie procesov: model formy na zhotovenie odliatkov fiály slúžil ako praktický komunikačný nástroj medzi reštaurátormi, architektmi, pamiatkármi, technológmi a Arcibiskupským úradom.



Obr. 8: Fotodokumentácia zo zhotovovania formy na 5-osej CNC fréze DMG HSC 105 linear v Centre EXCELENTNOSTI 5-OSOVÉHO OBRÁBANIA MTF STU.



Obr. 9: Ing. Ivan Buranský, PhD. z katedry obrábania, montáže a tvárnenia (UVTE MTF) v Trnave s formou vyhotovenou 5-osovou CNC frézou.

2.7. Vyhotovenie formy a odliatkov

Na výrobu a odliatie všetkých troch potrebných kusov fiál bola použitá jediná forma. Odlievanie prebehlo pod odborným vedením zodpovedného reštaurátora akademického sochára Ľubomíra Saba. Výplňový materiál tvorí tzv. umelý kameň – zlepenec pozostávajúci z rôznych frakcií štrku, piesku, cementu, vody, prímiesí farbiva a stužidiel. Všetky fiály boli odlievane v celku ako monoblok a následne osadené na miesto určenia.

2.8. Realizácia a dotvorenie in situ

Vyhotovené odliatky fiál boli osadené na jednotlivé oporné piliere a ich povrch bol dodatočne zafixovaný a farebne i štrukturálne zjednotený so zvyškom zreštaurovanej fasády kaplnky sv. Anny, v spolupráci reštaurátorov a študentov reštaurovania z VŠVU. Práce boli ukončené začiatkom októbra 2012. Celý návrhový proces ako aj realizácia boli priebežne konzultované a schvaľované Pamiatkovým úradom Slovenskej Republiky a Arcibiskupským úradom v Bratislave.

2.9. Podrobná dokumentácia a vyhodnotenie celého procesu

V závere bola skompletizovaná dokumentácia do formy prehľadnej brožúry, ktorá slúži ako archívny podklad realizovanej rekonštrukcie, resp. ako inštruktážny príklad pre iné podobné akcie a projekty.



Obr. 10: Výsledok po realizácii a osadení fiál na kaplnke sv. Anny.

3. Záver

Nové reprodukčné technológie otvárajú novú paletu možností aj pre procesy v oblasti obnovy a údržby kultúrneho dedičstva. Z architektonického a pamiatkového hľadiska však je zložité obsiahnuť plnohodnotne možnosti ich využitia. V prípade rekonštrukcie fiál sa interdisciplinárna spolupráca zainteresovaných strán ukázala byť efektívnym optimalizačným nástrojom k dosiahnutiu vysoko kvalitného výstupu pri redukcii finančných nákladov. Použitá metóda modernej reprodukčnej technológie v spojení s dostupnými modernými materiálmi sa ukazuje byť vhodnou z hľadiska miery dosiahnutej presnosti prevedenia, ako aj z ekonomických dôvodov pri reštaurovaní viacerých prvkov. Prehľadovanie interdisciplinárnej spolupráce ako aj zvyšovanie miery produkcie predstavujú potenciál pre ďalšie znižovanie nákladov, času i energií v budúcnosti.

PodĎakovanie

Príspevok je výstupom projektu KEGA 4/064-STU/2011 – Vybudovanie základne pre interdisciplinárny transfer výsledkov výskumu architektonického dedičstva.

4. Literatúra

1. Benátska charta. In: *Ochrana kultúrneho dedičstva v medzinárodných dokumentoch ICOMOS: 1. diel – Charty a odporúčania*. Bratislava. ICOMOS Slovensko, 2002. s. 10. ISBN 80-88855-45-4.
2. Historické fotografie poskytol Arcibiskupský úrad v Bratislave.

Jednotný modulární systém dálkového on-line sledování environmentálních charakteristik depozitářů a expozic

Petra Štefcová¹, Jaroslav Valach²,
Karel Juliš²

¹Národní muzeum, Václavské náměstí 68, 115 79 Praha 1, Česká republika
petra_stefcova@nm.cz

²Ústav teoretické a aplikované mechaniky Akademie věd České republiky v.v.i.,
Prosecká 76, 190 00 Praha 9, Česká republika
valach@itam.cas.cz

Abstrakt: Předkládaný článek je stručným popisem základní koncepce konsorciálního projektu s názvem „Jednotný modulární systém dálkového on-line sledování environmentálních charakteristik depozitářů a expozic“, řešeného na pracovištích Národního muzea a Ústavu teoretické a aplikované mechaniky Akademie věd České republiky v.v.i. v rámci Programu aplikovaného výzkumu a vývoje národní kulturní identity Ministerstva kultury České republiky. Hlavní myšlenkou tohoto interdisciplinárního projektu je vývoj vícevrstvého systému pro snímání, monitorování a matematické zpracování typických veličin, vyskytujících se při analýzách rizika ohrožení deponovaných/vystavovaných předmětů kulturního dědictví. Řešení projektu bylo rozvrženo na roky 2012 až 2015; v článku jsou proto prezentovány i dílčí výsledky, dosažené v prvním roce trvání projektu.

Klíčová slova: ochrana předmětů kulturního dědictví, vnitřní prostředí, senzory, monitoring

1. Úvod

Preventivní péče o předměty kulturního dědictví je komplexním pojmem, zahrnujícím zejména ochranu těchto předmětů před působením nepříznivých vlivů a faktorů (teplota, vlhkost, záření, atmosférické znečištění a prach, biologické poškození aj.) při deponování, vystavování, balení, transportu atp. [1]

V počátcích budování systému preventivní péče byla většina prací soustředěna zejména na optimalizaci vnitřního klima depozitářů; v současné době je spektrum řešených problémů mnohem širší (tvorba účinných systémů ochrany objektů i předmětů kulturního dědictví před poškozením, zničením či odcizením), i když často i tak s důrazem na relativně omezený okruh uživatelů. Tento projekt si naproti tomu klade za cíl komplexnější přístup a pojetí, jehož výsledkem by mělo být univerzálně použitelné řešení: integrovaný a současně modulární systém dálkového monitoringu předmětů kulturního dědictví prostřednictvím on-line záznamu a zpracování environmentálních charakte-

ristik depozitářů a expozic situovaných v památkových objektech, muzeích, galeriích, archivech nebo knihovnách.

2. Základní charakteristika projektu

Projekt byl koncipován na základě poznatků a zkušeností z praktické realizace komplexní preventivní péče o značné množství sbírkových předmětů, deponovaných v celkem 33 pražských i mimopražských objektech různého charakteru (historickými budovami s přirozenou klimatizací počínaje a nově rekonstruovanými budovami s centrálně řízenou klimatizací konče, řešitelské pracoviště Národního muzea) jakož i ze zkušeností s dálkovým monitoringem deformací Novoměstské radnice v Praze nebo na hradě Pernštejn či z dlouhodobého telemetrického sledování stavu televizních vyslačů (řešitelské pracoviště Ústavu teoretické a aplikované mechaniky Akademie věd České republiky v.v.i.).

2.1. Modulární systém

Základní myšlenkou projektu bylo vytvoření hardwarové platformy a unifikované datové struktury; jejich spojení by mělo umožnit centrální zpracování telemetrických údajů s kontinuálním sledováním stanovených prahových parametrů vnitřního prostředí. Vývoj a kompletace dalších (nových) typů čidel (senzorů) bude navazovat/ navazuje na studium fyzikálních a biologických parametrů vnitřního prostředí objektů (viz bod 2.2 níže) využívaných pro deponování či vystavování předmětů kulturního dědictví.

Zejména z důvodu minimalizace používání chemických prostředků při případné sanaci biologického poškození předmětů kulturního dědictví je v současné době kladen důraz na zavádění integrovaného systému desinfekce, dezinfekce a deratizace (tzv. Integrated Pest Management, IPM), jehož základem je provádění průběžného monitoringu úložných (event. výstavních) prostor na výskyt lezoucího i polétavého hmyzu pomocí vhodných lapačů a pastí, pokrývajících celé spektrum potenciálních biologických škůdců. Vývoj senzorů detekujících výskyt biologických škůdců bude proto vhodným doplňkem systému IPM s tím, že některé cyklické činnosti zahrnuté v systému IPM (např. pravidelná kontrola umístěných lapačů, vyžadující přítomnost fyzické osoby aj.) budou minimalizovány.

Principem nově vyvíjeného optického biosenzoru je obrazová analýza konkrétního místa v uzavřeném prostoru známého objemu a nalezení korelace mezi detekovaným počtem biologických škůdců na pozorovaném místě a celkovým počtem škůdců v daném prostoru.

2.2. Parametry vnitřního prostředí

Souběžně se základními cíli projektu (bod 2.1 výše, tj. vytvoření modulárního systému dálkového on-line sledování parametrů vnitřního prostředí depozitářů a expozic) jsou zkoumána a rozvíjena další související témata, jako např. studium účinků dezinfekce sbírkových předmětů napadených plísní sterilizací ethylenoxidem na širším spektru materiálů (použití ethylenoxidu, považovaného za jediny

prostředek integrující insekticidní, fungicidní i baktericidní účinky, je v praxi rozšířeno zejména na dezinfekci papírových materiálů; odkazy na použití ethylenoxidu ke sterilizaci movitých předmětů kulturního dědictví, jejichž podstatou jsou jiné materiály, nejsou tak časté). Zkušební vzorky reprezentující jednotlivé druhy materiálů sbírkových předmětů byly před vystavením účinkům sterilizace zdokumentovány metodami nedestruktivního průzkumu (optickou mikroskopií a rentgenovou spektrometrií). Stejná analýza a dokumentace (včetně analýz za použití metod specifických pro jednotlivé druhy materiálů, např. měření teploty smrštnění usní atd.) bude provedena i po sterilizaci; z výsledků budou odvozeny bezpečné programy pro sterilizaci jednotlivých materiálů (zařazení do kategorií podle citlivosti k podmínkám sterilizace /indexace citlivosti materiálů/). Výsledky laboratorních analýz budou použity jako podklad pro volbu druhu a místa zkušebního provozu nových senzorů, vyvíjených v rámci tohoto projektu.

3. Současný stav řešení projektu

Pro potřeby projektu byl vyvinut vícevrstvý systém pro snímání, monitorování a matematické zpracování typických veličin, které jsou při analýzách rizika ohrožení předmětů kulturního dědictví sledovány a hodnoceny nejčastěji nebo je jejich sledování do budoucna nanejvýš žádoucí (teplota, vlhkost prostředí i materiálů samotných, atmosférický tlak, intenzita osvětlení viditelným a UV světlem, koncentrace plyných příměsí v atmosféře, rozdílový tlak, detekce faktorů indikujících možnost biologického či mechanického poškození atd.).



Obr. 1: Prototyp širší verze „modulárního“ senzoru.

Systém sestává ze tří vrstev, kde v nejnižší vrstvě pracují řadiče přímo připojených čidel, optimalizované na minimální spotřebu a dlouhý bezobslužný chod (životnost jed-

né náplně zdrojů v řádu let), shromažďující a předávající své výsledky měření vyšší vrstvě. Propojení s vyšší vrstvou je opět velmi variabilní, od bezdrátového spojení na krátkou vzdálenost (short range device, SRD) po drátové spojení průmyslovými sběrnými (RS-485, RS-232) a podobně. Úkolem druhé vrstvy systému je sběr dat z řadičů čidel, jejich databázové předzpracování a zálohování a opět odesílání do nejvyšší, třetí vrstvy systému. Zde jsou uzly řešeny na základě výkonných mikropočítačů, např. průmyslová PC nebo aplikační desky typu Alix, Wrap, RaspberryPi a podobně. Spojení s třetí, nejvyšší vrstvou odpovídá charakteru přenášených dat, tj. jde o spojení prostřednictvím LAN, WAN či GPRS.

Třetí, nejvyšší vrstva je tvořena serverovým zázemím projektu. Pro realizaci aplikačního software byla zvolena otevřená platforma LAMP (Linux/Apache/MySQL/Perl), poskytující plnou svobodu tvůrci aplikačního software a zároveň dovolující použití otevřených datových formátů, díky nimž nedochází k problémům v návaznosti na další zpracování výsledků. Pro pokročilé matematické a statistické zpracování naměřených hodnot je připravena i vazba na specializované výpočetní servery ÚTAM AV ČR (Matlab, Mathematica, Ansys + odpovídající toolkity), které lze využít pro outsourcing zpracování pokročilých matematických a statistických úloh. Podrobný popis všech prvků tohoto systému je uveden v článku Modular System of Sensors for Monitoring of Museum Internal Environment. [2]

Pro ověření správnosti základních úvah a pro získání výchozích datových souborů pro vývoj analytických a expertních metod zpracování dat byl systém ve své minimální verzi instalován v jednom z depozitářů Národního muzea v Horních Počernicích. Systém zde zpracovává údaje o teplotě a vlhkosti z pěti čidel zn. Comet typ T0210, která byla v budově již k dispozici po instalování systému řízení klimatizace budovy.

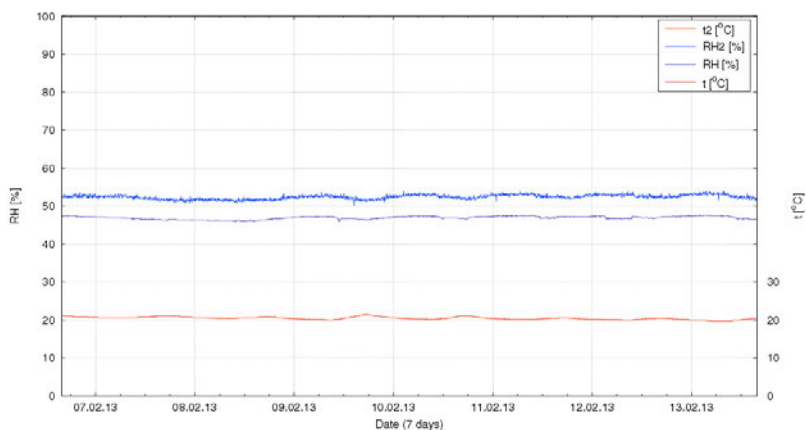
Pro maximální úsporu prostředků projektu byla v tomto případě použita varianta, kdy koncentrátor komunikace je přímo osazen i frontendem čidel (frontend module = část softwarového vybavení vstupní části komunikátorů čidel; v daném případě modulem osmi analogových vstupů 0 – 10 V s dvanáctibitovým rozlišením). Data jsou odesílána prostřednictvím akademické datové sítě CESNET do centra zpracování v ÚTAM AV ČR; díky spolehlivosti sítě nebylo dosud nutné využít možnosti lokálního uchování dat v místě koncentrátoru, celý systém tedy po celou dobu pracuje v plném online režimu.

V rámci výstavního cyklu „Monarchie“, který probíhá v prostorách Nové budovy Národního muzea v době od 12. 12. 2012 do cca 30. 6. 2013 byla v jedné z vitrín se zvláště cennými exponáty zapůjčenými z Kunsthistorische Museum a Schloß Schönbrunn Kultur – und Betriebsgesellschaft m.b.H. ve Vídni instalována do zkušebního provozu rozšířená verze výše popsaného „modulárního“ senzoru, která zajišťuje kontinuální monitoring teploty, relativní vlhkosti, úrovně osvětlení a tlaku. Měřené hodnoty sledovaných veličin i jejich grafický průběh lze sledovat on-line na monitoru počítače centrálního oddělení péče o sbírky, čímž byla významně zvýšena úroveň péče o vystavené sbírkové předměty.

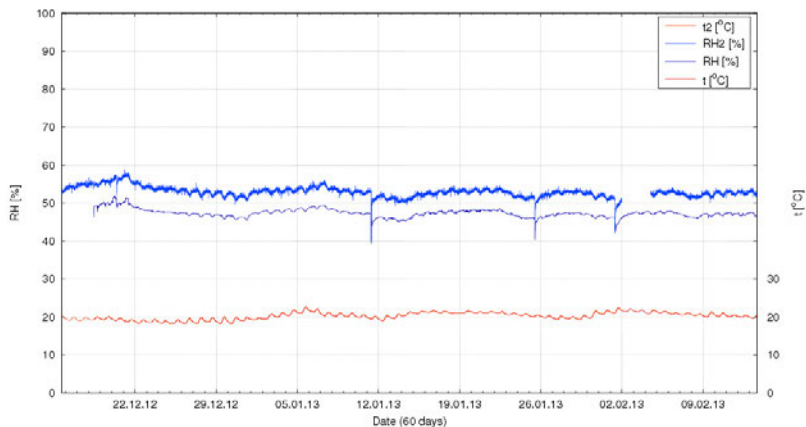
Na obr. 2 je pohled na vitrínu, v níž je modulární senzor umístěn (na dně vitríny, za šaty císařovny Sisi). Pro možnost porovnání naměřených hodnot zejména klimatických parametrů (teplota, relativní vlhkost) byl do vitríny umístěn současně i komerční datalogger zn. Comet, typ S 3120.



Obr. 2: Vitrína s vystavenými zvláště cennými exponáty – šaty císařovny Sisi z tmavě modrého hedvábného sametu, kabátec císaře Františka Josefa I. (zapůjčitel: Kunsthistorische Museum Wien, Monturdepot) a slunečník císařovny Sisi (zapůjčitel: Schloß Schönbrunn Kultur – und Betriebsgesellschaft m.b.H., Wien).



Obr. 3: Graf časového průběhu měřených hodnot teploty (spodní červená křivka) a relativní vlhkosti (horní modré křivky; modrošedá = komerční datalogger zn. Comet, typ S 3120, modrá = modulární senzor) ve vitrině v průběhu sedmi dnů.



Obr. 4: Graf časového průběhu měřených hodnot teploty (spodní červená křivka) a relativní vlhkosti (horní modré křivky; modrošedá = komerční datalogger zn. Comet, typ S 3120, modrá = modulární senzor) ve vitrině v průběhu 60 dnů.

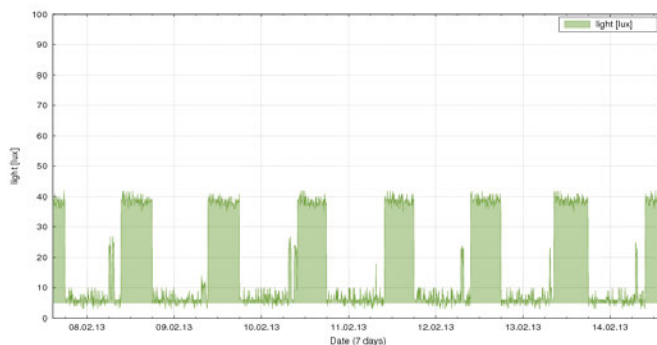
Na grafech časového průběhu naměřených hodnot klimatických parametrů (obr. 3 – 4) je zřetelně vidět, že hodnoty teploty naměřené oběma čidly jsou zcela identické. Trend časového průběhu naměřených hodnot relativní vlhkosti je v obou případech naprosto shodný, naměřené hodnoty jsou však vzájemně posunuty o cca 5 %, což může být způsobeno jak udávanou přesností měření této veličiny (pro přístroje zn. Comet typ S3120 $\pm 2,5$ % RV v rozsahu 5 až 95 % RV při 23 °C [3], tak i nepřesnou kalibrací použitého konkrétního dataloggeru zn. Comet či jinými faktory.

Modulární senzor ve stávající podobě zahrnuje rovněž čidlo na měření intenzity osvětlení, důležitého parametru kvalitní preventivní péče o předměty kulturního dědictví zejména v případech jejich vystavování (případně poškození světlem je nevratné). Nezbytným předpokladem pro konstrukci každého přístroje na měření intenzity osvětlení je kvalitní čidlo, přizpůsobené svou spektrální citlivostí křivce citlivosti lidského oka (není-li čidlo dostatečně kvalitní, není možné osvětlenost objektivně vyhodnotit).

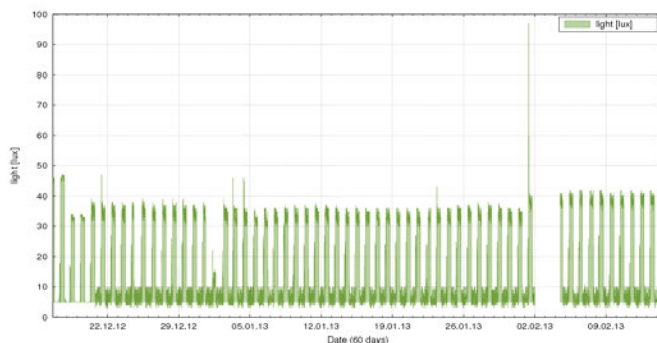
Čidlo (směrová sonda) bylo umístěno v horní části vitríny v místě výskytu osvětlení s předpokládanou nejvyšší intenzitou (kumulace vnitřního osvětlení vitríny a osvětlení dopadajícího na vitrínu zejména ze stropního osvětlení); aktuálně měřené hodnoty intenzity osvětlení pomocí této sondy byly opakovaně porovnávány s hodnotami, naměřenými pomocí komerčního přístroje zn. ELSEC 764 (Littlemore Scientific), přičemž byla zjištěna velmi dobrá shoda výsledků.

Na obr. 4 jsou uvedeny grafy časového průběhu hodnot intenzity osvětlení, naměřených pomocí modulárního senzoru. Zejména na grafu v pravé části obr. 3 (dlouhodobý průběh měřené veličiny, cca 60 dnů) lze zřetelně vidět prováděné změny nastavení vlastního osvětlení vitríny (zvýšení nebo snížení naměřené intenzity osvětlení). Pro velmi citlivé materiály, mezi které patří i ve vitrině vystavené

textilie, je mezní hodnotou osvětlenosti 50 lux; ve vitríně naměřené hodnoty se pohybují kolem 40 lux.

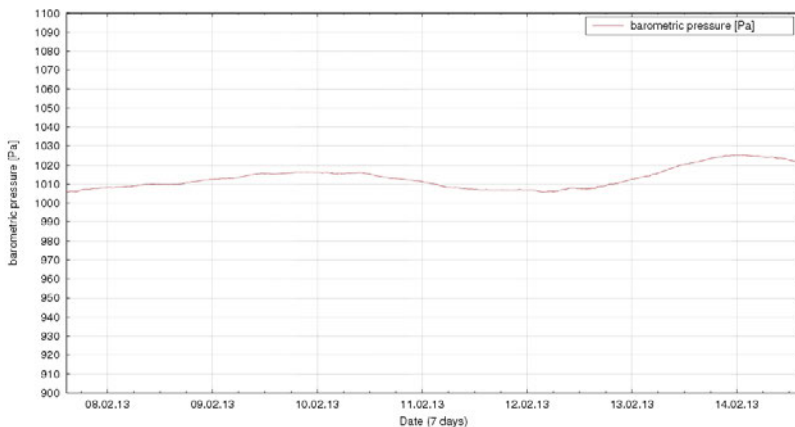


Obr. 5: Graf časového průběhu měřených hodnot úrovně osvětlení ve vitríně, měřeno modulárním senzorem v průběhu sedmi dnů.

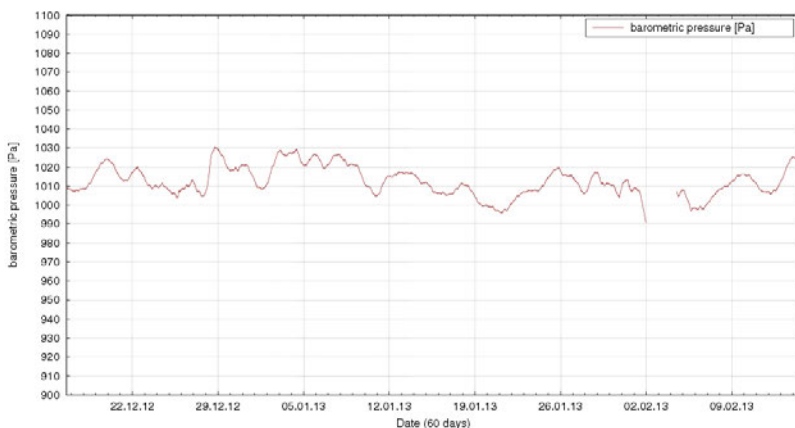


Obr. 6: Graf časového průběhu měřených hodnot úrovně osvětlení ve vitríně, měřeno modulárním senzorem v průběhu 60 dnů.

Poslední veličinou, měřenou modulárním senzorem ve stávajícím uspořádání, je hodnota atmosférického tlaku. Jedná se o veličinu, která nemá pro vlastní preventivní ochranu vystavených předmětů zvláštní význam, v tomto konkrétním případě však bylo její měření zvoleno zejména z důvodu možnosti hodnocení paro- a prachotěsnosti dané vitríny, zvláště konstruované a speciálně upravené pro účely této výstavy. Pokud se i v dalším průběhu výstavy potvrdí naznačený trend relativně dobré těsnosti a tím tedy i dobré udržitelnosti požadovaných mikroklimatických parametrů ve vitríně, budou získané poznatky v budoucnu využity i při konstrukci dalších velkorozměrných vitrín.



Obr. 7: Graf časového průběhu měřených hodnot atmosférického tlaku ve vitrině, měřeno modulárním senzorem v průběhu sedmi dnů.



Obr. 8: Graf časového průběhu měřených hodnot atmosférického tlaku ve vitrině, měřeno modulárním senzorem v průběhu 60 dnů.

4. Závěr

Obecným cílem projektu je zvýšení ochrany předmětů kulturního dědictví před působením negativních faktorů (jako jsou např. nevhodné klimatické parametry prostředí, nevhodné osvětlení, možnost biologického poškození, přítomnost těžkých organických látek (VOC) aj.). Průběžné hodnocení environmentálních charakteristik depozitářů a expozic situovaných v různých typech objektů, získaných prostřednictvím

kontinuálního monitoringu parametrů prostředí pomocí volitelné sestavy modulů bude představovat kvalitativní zlepšení úrovně ochrany sbírek (včetně možnosti automatické signalizace abnormálního stavu sledovaných parametrů). Znatelné zvýšení úrovně a komfortu péče o předměty kulturního dědictví pomocí vyvíjeného „modulárního“ senzoru prozatím se čtyřmi moduly (měření teploty, relativní vlhkosti, úrovně osvětlení a tlaku) bylo prokázáno již při použití tohoto senzoru ve vitríně se zvláště cennými předměty kulturní hodnoty.

Poděkování

Projekt „Jednotný modulární systém dálkového on-line sledování environmentálních charakteristik depozitářů a expozic“ (č. DF12P01OVV27) je řešen z prostředků účelové podpory poskytnuté z Programu aplikovaného výzkumu a vývoje národní a kulturní identity (NAKI) Ministerstva kultury České republiky. Řešitelé touto cestou děkují Ministerstvu kultury ČR za možnost projekt uskutečnit.

5. Literatura

1. Štefcová, P. (ed.): Preventivní ochrana sbírkových předmětů, druhé vydání, Národní muzeum, Praha 2001, ISSN: 80-7036-129-8.
2. Valach, J., Juliš, K., Štefcová, P.: Modular System of Sensors for Monitoring of Museums' Internal Environment, International Journal of Heritage in the Digital Era, vol. 1, pp. 39 – 42 (2012), DOI: 10.1260/2047-4970.1.0.39, <http://multiscience.metapress.com/content/985N8T718G6Q078T>.
3. Logger S3120, Záznamník teploty a relativní vlhkosti s displejem, Návod k použití, str. 2.

Možnosti využitia masových technológií pri ochrane a konzervovaní objektov kultúrneho dedičstva

Michal Jablonský, Katarína Vizárová, Radovan Tiňo

*Fakulta chemickej a potravinárskej technológie STU, UPM,
Oddelenie chemickej technológie dreva, celulózy a papiera,
Radlinského 9, 812 37 Bratislava, Slovenská republika
michal.jablonsky@stuba.sk*

Abstrakt: *Všetky materiálové nosiče kultúrneho dedičstva trvalo podliehajú degradácii, dôsledkom čoho je potreba ich trvalej ochrany. Vykonaná kvantifikácia a analýza súčasného stavu ochrany predmetov a objektov dedičstva v SR poukazuje na potrebu a nevyhnutnosť vybudovania chýbajúcej infraštruktúry a zabezpečenia kvalifikovaných personálnych zdrojov na odstránenie nepomeru medzi rýchlosťou degradácie a zabezpečenie účinnej ochrany. Riešením je vybudovanie národnej siete kompetenčných centier na ochranu kultúrneho dedičstva (IKC-NET), pri zachovaní podmienky trvalo udržateľného rozvoja. Na zvýšenie produktivity práce pri ochrane jednotlivých objektov alebo materialových skupín je potrebné zabezpečiť okrem personálu aj masové technológie, ktoré značne prispievajú k zvýšeniu ochrany objektov kultúrneho dedičstva.*

Kľúčové slová: *masové technológie, konzervovanie, reštaurovanie, ochrana kultúrneho dedičstva*

1. Úvod

Základnou otázkou, prečo sa vôbec zaoberať masovými technológiami ochrany a konzervovania, je problém degradácie a kapacity ochrany objektov kultúrneho dedičstva. Degradácia ako samotný proces sa týka všetkých materiálových skupín a teda všetkých objektov kultúrneho dedičstva. Degradácia nie je časovo limitovaná a jednoznačne možno tvrdiť, že ide o proces trvalý, ktorý je ovplyvnený viacerými faktormi, ktoré pri vzájomnej kombinácii výrazne zvyšujú degradáciu a skracujú životnosť materiálov alebo objektov. V tab. 1 sú uvedené faktory degradácie materiálov. Riešením tohto problému je aplikácia multifunkčných procesov a zariadení, ktoré eliminujú alebo potlačia vplyvy jednotlivých faktorov degradácie a tým predĺžia životnosť objektov [1].

2. Analýza súčasného stavu

Analýza súčasného stavu v oblasti konzervovania objektov kultúrneho dedičstva SR a udržateľnosti rozvoja konzervačných technológií na Slovensku poukazuje na ne-

Tab. 1: Faktory degradácie. Trvalý + multifaktoriálny proces → Ochrana = TUR multifunkčné procesy a zariadenia [1].

Exogénne a endogénne faktory degradácie	
D_{Access}	Mechanické poškodzovanie pri sprístupňovaní dedičstva. Predstavuje asi 1 %/1 vypožičanie, výstava, transport
D_{H}	Tepló
D_{L}	Svetlo
D_{OX}	Oxidácia
D_{BIO}	Biotické
D_{CH}	Chemické
$D_{\text{VF (H+)}}$	Vnútorne faktory – pH, kyslá hydrolyza, alkalická h., depolymerizácia
$D_{\text{VF (M+)}}$	Vnútorne faktory – Prechodné kovy
$D_{\text{VF(CO, COOH)}}$	Vnútorne faktory – Karbonyly, karboxyly

vyhnutosť potreby naštartovania udržateľného rozvoja pamäťových a fondových inštitúcií SR [2, 3]. Rýchlosť degradácie kultúrneho dedičstva Slovenska je rádovo rýchlejšia ako rýchlosť (kapacita) ochrany [1]. Objekty kultúrneho dedičstva sa vyznačujú značnou variabilitou materiálového zloženia (drevo, papier, koža, kovy, sklo, keramika a ostatné anorganické materiály, plasty), heterogenitou (výtvarné diela pozostávajú z viacerých materiálovo odlišných vrstiev, knihy, textilné predmety, historický nábytok obsahujú rozmanité druhy materiálov) a rôznorodosťou tvarov (veľké 3D objekty, 2D objekty — obraz, grafika, fotografia, malé 3D objekty — socha, múzejný zbierkový predmet, archívne a textové analógove dokumenty — knižné dokumenty a podobne). Zbierkové predmety v múzeách vytvárajú „reprezentatívnu“ vzorku, pretože sú v nich zastúpené všetky menované skupiny.

Významnú skupinu objektov kultúrneho dedičstva z hľadiska materiálového zastúpenia tvoria práve nosiče z prírodných organických materiálov (drevo, papier, textil, koža, vosky a ich modifikácie), často pozostávajúce z kombinácie prírodných polymérnych látok.

Objekty kultúrneho dedičstva, ktoré podliehajú vplyvom starnutia degradačným zmenám, sú často kontaminované. Môžu obsahovať mechanické, biologické a aj chemické nečistoty. Konkrétne ide o prach, hmyz, plesne, huby a tiež chemické látky, vnesené do materiálu výrobou, alebo pochádzajú z nečistôt ako produkty oxidácie vznikajúce reakciou s kyslíkom, ozónom, oxidmi síry a dusíka, alebo vznikajú ako produkty oxidácie či degradácie materiálu (kyseliny, aldehydy a nízkomolekulové produkty rozkladu rôznorodých materiálov v závislosti od druhu základnej matrice). Tieto faktory vo výraznej miere prispievajú k znižovaniu životnosti materiálov a teda aj objektov ako celku. Vplyvom uvedených faktorov materiál stráca svoje pevnostné a optické charakteristiky. Tieto javy sú dôsledkom degradačných procesov, spôsobujúcich degradáciu základných zložiek a zmenu štruktúry materiálu. Poznanie súvislostí medzi zmenou štruktúry základných zložiek a stratou úžitkových vlastností objektov je významné z hľadiska aplikácie látok a postupov, ktoré majú stabilizovať systém.

Pri analýzach kontroly súčasného stavu zbierkových predmetov sa zisťuje, že múzeá v SR nie sú dostatočne vybavené pre ich ochranu personálne ani infraštruktúrou. Doterajšia prax poukázala na skutočnosť, že súčasné metódy, postupy a princípy nie sú vždy dostatočne účinné, vhodné a efektívne. Počet zbierkových predmetov a rozsah chránených objektov sa rýchlo zvyšuje. Celkový počet zbierkových predmetov v múzeách SR predstavuje 15,69 milióna kusov, pričom priemerný ročný prírastok za posledných dvanásť rokov je 163 661 kusov (4). V roku 2009 bolo v múzeách SR celkovo zreštaurovaných, konzervovaných a preparovaných 169 771 kusov zbierkových predmetov. V roku 2010 bol prírastok 4 873 kusov a zreštaurované, konzervované a preparované zbierkové predmety predstavovali 13 352 kusov, v roku 2011 bol prírastok 16 544 kusov a ochránilo sa 8 643 kusov. To znamená, že priemerná ročná kapacita ochrany súčasnými dostupnými metódami nezodpovedá ani ročnému prírastku nových predmetov [4].

Ak sa v múzeách chráni napr. 163 661 objektov ročne, pre zabránenie fyzickej straty kultúrneho dedičstva je však nevyhnutná kapacita najmenej 300 000 ročne, to zodpovedá potrebe najmenej 2 až 3 násobného rastu kapacity celkovej ochrany, pričom rast jednotlivých technologických operácií treba zvýšiť 10 – 100-násobne a viac, pretože

Tab. 2: Analýza počtu, kapacity a potreby udržateľného rozvoja konzervačných technológií, konzervačnej vedy, vzdelávania, technológie a priemyslu v SR [2, 3].

Druh kultúrnych objektov (KO)	Počet KO SR 2011* (počet KO v SR za rok 2011)	Ročný prírastok KO (počet KO/rok)	Ročný výkon konzervovania, reštaurovania, zdigitalizovania v roku 2011. (počet KO/rok)	Ročný výkon konzervovania, reštaurovania, zdigitalizovania z celkového počtu KO SR v roku 2011. (%/rok)
2D objekty (obraz, grafika, fotka) a malé 3D objekty (socha, múzejný zb. predm.) + fond poštových cenín	15 857 808	5 000 – 300 000	10 000 – 200 000	0,063 – 1,26
veľký 3D objekt (areál, stavba)	70 552	50 – 150	1 – 100	0,0014 – 0,14

*2D objekty (obraz, grafika, fotka) + malé 3D objekty (galerijné, muzeálne zbierky) + veľké 3D objekty (hnutelné a nehnuteľné pamiatky) + pamiatkové územie: Zbierkové predmety v múzeách SR (registrovaných v Registri múzeí a galérií SR) predstavujú 15 693 008 kusov, stav v roku 2011 [2 – 4]. V roku 2003 bolo zapísané do Registra múzeí a galérií SR aj Slovenská pošta, š. p. Poštové múzeum, spravujúce rozsiahly fond poštových cenín, čím vzrástol počet zbierkových predmetov v múzeách na Slovensku o viac ako 5,7 mil. ks. Odhad počtu zbierkových predmetov v galériách SR za rok 2011 je 164 800 objektov (stav v roku 2007 – 159 194 objektov). Kvantifikácia národných kultúrnych pamiatok, pamiatkových objektov, predmetov a území v SR: 70 552 objektov, stav v roku 2009 [5].

niektoré potrebné technológie, napr. masovej ochrany, vôbec neexistujú. Údaje v Tab. 2 vyjadrujú súčasnú kapacitu ochrany – ročný výkon konzervovania, reštaurovania, zdigitalizovania – dvoma spôsobmi: počtom objektov (predmetov) za rok a v percentách za rok. Z uvedených údajov (v poslednom stĺpci) vyplýva, že pri súčasnom výkone ochrany nie je možné zabezpečiť dostatočnú ochranu kultúrnych objektov, vzhľadom na to, že ročný výkon ochrany je menší ako ročný prírastok kultúrnych objektov. Súčasným tempom a spôsobom ochrany a bez ročného prírastku kultúrnych objektov by bol čas potrebný na ochranu pre 2D objekty a malé 3D objekty 79 až 1586 rokov, pre veľké 3D objekty + pamiatkové územie približne 706 rokov.

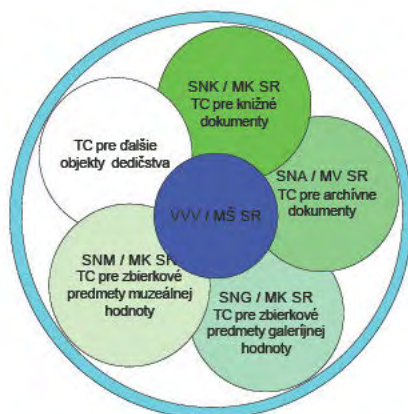
3. Integrované konzervačné centrum a masové technológie ochrany objektov kultúrneho dedičstva

Iný spôsob ochrany kultúrneho dedičstva spočíva najmä v preventívnom prístupe. Takýto náhľad na spôsob ochrany však mení aj pôvodné, resp. doteraz používané princípy, metódy a metodiky. Od prevažne reštaurátorských prác a ochrany vykonávanej už na ohrozených pamiatkach, treba prejsť k preventívnej ochrane kultúrneho dedičstva, ktorá by sa vykonávala periodicky a v čo najväčšom množstve (ideálne celoplošne) [2, 3]. Pre takéto potreby a ciele sú potrebné nové technológie a metódy. V prípade, že to umožňuje skutkový stav predmetu, je možné využiť na ochranu, konzervovanie a sprístupňovanie masové technológie, predovšetkým technológie zamerané na čistenie, sterilizáciu a spevňovanie. Zavedením týchto masových technológií je možné doceliť mnohonásobné zvýšenie kapacity ochrany a konzervovania najmä zbierkových predmetov z dreva a papiera, drevených nástrojov a náradia, ľudového nábytku, etnografických zbierok z textilu, kovových zbierkových predmetov a iných.

Projekt Záchrana, stabilizácia a konzervovanie tradičných nosičov informácií v Slovenskej republike (KNIHA SK) sa zaoberal kľúčovou úlohou v oblasti záchrany kultúrneho dedičstva: zvyšovanie kapacity a kvality ochrany najviac ohrozených materiálov a objektov dedičstva, rozvoj prípravy a využívania kvalifikovaných personálnych zdrojov a rozvoj konzervačnej vedy, výskumu a vývoja na Slovensku. Kľúčovým realizačným výstupom bol návrh optimálneho riešenia záchrany, stabilizácie a konzervovania nosičov informácií Slovenskej republiky a sprístupňovania dedičstva. Navrhuje vytvoriť Národnú sieť kompetenčných centier na ochranu kultúrneho dedičstva (IKC-NET) [7]. Viac jednotlivých integrovaných kompetenčných centier (IKC) špecializovaných na najvýznamnejšie materiálové nosiče informácií a objekty dedičstva vytvára sieť kompetenčných centier (IKC-NET/ iNETSK). IKC obsahuje subsystemy na chemické technológie, digitalizačné technológie, kontrolu kvality a bezpečnosti procesov, ako aj výskum a vývoj, zabezpečujúci udržateľný technologický rozvoj zdrojov IKC, kooperáciu s univerzitami a ostatnými IKC.

Počas procesu ochrany, konzervovania a sprístupňovania objektov sa musia vykonávať operácie, ktoré sa volia podľa potreby nevyhnutných zásahov: prieskum, diagnostika, analýza, vstupná a výstupná kontrola kvality, triedenie, čistenie, sterilizácia, spevňovanie, konzervovanie, reštaurovanie a digitalizácia. Z hľadiska variability materiálov je jednou z najdôležitejších operácií zistenie skutkového stavu objektu. Na zvýšenie rýchlosti a presnosti identifikácie druhu a rozsahu poškodenia je potrebné mať k dispozícii kvalitnú znalostnú databázu a dostupnú infraštruktúru pozostávajúcu najmä

z nedeštruktívnych metód a dobré, odborne zdatné personálne zabezpečenie. Použitie nových techník, metód a spôsobov identifikácie stavu, monitoringu, diagnostiky, analýzy a kontroly kvality je jedným zo zásadných operácií, ktoré napomáhajú konzervátorovi jednoznačne sa rozhodnúť pri výbere ďalšieho postupu ochrany.



Obr. 1: Národná sieť technologických konzervačných a reštaurátorských centier (TC) na komplexnú ochranu kultúrneho (a prírodného) dedičstva a Národná inovačná sieť (sieť centier excelentnosti) na výskum a technologický rozvoj ochrany kultúrneho dedičstva (VW) [7, 8].

Všeobecné kritériá, ktoré konzervátori bežne používajú pri rozhodovaní o spôsobe ochrany [9]:

- ošetrovanie/úprava nesmie spôsobiť ďalšie poškodenie objektu. Ochrana artefaktu je závislá od použitých materiálov, zručnosti reštaurátora, ktorý vykonáva ochranu a stavu kusu. Je obzvlášť dôležité si uvedomiť, že ošetrovanie, ktoré je dobré pre jeden artefakt môže byť veľmi škodlivé pre ďalší artefakt z rovnakého materiálu.
- Ošetrovanie/úprava by mala byť reverzibilná ak je to možné a mal by to byť čo najmenší zásah do štruktúry a informačného obsahu artefaktu.
- ošetrovanie/úprava by nemala brániť ďalšej analýze, ak je to možné.
- Všetky použité materiály by mali byť minimálne rovnako stabilné ako artefakt sám. Ďalšími faktormi, ktoré ovplyvňujú rozhodnutia o ochrane:
- použitie a spôsob ďalšieho nakladania s artefaktom.
- zručnosti a znalosti konzervátora.
- disponibilné zariadenia
- ekonomické možnosti

Najdôležitejšie je mať na pamäti, že voľba konzervačného zásahu alebo technológie je závislá od základnej analýzy a určenia skutkového stavu objektu.

Z hľadiska využitia masových technológií alebo procesov možno uvažovať o viacerých postupoch/procesoch:

- mechanické a chemické čistenie

- odsolňovanie
- žihanie — oxidačná, redukčná atmosféra
- plazmochemická ochrana
- impregnácia (deacidifikácia, konsolidácia, petrifikácia...)
- sušenie
- lyofilizácia
- sterilizácia a dezinfekcia
- a iné

Z pohľadu materiálov, možnosti využitia masových technológií pre kovy sú zariadenia na odstránenie korózie, odsolňovacie zariadenia a zariadenia na aplikáciu inhibitorov korózie. V závislosti od elektrolytického nastavenia je možné túto technológiu považovať za masovú [10, 11].

Ďalšou masovou technológiou je využitie procesu žihania [10 – 13]. Môže byť použité žihanie v oxidačnej atmosfére. Príkladom je ochrana železných objektov pri teplote 850 °C. Nevýhodou je deformácia reliéfnych prvkov. Výber objektov a vhodnosť použitia tejto technológie závisí plne od rozhodnutia konzervátora. Ďalším procesom je proces žihania v redukčnej atmosfére. Žihanie spôsobuje len malé zmeny povrchu, účinné pri čistení objektov železa, ktoré sa nachádzali v mori.

Medzi masovú technológiu sa dá zaradiť aj plazmová úprava vo vodíkovej atmosfére. Využitie teploty menej ako 400 °C, kedy by nemalo dochádzať k zmene štruktúry železa. I keď v tejto oblasti využitia je snaha pracovať pri nižších teplotách, aby sa predišlo zmenám štruktúry materiálu. V Stredočeskom múzeu v Rostokách u Prahy využívajú plazmochemické ošetrovanie objektov pri nízkotlakovom vodíkovom výboji pri teplote 150 až 180 °C v závislosti od zloženia materiálu objektu [13].

Medzi technologické operácie využívajúce proces aplikácie ochranných/konzervačných prostriedkov v závislosti od typu materiálu/objektu zaraďujeme impregnačné procesy: deacidifikácie, konsolidácie, petrifikácie. Spôsoby impregnácie môžeme rozdeliť do troch základných častí [1, 14, 15]:

- Povrchová úprava – náter, postrek, krátkodobý ponor (do 5 – 10 minút)
- Polohĺbková – ponorením a dlhodobým namáčaním (1 – 48 hod.),
- Hĺbková – vákuová a vákuovotlaková impregnácia, impregnácia závisí od typu materiálu a vlastností.

Procesom masovej deacidifikácie bola venovaná časť výsledkov riešeného projektu KNIHA SK, ktorého výsledky sú odbornej verejnosti všeobecne známe (www.knihask.eu).

Konsolidácia a petrifikácia je konzervačná metóda, ktorá sa používa u napríklad u drevených objektov/pamiatok. Cieľom tejto konzervačnej metódy je zlepšiť mechanické vlastnosti respektíve pevnosť. Konsolidácia objektu jednoducho povedané impregnácia roztokom konsolidantu. Medzi hlavné požiadavky tejto metódy je, aby konsolidant prenikal do dostatočnej hĺbky ošetrovaného predmetu, pričom účinok konsolidantu je závislý najmä od obsahu konsolidantu a jeho zloženia, teda vlastností [14, 15]. Hĺbka preniknutia konsolidantu do objektu je závislá najmä od fyzikálno-chemických vlastností konsolidantu a použitého rozpúšťadla, metódy impregnácie, od typu dreva respektíve od priepustnosti dreva pre danú kvapalinu/konsolidant. Možnosti využitia konsolidácie ako masovej technológie sú aj pri aplikácii na iné typy materiálov a to na konzervovanie kostí, slonoviny, zubov, parohov, textilu a skla prípadne aj na iné typy materiálov [1]. Za masovú technológiu možno považovať aplikáciu prostriedkov do materiálu ponorením

alebo využitie technologických zariadení, ktoré umožňujú vákuovú alebo vákuovo tlakovú impregnáciu. Vždy treba mať však na pamäti, že objekty pri aplikácii technológií, ktoré využívajú zmenu tlaku môžu poškodiť objekt ak je krehký. Tak ako sme už spomínali, možnosť voľby týchto technologických operácií na daný objekt závisí od analýzy skutkového stavu objektu a správnej voľby technologického postupu ochrany.

Jedným z významných degradačných procesov, ktoré ovplyvňuje životnosť objektov kultúrneho dedičstva je biologická kontaminácia objektov. Z hľadiska odstraňovania biologickej kontaminácie je snaha využívať najmä aplikácie, ktoré pracujú ako masové procesy. Pri odstraňovaní biologickej kontaminácie objektov sa využívajú dva procesy a to dezinfekcia a sterilizácia. Sterilizačný proces má zabezpečiť úroveň bezpečnej sterility (SAL – sterility assurance level). Pravdepodobnosť prežitia mikrorganizmov je menšia ako ako jeden nesterilizovaný materiál z milióna vysterilizovaných. Pre proces dezinfekcie je $SAL > 10^{-6}$ a pre sterilizáciu $SAL < 10^{-6}$. Požiadavky na proces sterilizácie vyplývajú z charakteru degradačného procesu a preto sterilizácia musí mať objemovú účinnosť, nesmie spôsobovať zmeny vlastností predmetu (fyzikální i chemické), zostatok rezidua účinnej látky musí byť minimálny v objekte a musí byť zabezpečená ekologická likvidácia účinnej látky po procese sterilizácie.

Z hľadiska požiadaviek na sterilizáciu a jej vplyvu na objekt sa najčastejšie ako masová technológia využíva radiačná (UV a gamma žiarenie), plazmová (s H_2O_2), etylénoxidová a formaldehydová sterilizácia.

Veľká časť zbierok sa skladá s kompozitných materiálov. Väznym problémom je, že pri aplikácii štandardnej ochrannej liečbe pre jeden z materiálov môže dôjsť k poškodeniu ďalších zložiek materiálov. Príklad, na podmáčané drevo sa zvyčajne aplikuje polyetylén glykolu (PEG), ale PEG je korozívny k železu. Preto je nevyhnutné tieto objekty rozobrať a jednotlivé časti konzervovať samostatne. Ak demontáž nie je možná, potom je čas na seriózne diskusie o zachovaní priorit [9]:

- Objekt si vyžaduje aktívny zásah, aby sa zabránilo ich strate? Alebo môže byť jednoducho upevnený v jeho súčasnom stave? To môže byť alternatívou pre niektoré artefakty zo suchých a suchozemských lokalít.
- Ak ide o mokrý zložený objekt, bude sa musieť zväziť, či jedna zložka je menej kritická k objektu ako druhá: t. j. sú drevo alebo klinec dôležitejšie? Hlava sekery alebo fragment rukoväte?
- Ak neexistujú žiadne jednoduché odpovede, sú tu možnosti pre liečbu všetkých komponentov, alebo výber procedúry, ktorá bude minimalizovať škody počas konzervovania. To môže vyžadovať ďalšie inhibítory korózie, neutrálne pH elektrolytov a neustále sledovanie liečebných procesov.

Je veľmi dôležité, aby konzervátor mal dostatočné znalosti, mal k dispozícii interdisciplinárny tím, s ktorým môže spolupracovať a vybrať najvhodnejšiu procedúru pre daný objekt kultúrneho dedičstva. Neposlednom rade treba mať na pamäti aj to, že tieto objekty aj po konzervovaní sú veľmi citlivé na prostredie, a preto je nevyhnutné sledovať stav objektu v depozite.

4. Záver

Nevyhnutnou podmienkou rozvoja konzervačnej vedy a technológie je vybudovanie príslušnej infraštruktúry, napríklad formou siete IKC, ako to predpokladá vyššie uvede-

ný model. Neoddeliteľnou súčasťou zvyšovania kvality a efektívnosti trvalej ochrany, konzervovania a sprístupňovania predmetov a objektov dedičstva je spolupráca interdisciplinárnych tímov vedcov, analytikov, technologov s reštaurátormi, konzervátormi a správcami zbierok. Na odstránenie nepomeru medzi rýchlou degradáciou a zabezpečenie účinnej ochrany je potrebné zabezpečiť dostatočnú personálnu infraštruktúru potrebných profesií a technologickú základňu s využitím aj masových technológií. Možnosti aplikácie masových technológií vo výraznej miere závisia od skutkového stavu objektov a rozhodnutia reštaurátora/konzervátora. Reštaurátor a konzervátor sa na základe všetkých dostupných dát, informácií o objekte rozhodujú, ktorý technologický postup a zariadenia sú vhodné na konzervačný zásah.

PodĎakovanie

Táto práca bola podporená z grantu VEGA 1/0811/11 a APVV 0324-10.

5. Referencie

1. Katuščák, S., 2010. Nové možnosti ochrany tradičných nosičov informácií a kultúrneho dedičstva. https://www.vedatechnika.sk/SK/VedaASpolocnost/NCPVaT/Documents/Veda%20v%20CENTRE%20Bratislava/Veda%20v%20CENTRE%20-%20predn%C3%A1%20%C5%A1ka_prof_S_Katu%C5%A1%C4%8D%C3%A1k.pdf
2. Vizárová, K., Jablonský, M., Podušelová, G., Laliková, N., Rehaková, M., 2011. Potreba zavedenia masových technológií pri odbornej ochrane zbierkových predmetov. *Múzeum* 2, 8 – 11, ISSN 0027-5263.
3. Vizárová K., Katuščák S., Jablonský M., Rehaková M., Podušelová G., Laliková N., 2011. Kvantifikácia zbierkových predmetov v múzeách SR a možnosti využitia masových technológií ochrany. *Muzea, památky a konzervace*. 31. 5. – 1. 6. 2011, Masarykova Univerzita.
4. Výročná správa o činnosti múzeí na Slovensku za rok 2000 – 2011. Bratislava.
5. Škoviera, L., 2011. Osobná komunikácia. PÚ SR Odbor ŠIS.
6. Anonym, 2008. Návrh Stratégia rozvoja fondových a pamäťových inštitúcií a obnova ich národnej infraštruktúry v rezorte kultúry. November 2008. (cit. 15. 7. 2011). http://www.culture.gov.sk/uploads/78/dR/78dRLoYIFdScTbsoYGjZag/strategia_inst.pdf
7. Katuščák, S. 2009. Konceptia rozvoja konzervačnej vedy, vzdelávania, technológie a priemyslu na Slovensku. 2009. (cit. 15. 7. 2011). http://knihask.eu/realizacia/2009_KoncepciaRozvojaKonzervVedy.pdf
8. Katuščák D., Bukovský V., Katuščák S., Sabov P., Bajžíková M., Trnková M., Krištofová K., Katuščák M., 2009. Štúdia k návrhu programu komplexnej ochrany knižničného písomného dedičstva Slovenska. *Knižnica* 10(1), 7 – 14, ISSN: 1335-7026.
9. http://www.sha.org/research/conservation_facts/treatment.cfm
10. Umney, N., Shayne, R., 2003. Conservation of Furniture. Butterworth-Heinemann. s. 845. ISBN 0 7506 09583.
11. <http://www.marinersmuseum.org/uss-monitor-center/uss-monitor-center>
12. <http://www.muzeum-roztoky.cz/Panely/oddkonzervace.htm>
13. Krivanková, D., 2008. Konzervovanie a restaurovanie historických lustrů z Kamenického Šenova plazmo-chemickými metodami. Bakalárska práca. Masarykova Univerzita v Brne, Prírodovedecká fakulta, s. 60.
14. Kučerová, I., 2011. Drevo. Materiály pamätkových objektů. *Dřevo VŠCHT Praha*, 1 – 43, <http://www.vscht.cz/rud/sklad/studium/mpo/drevo.pdf>
15. Šefců, O., Vlnář, J., Pacáková, M. 2000. Metodika ochrany dřeva. Praha, ISSN 1210 – 5538.
16. Hubáček, Z., 2011. Ochrana muzejních sbírek před poškozením biologickou zátěží. *Múzeum* 2, ISSN 0027-5263.

Practical cases and the system of financing of interdisciplinary research for cultural heritage – experiences from Austria

Bruno Maldoner

Austrian Federal Ministry of Education, the Arts and Culture

Abstract: *I am sure, you all may know Adolf Loos, architect, writer and philosopher born in Brno in 1870 and who died in Vienna in 1933. Adolf Loos recommends not to think about the roof when designing a house in the mountains, but instead to think about rain and snow, that is, the environmental influences, as we would express it today. Adolf Loos advocated a change of perspective. In analogy to this approach, the following considerations should be explained.*

In the last years in particular, one observed that the demands on the protection and preservation of monuments have expanded beyond individual objects and have started to cover smaller or even larger areas of science and practice.

1. Research promotion in Austria

Research activities in the field of conservation-preservation science take place day by day in the laboratories and workshops of the Bundesdenkmalamt (Federal Office for Protection of Monuments) as well as at universities. The questions covered mainly are often close to the daily tasks of the Bundesdenkmalamt. Of course always additional money and time was needed. Research also takes place at universities and several companies.

We meet research promotion in Austria in different agencies that is also applied in the field of the protection of monuments.

The Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft – FFG – Austrian Research Promotion Agency – supports applied research that operates close to the industry. In the field of the constructional protection of monuments, research for a more efficient use of energy is interesting currently, such as the development of technologies that allow a more efficient use of energy. The Agency is funded by the Federal Ministry for Economy, Family and Youth and the Federal Ministry for Traffic, Information and Technology.

The Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung – FWF – Fund for the Promotion of Scientific Research – is Austria's central institution for the promotion of basic research. It unites universities, ministries and other institutions. It is equally committed to all sciences, and it orientates its work only according to the standards of the international scientific community. As regards the protection of monuments, projects are interesting that deal with work in the fields of the natural sciences, technical sciences and the Humanities.

The Forschungsförderungsfonds der gewerblichen Wirtschaft – FFF – Research Promotion Fund for the Industry is funded by the Economic Chamber in Austria. The promotion strategy of the FFF is based on the concept that firms of all industrial areas and branches are invited to enter funding applications for development projects. For the area of the protection of monuments, questions with close practical relevance can be dealt with.

Municipal funds for the field of the preservation of monuments are also established in individual Federal Provinces and cities, such as funds for the support of work in old city centres like in Salzburg and Vienna.

Apart from this, there are individual foundations in the private and semi-public sector. They support work and research.

Last but not least, there are also individual international funds that support projects on a case-by-case basis.

Regular official subsidies as in the form of transfer payments on individual levels (Republic, Federal Provinces, cities and local communities) support the preservation of monuments, ensembles and cultural landscapes. Research promotion in general is not included in their programs.

Last not least we receive money from the European Union dedicated to research activities for heritage protection and preservation.

In general: Heritage protection research needs have to compete with other research areas as Rocco Mazzeo has already pointed out.

Widening the scales

We must learn that the complexity of our tasks has risen over the years on the field of methodology as well as on sites. One first step in order to create a synopsis was already taken by introducing the so-called ensemble protection that was legally established in Austria in 1980ies. A second step was the establishment of cultural landscapes as protected objects, especially in the field of the UNESCO World Heritage, and in November 2011, the UNESCO passed a document that deals with “Historic Urban Landscapes”, meaning that the focus on cities can no longer be limited to city centres. It seems to me that in a broader sense the protection of monuments is developing into the protection of resources. This means that we would have to review our concept of the protection of resources, because the protection of resources is always a complex issue, and it covers spaces, materials as well as energy. In addition, these factors are very often combined.

In my opinion it is therefore legitimate that we take a closer look at the methods of the protection of resources and that we consider reviewing some of the courses of action that have been elaborated there, so we might be able to adapt some useful elements of it for the protection of cultural heritage.

In principle we have to distinguish between two levels of planning, namely:

- Technical planning
- Process planning (process of a relevant method, in a broader sense)

These two levels of planning also affect all actions taken for the protection of monuments, be it the listing of objects or certain types of intervention concerning a monument or an area. However, the demands grow with the complexity of the relevant task.

2. Planning tasks and planning stages

Framework planning

Access and understanding for restrictions imposed by protection and the resulting, consequential demands for preservation are made much easier, if the legal and therefore the social demands are embedded in a larger framework, and if they are also described from this perspective. In this context we have to make a reference to regional framework plans, to land utilisation plans and to considerations regarding local protection zones. Furthermore, we have to make reference to the socio-economic context. These considerations bring experts together, and they can also lead to the development of variants that can then be compared with each other. In any event, planning must not be seen as a one-way street and it must not be “sold out”. We should strive for the greatest possible amount of logic. It is necessary, especially in the field of the preservation and conservation of our cultural heritage, that those effected do not see themselves as “isolated cases”, because there is an old saying that also applies in this context: “A problem shared is a problem halved.” We must always try to point beyond the individual case and to the greater goal of preserving something for future generations.

Strategic development

The main task here is to consider possible variants and to estimate their possibilities for achieving a goal. In doing so, we should assume the best possible preservation of substance and appearance – that is, the historical, artistic or generally historical artefact, or “document”. At the same time we must understand the resulting framework conditions, but we must also ensure sustainable usage. With this in mind, all measures must be reviewed as “instruments” that we use for implementation in reality, and we must focus on their benefits and risks. It is of advantage for strategic planning to develop formal conditions. A technical and social risk analysis is absolutely indispensable, if we deal with larger projects. It should be performed in cooperation with all stakeholders, because both the valuation of risks as well as the effects of risks may differ from each other. Another point that must be discussed is the likelihood of certain events. Naturally, a communication strategy must also be planned during this stage.

Project planning

It is always beneficial for project planning, if the context is analysed in a preliminary small-scale study, namely about the given cultural-spatial, natural-spatial and socio-economic bases of the project area. Individual – and sometimes contradictory – interests have to be clarified. For example, a private owner will have other interests than society or the “authorities”. Possible scenarios have to be developed and reviewed.

The detailed project planning must include the technical description of the bases, the planned activities as well as the expected results and their contributions to achieving a goal, as well as a precise description of the process of realisation.

Transparency and the resulting trust form the atmosphere and have an impact on the entire process of events. Therefore the following aspects must be made clear:

- The contents,
- The logical connection with the set goals and
- The course of the process as it is perceived by all stakeholders.

This detailed risk planning that must be carried out (technical and social) can already lead to new findings and/or varying results in project planning at a very early planning stage.

The planning should not be based on a minimum of bureaucratic requirements, but it should include a maximum exchange of experiences and knowledge.

Utilisation and management planning

Beyond mere project planning, it is of great benefit in many cases to carry out management planning. Such a concept should be elaborated at a very early stage, especially when we deal with complex protected areas. For example: For applications, the UNESCO World Heritage Committee always requires a management plan, probably because of their experience that maintaining quality on a world heritage site – the Outstanding Universal Value (OUV) – cannot be guaranteed without any such basis. In any such planning, the roll of the preservation of monuments is certainly limited. It can and should encourage and accompany such planning work and point out the framework conditions of the discipline.

Always we have to keep in mind that all planning work starts with the clarification and exact documentation of the starting positions.

3. Examples

It is human nature that we learn more and easier from negative examples than we do from positive examples. Considering that I am speaking to an audience of experts here, I will not limit myself to words of praise, but instead look at two critical cases.

First example: Simmering gasholders

This project was realised in the 1990-ies after the gasholders ceased their service in 1896, also quite a number of years ago. Therefore it offers the advantage that we can now review the planning predictions on the basis of the developments as they have actually materialised. That site has undergone “the test of time” as preservationists would call it.

The view of this industrial monument is a familiar sight to every visitor to Vienna approaching the city by car from the east. I am speaking of the so-called Gasometer, the gasholders at Vienna Simmering. After having been about several years in function we may see that neither the appearance nor the substance has been transmitted. Also their building environment is “pretty disputable” (Louis Bergeron). Therefore the cultural heritage values were lost. The commercial value went down, too. Therefore we have to learn our lesson: Work out basis of planning services in advance!

Second example: Vienna Stadthalle indoor public bath

In the course of the planning process and the ongoing realisation that was performed almost in parallel, it turned out that the documentation made available by the building owner was neither complete nor entirely accurate. The cost estimates from the preliminary project were neither complete in terms of scope nor content. In addition, project changes were made during the realisation phase without adjusting the construction budget. The result as work of architect Georg Driendl in terms of preservation the monument is sufficient but it is in question from the proprietor currently.

4. Conclusion

Prerequisites for a project in accordance with the requirements of monuments:

My thesis is that the relation to systematic planning is indispensable, especially for large-scale projects. The demands to individual buildings, ensembles or monument areas is often contradictory: Safeguarding, preserving, restoring or adapting and renewing historical objects while taking account of economic frameworks and time constraints often means to try and square the circle.

The way in which we approach problems must generally be characterised as “congenial”. Congenial meaning that imagination must work in order to develop something. We have to allow room for the original, creative spark and to develop an ambition to find the optimal solution also in a long-term view.

Acknowledgement

The author wishes to thank Georg Driendl for his support.

5. References

1. Jung, H., Planung, Vienna, 2012 (unpublished)
2. Fessler, E., Was altes Mauerwerk zusammenhält, in: Zukunft Forschung, Magazin für Wissenschaft und Forschung der Universität Innsbruck, Nr. 02/12, Innsbruck 2012, p. 26f.
3. Bundesministerium für Unterricht, Kunst und Kultur, Kulturbericht 2011, Wien 2012.
4. Bergeron, L., Gasholders as a heritage, Patrimoine de l'industrie: ressources, pratiques, cultures – Industrial Patrimony: resources, practices, cultures, 1/2012, ISSN 1296–7750.

Reštaurátorské kapacity rezortu kultúry

Pavol Šimunič

Ministerstvo kultúry Slovenskej republiky,
Nám. SNP 33, Bratislava
skdmk@culture.gov.sk

Abstrakt: Úlohou tohto príspevku je definovať súčasný stav pamäťových a fondových inštitúcií na Slovensku v oblasti odbornej správy a ochrany súčastí kultúrneho dedičstva, konkrétne v oblasti konzervovania, reštaurovania a preparovania predmetov, poskytnúť stručný prehľad reštaurátorských kapacít v rezorte kultúry, v zbierkotvorných, knižničných a archívnych inštitúciách v zriaďovateľskej pôsobnosti ústredných orgánov štátnej správy. V príspevku sa tiež uvádzajú príklady vzorových reštaurátorských pracovísk mimo územia Slovenska. Príspevok sa pokúsi načrtnúť základné okruhy problémov a potrieb v oblasti reštaurovania kultúrnych predmetov a taktiež naznačiť možné riešenia, aby bol proces odbornej ochrany objektov kultúrneho dedičstva zabezpečovaný efektívne a systematicky.

1. Úvod

Odborná správa a ochrana hnutelného kultúrneho dedičstva patrí v zbierkotvorných inštitúciách k základným odborným činnostiam, ktoré sa musia systematicky vykonávať. K procesom ochrany predmetov ako súčastí národného kultúrneho dedičstva patria rôzne špecifické činnosti, ktorými sa ochrana uskutočňuje. Medzi tieto činnosti patrí najmä konzervovanie, reštaurovanie a preparovanie s cieľom zachovania, alebo zlepšenia fyzického stavu predmetov. Odborné ošetrovanie predmetov sa vykonáva buď vo vlastných špeciálne technicky vybavených priestoroch (konzervátorské dielne, reštaurátorské ateliéry, preparátorské laboratóriá), alebo sa vykonáva dodávateľsky v súlade s § 13, odsek 6 zákona č. 206/2009 Z. z. o múzeách a galériách a o ochrane predmetov kultúrnej hodnoty a o zmene zákona SNR č. 372/1990 Zb. o priestupkoch v znení neskorších predpisov (ďalej len „zákon č. 206/2009 Z. z.“).

Platná legislatíva (zákon č. 200/1994 Z. z. o Komore reštaurátorov a o výkone reštaurátorskej činnosti jej členov) zároveň požaduje príslušnú odbornú spôsobilosť na výkon odborného ošetrovania zbierkových predmetov. Každý reštaurátor môže reštaurovať iba diela zodpovedajúce jemu priznanej špecializácii reštaurovania. Reštaurátora treba vnímať ako „výtvarene zdatného a talentom podporeného realizátora, ktorý okrem rozvoja zručnosti získava vedomosti v teórii, dejinách umenia a prírodných vedách na pochopenie tvorivých procesov pri záchrane, sprístupnení a prezentovaní kultúrneho dedičstva“ (I. Rusina, Umenie reštaurovania, 2011, s. 16). Pod pojmom reštaurovania rozumieme proces hmotných a nehmotných úkonov, pri ktorých sa vyžaduje interdisciplinárny prístup, vzájomná spolupráca rôzne profilujúcich odborníkov, reštaurátora, historika umenia, chemika či fyzika.

2. Súčasný stav v oblasti odborného ošetrovania zbierkových predmetov pamäťových a fondových inštitúcií v zriaďovateľskej pôsobnosti MK SR

V zriaďovateľskej pôsobnosti Ministerstva kultúry Slovenskej republiky (ďalej len „MK SR“) pôsobia národné *pamäťové a fondové inštitúcie* (ďalej len „PFI“), ktoré profesionálne spravujú rozhodujúcu a najvýznamnejšiu časť hmotného a nehmotného kultúrneho dedičstva, a to vykonávaním odborných činností. Tento súbor činností smeruje k tomu, aby celý fond bol odborne spracovaný, vedecky zhodnotený, komplexne ochránený a primerane sprístupnený pre výchovný a vzdelávací proces, záujmové aktivity občanov, podnikateľský sektor, verejnú správu a výskumné a vývojové pracoviská, ale predovšetkým pre zachovanie kultúrneho dedičstva pre budúce generácie. Väčšiu časť najvýznamnejších hnutelných i nehnuteľných pamiatok kultúrneho dedičstva a najzaujímavejšie zbierky dokumentujúce bohatstvo našej krajiny spravujú múzeá a galérie. V ich fondoch sa nachádza až 15 828 385 ks zbierkových predmetov (stav k 31. 12. 2012) a ich zachovanie je priamo závislé od toho, aké podmienky budú vytvorené na výkon základných odborných činností v múzeách a galériách.

Slovenské národné múzeum (ďalej len „SNM“)

SNM ako vrcholná zbierkotvorná, vedecko-výskumná, metodická a kultúrno-vzdelávacia inštitúcia s celoštátnou pôsobnosťou vykonáva základné múzejné činnosti podľa zákona č. 206/2009 Z. z. prostredníctvom svojich základných organizačných útvarov, ktorými sú Riaditeľstvo SNM v Bratislave a 18 špecializovaných múzeí SNM. Odborné ošetrovanie zbierkových predmetov je v SNM zabezpečované z časti interne v konzervátorských pracoviskách a v jednom preparátorskom pracovisku SNM a z časti dodávateľsky. Interné odborné ošetrovanie je vykonávané v nasledovných špecializovaných múzeách:

- SNM – Múzeá v Martine (špecializácia – konzervovanie dreva, konzervovanie ľudového textilu),
- SNM – Múzeum Červený Kameň v Častej (špecializácia – historický nábytok),
- SNM – Múzeum Bojnice v Bojniciach (špecializácia – závesný obraz, drevená polychrómovaná plastika),
- SNM – Spišské múzeum v Levoči (špecializácia – drevo).

S ohľadom na súčasné nevyhovujúce priestorové, technické, technologické a personálne zabezpečenie odbornej ochrany zbierkových predmetov v prepojení na potrebu odborného ošetrovania veľkého počtu zbierkových predmetov z dôvodu zlého až havarijného fyzického stavu, SNM nie je schopné ročne konzervovať všetky novonadobudnuté zbierkové predmety a v pravidelných intervaloch konzervovať popri prípade zreštaurovať tie, čo sú už uložené v depozitároch. Takýto stav môže viesť postupne k znehodnocovaniu niektorých zbierkových predmetov.

Slovenská národná galéria (ďalej len „SNG“)

SNG je vrcholnou zbierkotvornou, umelecko-historickou, vedeckovýskumnou a kultúrno-výchovnou inštitúciou s celoštátnou pôsobnosťou. V SNG prebieha ošet-

rovanie zbierkových predmetov v *reštaurátorských ateliéroch SNG* prostredníctvom vlastných kapacít, t. j. reštaurátormi, ktorí sú oprávnení na reštaurovanie tabuľovej maľby, reštaurovanie závesného obrazu na plátne alebo inom nosiči, reštaurovanie diel na papieri, reštaurovanie drevených polychrómovaných sôch, drevených oltárnych architektúr a drevených architektonických článkov, reštaurovanie kníh diel na pergamene. Reštaurovanie zbierkových predmetov materiálov ako je textil, zlatníctvo a kameň SNG zabezpečuje externe. Reštaurátorské ateliéry SNG disponujú štandardným technickým vybavením.

3. Súčasný stav v oblasti ochrany pamiatkového fondu

Súčasný model zabezpečenia ochrany pamiatkového fondu v SR je zabezpečovaný prostredníctvom Pamiatkového úradu SR a siete jeho krajských úradov. Súčasná inštitucionálna schéma orgánov je ustanovená zákonom č. 49/2002 Z. z. o ochrane pamiatkového fondu v znení neskorších predpisov (ďalej len „pamiatkový zákon“).

Pamiatkový úrad SR (ďalej len „PÚ SR“)

PÚ SR ako ústredná metodická organizácia plní úlohy štátnej pamiatkovej starostlivosti s regionálnymi strediskami a pracoviskami a Oblastnými reštaurátorskými ateliérmi v súlade s pamiatkovým zákonom.

Oblastné reštaurátorské ateliéry zabezpečujú vedecko-výskumnú a realizačnú reštaurátorskú činnosť v oblasti obnovy pamiatkového fondu, výskumné a reštaurátorské práce, reštaurovanie kamennej plastiky, architektonických, dekoratívnych a kamenných detailov, nástennej maľby a štukovej dekorácie, polychrómovanej a nepolychrómovanej drevorezby, závesného obrazu a tabuľovej maľby, kovu a kovových prvkov.

Chemicko-technologické oddelenie PÚ SR ako špecializované pracovisko s celoslovenskou pôsobnosťou, ktoré ako jediné na Slovensku sa zameriava na fyzikálno-chemické a technologické prieskumy a výskumy hnutelných a nehnuteľných kultúrnych pamiatok, najmä pre potreby reštaurovania a obnovy pamiatok.

4. Súčasný stav v oblasti archívov a knižníc

V rámci rezortu kultúry plní úlohu archívov štátnych rozpočtových organizácií a štátnych príspevkových organizácií 7 inštitúcií (PÚ SR, SNM, SNG, SNK, Slovenský filmový ústav, Múzeum SNP a Divadelný ústav), ktoré uchovávajú archívne dokumenty mimoriadneho významu bezprostredne sa viažuce k jednotlivým segmentom kultúrneho dedičstva. Najväčšia časť archívneho dedičstva ako súčasť kultúrneho dedičstva SR sa nachádza v štátnych archívoch zriadených Ministerstvom vnútra SR (ďalej len „MV SR“). Konzervovaním dokumentov sa dlhodobo zaoberajú inštitúcie Slovenský národný archív a Slovenská národná knižnica.

Slovenský národný archív (ďalej len „SNA“)

SNA je najvýznamnejšou verejnou inštitúciou v oblasti archívnictva na Slovensku (v pôsobnosti MV SR), ktorá patrí do skupiny celonárodných pamäťových inštitúcií.

Okrem prirodzeného komplexného pôsobenia na poli archívneho kultúrneho dedičstva je aj pracoviskom celonárodného významu v oblasti konzervačnej vedy.

Slovenská národná knižnica (ďalej len „SNK“)

SNK je inštitúcia v zriaďovateľskej pôsobnosti MK SR, v ktorej vzniklo Integrované konzervačné a digitalizačné centrum, ktoré rieši vlastné vedecko-výskumné úlohy a spolupracuje na vedecko-výskumnej činnosti iných inštitúcií. Jeho súčasťou je Konzervačné centrum.

5. Budovanie špecializovaných pracovísk v rámci digitalizácie kultúrneho dedičstva

Súčasným metódami a cieľmi odborného spracovania a sprístupňovania vedeckých informácií o kultúrnom dedičstve vo svete smerujú k využívaniu informačných a komunikačných technológií na tvorbu, sprístupnenie a agregáciu znalostí o kultúrnom dedičstve. V roku 2012 začala implementácia národných projektov Operačného programu Informatizácia spoločnosti – Prioritná os č. 2 (*ďalej len „OPIS PO2“*) Rozvoj pamäťových a fondových inštitúcií a obnova ich národnej infraštruktúry zameraných na digitalizáciu kultúrneho dedičstva. Digitalizácii zbierkových predmetov sa týkajú národné projekty – Digitálne múzeum a Digitálna galéria.

Prínosom projektov je vytvorenie metodických, technologických a personálnych podmienok pre novú kvalitu odborného spracovania, sprístupňovania a ďalšieho vedeckého zhodnocovania zbierok, zlepšenie ich prístupnosti, ich lepšie poznanie a širšie uplatnenie v oblasti vedy a vzdelávania. V rámci týchto digitalizačných projektov OPIS PO2 sa budujú dve špecializované pracoviská: **centrálne konzervátorské pracovisko múzeí pri Múzeu SNP v Banskej Bystrici a Konzervátorské a špecializované pracovisko SNG vo Zvolene**. Nové špecializované pracovisko vo Zvolene bude obsahovať niekoľko logicky prepojených prevádzok vrátane fumigačnej komory ako aj reštaurátorsko-konzervačného pracoviska. *Obe pracoviská sú v súčasnosti koncipované hlavne ako preventívno-konzervátorské strediská pre prípravu zbierkových predmetov na digitalizáciu, zároveň podporujú aktívnu ochranu zbierok múzeí a galérií v SR a predpokladajú zabezpečenie ošetrovania veľkého množstva najvýznamnejších zbierkových predmetov v relatívne krátkom čase a tým aj skvalitnenie ochrany zbierkových predmetov.*

V rámci národného projektu digitalizácie a konzervácie písomného kultúrneho dedičstva *„Digitálna knižnica a digitálny archív“* sa buduje špeciálne konzervačné pracovisko **Integrované konzervačné centrum** na pracovisku SNK vo Vrútkach, ktorého hlavným poslaním je masová ochrana a konzervovanie ohrozených papierových dokumentov, fyzická ochrana, reštaurovanie a konzervovanie dokumentov, vyvíjanie technológií a zariadení na konzervovanie papiera a tiež vytváranie podmienok na výskum, vzdelávanie a na výchovu odborníkov v tejto oblasti. Zriadenie takéhoto pracoviska je *„úvodným projektom na budovanie pracovísk na ochranu a konzervovanie jednotlivých častí kultúrneho dedičstva“*, ktoré je nevyhnutné zachrániť pre budúce generácie.

6. Reštaurátorské kapacity vo vybraných múzeách a galériách v pôsobnosti iných zriaďovateľov

Podpora projektov zameraných na zlepšenie podmienok na odborné reštaurovanie, konzervovanie a preparovanie zbierkových predmetov v múzeách a galériách v zriaďovateľskej pôsobnosti vyšších územných celkov a obcí v SR sa realizuje aj prostredníctvom dotačného systému MK SR. **Získané dotácie z podprogramu 2.2 v rámci dotačného systému MK SR na realizáciu reštaurovania vybraných častí zbierkového fondu múzeí a galérií nemôžu v plnej miere nahrádzať povinnosti ich zriaďovateľa, nakoľko ide len o doplnkové finančné zdroje.** V uplynulom období boli prioritne podporované projekty múzeí a galérií v rámci dotačného systému MK SR v programe 2 Kultúrne aktivity v oblasti pamäťových inštitúcií zamerané najmä na odborné ošetrovanie zbierkových predmetov, ale aj na materiálno-technické vybavenie konzervátorských pracovísk.

Za veľký prínos v oblasti reštaurovania možno považovať úspešný projekt pod názvom „*Integrovaná ochrana európskeho kultúrneho dedičstva v správe Slovenského banského múzea v Banskej Štiavnici*“, ktorý bol realizovaný v rokoch 2008 až 2011 **Slovenským banským múzeom v Banskej Štiavnici** (ďalej len „SBM“) – v zriaďovateľskej pôsobnosti Ministerstva životného prostredia SR a financovaný zo zdrojov Finančného mechanizmu EHP, Nórskeho finančného mechanizmu (85 %) a Štátneho rozpočtu SR (15 %). Finančné prostriedky (viac ako 538 000 €) boli určené predovšetkým na zreštaurovanie umeleckých diel, ale aj **zriadenie špecializovanej reštaurátorskej a konzervátorskej dielne** (pracoviska zameraného na konzervovanie a reštaurovanie starých tlačí a papiera, výtvarných diel v priestoroch Galérie Jozefa Kollára). SBM v rámci činnosti tohto pracoviska realizuje nielen konzervovanie a reštaurovanie svojich knižných a galerijných zbierok, ale ponúka služby aj pre širší región Banskej Štiavnice a iných lokalít, pre inštitúcie, ale aj fyzické osoby, ktoré prejavia záujem o konzervovanie alebo reštaurovanie diel, pričom spolupracuje aj s externými odbornými reštaurátormi, Vysokou školou výtvarných umení v Bratislave, SNK v Martine a ďalšími inštitúciami.

7. Reštaurátorské kapacity vo vybraných múzeách a galériách mimo Slovenskej republiky

Na porovnanie možno uviesť vzorové príklady reštaurátorských pracovísk vo vybraných zbierkotvorných inštitúciách v Českej republike. V systéme starostlivosti o zbierky majú nezastupiteľnú úlohu **reštaurátorské dielne Národného technického múzea** (ďalej len „NTM“) – príspevkovej organizácie Ministerstva kultúry Českej republiky. Hlavným poslaním reštaurátorských dielní je starostlivosť o zbierkové predmety v celom rozsahu preventívnej konzervácie, pozorovanie vo viditeľnom spektre – základnou metódou prieskumu ošetrovaného zbierkového predmetu, materiálová analýza v spolupráci s novo budovaným laboratóriom múzea, práce na príprave zb. predmetov pre účely prezentácie v stálych expozíciách či výstavách, práca pri ošetrovaní nových prírastkov do zbierok, príprava a presuny zbierok na uloženie do nových, moderných priestorov, depozitov, pravidelné inventúry, poskytovanie priestoru pre študentskú prax, pri ktorej študenti odborných reštaurátorských a konzervátorských škôl získavajú skú-

senosti pod dozorom skúsených pracovníkov. Štruktúra, rozsah a rozmanitosť zbierok NTM odráža aj veľmi široké spektrum ošetrovaných zb. predmetov a tým aj použitých materiálov. V dôsledku to znamená veľmi široký záber a kladie vysoké nároky na odbornosť a materiálové vybavenie. V NTM bolo vytvorené špecializované reštaurátorské pracovisko určené k odbornému ošetrovaní papierových archiválií a dokumentov poškodených pri povodniach v roku 2002. Následne vzniklo oddelenie vysušovania zamrazených archiválií ako špecializované pracovisko pre ručné vysušovanie archiválií poškodených povodňami. V roku 2009 bol otvorený Ateliér reštaurovania papiera, špecializovaný na konzervovanie a reštaurovanie veľkoplošných dokumentácií. Zlúčením oddelenia vysušovania zamrazených archiválií a Ateliéru reštaurovania papiera vzniklo oddelenie reštaurovania papiera. Výrazným prínosom pre toto oddelenie je spolupráca s laboratóriom NTM, kde sa vykonáva množstvo analýz, dôležitých pre ďalšie reštaurovanie a pre preventívne konzervovanie.

Ďalším špecializovaným pracoviskom je **reštaurátorské oddelenie Národnej galérie v Prahe**. Hlavným poslaním reštaurátorského oddelenia je najmä starostlivosť o dobrý materiálny stav fondu zb. predmetov NG, starostlivosť o klimatické a technické podmienky vo výstavných priestoroch a v depozitároch, ako aj spolupráca na výstavnej činnosti jednotlivých zbierok pri príprave výstavných projektov. Oddelenie zabezpečuje aj celkovú revíziu a reštaurátorské ošetrovanie umeleckých predmetov určených na výstavy, podieľa sa na príprave výpožičiek, recipročných výmen zbierok, poskytuje konzultácie k vhodnosti prezentácie diel, spolupracuje pri posudzovaní nových akvizícií do NG, poskytuje expertnú činnosť zahrňujúcu reštaurátorské posudky o pravosti diel – v rámci služieb pre verejnosť, poskytuje odbornú pomoc ostatným galériám a múzeám v oblasti reštaurovania a reštaurátorských prieskumov. Pracovníci reštaurátorského oddelenia využívajú pri práci zázemie s technickým vybavením pokrývajúcim súčasné metódy reštaurátorských prieskumov a servis chemicko-technologického laboratória poskytujúce taktiež širokú databázu laboratórných prieskumov. Reštaurátorský ateliér NG sa stal jedným z popredných reštaurátorských pracovísk zohľadňujúcich moderné reštaurátorské prístupy, využívajúci model reštaurovania založený na súčinnosti využitia exaktných prírodovedných metód spolu s uplatnením umeleckej senzibility reštaurátora, svojim obsadením kvalifikovaných reštaurátorov kompletne pokrývajúci nároky všetkých zbierok NG.

8. Strategické ciele rozvoja a budovania pamäťových a fondových inštitúcií

V súlade s platnou národnou legislatívou (§ 6 zákona č. 206/2009 Z. z.) MK SR ako ústredný orgán štátnej správy pre oblasť ochrany kultúrneho dedičstva určuje strategické a koncepcné smery rozvoja múzejnej a galerijnej činnosti, koordinuje úlohy a opatrenia vedúce k naplneniu cieľov stanovených v strategických a analytických materiáloch. Medzi strategické ciele rozvoja a budovania PFI definované v „Stratégii rozvoja fondových a pamäťových inštitúcií a obnova ich národnej infraštruktúry v rezorte kultúry“ bolo zaradené, okrem obnovy najvýznamnejších pracovísk a zariadení PFI s celonárodným významom, aj úsilie o zlepšenie technologického a technického vybavenia laboratórií, reštaurátorských, konzervátorských a preparátorských pracovísk.

V roku 2012 sekcia kultúrneho dedičstva MK SR spracovala niekoľko komplexných analytických materiálov. Jedným z nich je „Komplexná správa o stave realizácie Stratégie rozvoja múzeí a galérií v Slovenskej republike do roku 2011“. Materiál bol predložený na rokovanie Vlády SR, ktorá uvedený materiál prerokovala a vzala na vedomie na svojom rokovaní dňa 6. júla 2012 (materiál ev. č. UV-22286/2012). V komplexnej správe sa zdôrazňuje veľký prínos „Stratégie rozvoja múzeí a galérií v SR do roku 2011“ ktorý spočíval v tom, že prvýkrát strategicky nastavila priority napredovania sústavy múzeí a galérií v SR v strednodobom období, a tým nasmerovala disponibilné finančné prostriedky a ľudské kapacity na napĺňanie 4 hlavných strategických cieľov. Tie boli svojim charakterom ambiciózne a pokrývali veľmi široký záber oblastí spojených so zabezpečovaním základných odborných činností v múzeách a galériách. Na ich plnenie bolo stanovených spolu až 44 nástrojov. Bol to vôbec prvý materiál, ktorý vláda SR v uvedenom období schválila aj so stanovenými požiadavkami na štátny rozpočet. Objem finančných prostriedkov použitých na plnenie stratégie síce problémy v štandardnom zabezpečovaní výkonu základných odborných činností nevyriešil, ale aspoň spomalil proces ich útlmu.

Ďalším materiálom predloženým a schváleným Poradou vedenia MK SR (25. 10. 2012) bola „Analýza podmienok pre výkon reštaurátorských a konzervátorských prác a návrh na dobudovanie reštaurátorských a konzervátorských dielní Slovenského národného múzea“. Tento informatívny materiál, ktorý bol spracovaný s využitím podkladov SNM poskytnutých sekcii kultúrneho dedičstva, obsahoval informáciu o súčasnom stave v oblasti odborného ošetrovania zbierkových predmetov SNM, o personálnom zabezpečení tejto činnosti, o jej produktivite vrátane prehľadu základných problémov v oblasti odborného ošetrovania zbierkových predmetov a návrh na skvalitnenie odborného ošetrovania zbierkových predmetov SNM.

9. Nové strategické nastavenie sústavy múzeí a galérií v Slovenskej republike

MK SR na základe vyhodnotenia „Stratégie rozvoja múzeí a galérií v Slovenskej republike do roku 2011“ pripravilo nové strategické (konceptné) nastavenie sústavy múzeí a galérií SR na ďalšie strednodobé obdobie (2013 – 2018) pod názvom „Stratégia rozvoja múzeí a galérií v Slovenskej republike do roku 2018“. Materiál, ktorý bol spracovaný na základe poznatkov získaných z „Komplexnej správy o stave realizácie Stratégie rozvoja múzeí a galérií v Slovenskej republike do roku 2011“, sa zameriava na vybrané oblasti výkonu základných múzejných odborných činností. Zohľadnené a zapracované boli tie oblasti podpory, ktoré boli pri plnení stratégie vyhodnotené ako najslabšie a sú nevyhnutné. Odbor múzeí, galérií a knižníc sekcie kultúrneho dedičstva MK SR spracoval hlavné strategické okruhy novej stratégie, aby sa podarilo zmierniť a v niektorých prípadoch až zvrátiť súčasné negatívne tendencie v oblasti výkonu základných odborných činností v múzeách a galériách. Návrh „Stratégie rozvoja múzeí a galérií v Slovenskej republike do roku 2018“ zohľadňuje odporúčania Rámcového dohovoru Rady Európy o hodnote kultúrneho dedičstva pre spoločnosť a prispieva k ochrane kultúrneho dedičstva, ktoré je prezentované a spravované múzeami a galériami.

10. Záver

Odborné ošetrovanie hnutelného kultúrneho dedičstva, vrátane zbierkových predmetov je zabezpečované konzervovaním, reštaurovaním a v prípade zbierok prírodovedného charakteru aj preparovaním. Odborné ošetrovanie zbierkových predmetov sa vykonáva s cieľom zastaviť alebo spomaliť prirodzený proces degradácie zbierkových predmetov, t. j. zachovať ich vedeckú, historickú, kultúrnu a umeleckú hodnotu, pritom treba mať na zreteli, že reštaurátorské pracoviská naďalej zostávajú prostredím s otvorenou spoluprácou reštaurátora, historika a chemicko-technologického odborníka. Súčasná situácia v zbierkotvorných inštitúciách na Slovensku je taká, že aktívnu ochranu – odborné ošetrovanie, konzervovanie, reštaurovanie a preparovanie zbierkových predmetov zabezpečujú inštitúcie selektívne, pričom využívajú nedostatočné interné kapacity a externé služby. Okrem samotného odborného ošetrovania predmetov ako súčasť kultúrneho dedičstva je potrebné upriamiť pozornosť najmä na skvalitnenie podmienok na výkon reštaurátorských a konzervátorských prác, rozširovanie prístrojového vybavenia ateliérov a chemicko-technologických laboratórií zodpovedajúcich aktuálnym požiadavkám na exaktné spracovanie reštaurátorských prieskumov, a s tým úzko súvisiace trvalé odborné uloženie hnutelného kultúrneho dedičstva v depozitároch. Napriek súčasnej situácii v PFI na Slovensku sa vytvára reálny predpoklad na jej výrazné zlepšenie vybudovaním špecializovaných pracovísk v rámci digitalizačných projektov OPIS PO2, ktorými sú centrálné konzervátorské pracovisko múzeí pri Múzeu SNP v Banskej Bystrici, konzervátorské špecializované pracovisko SNG vo Zvolene a pre oblasť ochrany písomného kultúrneho dedičstva – Integrované konzervačné centrum SNK vo Vrútkach. Vzhľadom na súčasný stav v PFI v oblasti výkonu základných odborných činností, vrátane zabezpečenia konzervovania a reštaurovania, je potrebné venovať problematike náležitú pozornosť a pokračovať v strategickom nastavení ľudských, finančných a materiálnych zdrojov, odborných procesov a technológií tak, aby sa podarilo zmierniť až zvrátiť súčasné negatívne tendencie v danej oblasti a postupne tieto procesy dostať do rozvojovej fázy. MK SR preto bude v spolupráci s PFI, priamo riadenými organizáciami a ďalšími subjektmi hľadať systémové riešenia v prvom rade na obnovu najvýznamnejších pracovísk a zariadení PFI s celonárodným významom, na zlepšenie technologického a technického vybavenia už existujúcich laboratórií, reštaurátorských, konzervátorských a preparátorských pracovísk, resp. na vytvorenie ústredného pracoviska na odborné ošetrovanie zbierkových predmetov všetkých materiálových skupín s určitou špecializáciou a zároveň technologicko-diagnostickým a analytickým pracoviskom pre potreby sústavy múzeí SR. Návrh systémového riešenia problému je zapracované do strategického (koncepčného) nastavenia rozvoja sústavy múzeí a galérií SR na roky 2013 – 2018.

Interdisciplinarita v oblasti ochrany archívnych dokumentov

Jozef Hanus

Ministerstvo vnútra SR, Križkova 7, 811 04 Bratislava, Slovenská republika
hanusjozef1@gmail.com

Abstrakt: Ochrana archívnych dokumentov (AD) je záväznou povinnosťou každého štátu v zmysle príslušnej legislatívy. Archívne dokumenty je však potrebné chrániť nielen z legislatívnych dôvodov; sú pamäťou ľudskej civilizácie a ich význam je nenahraditeľný. Ich komplexná ochrana – od výstavby účelových archívnych budov či rekonštrukcie iných objektov pre archívne účely cez konzervovanie a reštaurovanie, výskum degradačných faktorov, masové konzervačné technológie, digitalizáciu atď. – ak má byť efektívna, zmysuplná a úspešná – je a musí byť nevyhnutne interdisciplinárnym procesom. Príspevok stručne informuje o situácii a trendoch v oblasti výstavby archívnych budov ako základnej podmienky ochrany, niektorých projektoch a ich výsledkoch v tejto oblasti a zároveň poukazuje na nutnosť širokej spolupráce pri riešení problémov ochrany AD.

Kľúčové slová: ochrana kultúrneho dedičstva, uloženie AD, archívne budovy, degradácia AD, konzervovanie, reštaurovanie, masové technológie, interdisciplinárna spolupráca, medzinárodné projekty v oblasti ochrany AD

1. Úvod

Archívne dokumenty (AD) tvoria súčasť národného kultúrneho dedičstva. Ich ochrana je záväznou povinnosťou podľa zákona č. 395/2002 o archívoch a registratúrach [1], vyhlášky č. 628/2002, ktorou sa vykonávajú niektoré ustanovenia uvedeného zákona [2], ako aj Deklarácie NR SR o ochrane kultúrneho dedičstva [3]. Archívne dokumenty je však potrebné chrániť nielen z legislatívnych dôvodov; sú pamäťou ľudskej civilizácie a ich význam je nenahraditeľný. Ich komplexná ochrana – od výstavby účelových archívnych budov či rekonštrukcie iných objektov pre archívne účely cez konzervovanie a reštaurovanie, výskum degradačných faktorov, masové konzervačné technológie, digitalizáciu atď. – ak má byť efektívna, zmysuplná a úspešná – je a musí byť nevyhnutne interdisciplinárnym procesom kooperácie.

2. Základná podmienka ochrany – vhodné uloženie AD

Vhodná archívna budova je základnou a nevyhnutnou podmienkou pre správne fungovanie akéhokoľvek archívu. Musí poskytovať podmienky pre dlhodobé uloženie archívnych dokumentov, ich ochranu a sprístupňovanie a všetky nevyhnutné procesy súvisiace s ich prezentáciou verejnosti. Je to zložitá a komplexná problematika, ktorá vyžaduje úzku spoluprácu archivárov, konzervátorov a reštaurátorov, architektov a ex-

pertov z rôznych oblastí či už pri plánovaní novej budovy alebo rekonštrukcii iných objektov pre archívne účely [4].

Touto problematikou sa dlhodobo zaoberá aj Medzinárodná rada archívov [5 – 7].

Pôvodné aktivity Medzinárodného inštitútu pre archívnu vedu (IIAS) v Maribore — dnes IIAS Terst/Maribor – boli tiež orientované na archívne budovy a ich zariadenia [8], najmä mnohé z prvých čísiel publikácie ATLANTI sú venované tejto problematike [9].

Podmienky pre dlhodobé uloženie archívnych a knižničných materiálov špecifikuje aj príslušná medzinárodná norma [10].

Účelová budova Slovenského národného archívu v Bratislave bola oficiálne otvorená 30. 8. 1983. V čase svojho otvorenia patrila medzi 10 najhodnotnejších archívnych budov v Európe [11]. Od toho času však už uplynula značná doba a bez potrebných prostriedkov na pravidelnú údržbu a opravy sa začína prejavovať množstvo vážnych nedostatkov (nefunkčná regulácia klimatických podmienok, zatekanie a z toho plynúci výskyt plesní v archívnych depotoch atď.). Podobná situácia je aj v ostatných slovenských štátnych archívoch a v prevažnej väčšine z nich reálne podmienky uloženia AD nespĺňajú legislatívou stanovené podmienky.

Za zmienku stojí Česká republika, kde v ostatných rokoch zaznamenali v štátnych archívoch v tejto oblasti značný pokrok [12, 13]. Archívny komplex Národného archívu ČR, Štátneho oblastného archívu v Prahe a Archívu hlavného mesta Prahy [14] a budovu Moravského zemského archívu v Brne [15] môžeme bez preceňovania priradiť k špičkovým svetovým archívnym budovám.

Pojem nízkoenergetické budovy označuje budovy navrhnuté tak, aby poskytovali výrazne vyššiu energetickú účinnosť, než je minimálny štandard energetických vlastností budov požadovaný národnými predpismi. Spravidla platí, že nízkoenergetická budova spotrebúva aspoň o 50 % menej energie ako bežná budova. Tento trend môžeme sledovať pri výstavbe niektorých archívnych budov najmä v Nemecku [16].

Nové knižničné depoty British Library v Boston Spa vo West Yorkshire boli oficiálne otvorené v decembri 2009. Priestory poskytujú 262 km ukladacieho priestoru. Prvýkrát na svete sa použil jedinečný prístup z hľadiska podmienok uloženia knižničných dokumentov – plnoautomatizovaný systém ukladania a vyhľadávania publikácií a protipožiarna technológia atmosféry so zníženým obsahom kyslíka na 14,8 % (oheň môže vzniknúť len pri obsahu kyslíka 17 % a viac). Okrem toho znížený obsah kyslíka v atmosfére zároveň znižuje aj rýchlosť degradačných reakcií spôsobovaných oxidáciou celulózy. Klimatizácia s mikrobiologickou kontrolou udržiava konštantnú teplotu 16 °C (±1) a relatívnu vlhkosť 52 % (±5 %) [17].

3. Projekty v oblasti ochrany kultúrneho dedičstva

Ochrane kultúrneho dedičstva sa venuje veľká pozornosť v mnohých krajinách, ale aj v Európskej únii ako celku. Svedčia o tom aj niektoré európske projekty v tejto oblasti [18, 19]. Poukazujú nielen na interdisciplinaritu problematiky, ale ja na nevyhnutnosť kooperácie pri riešení daných problémov. Môžeme konštatovať, že Slovensko na nich participovalo veľmi aktívne.

Projekt **Prechodové prvky v papieri (MIP – Transitional Metals in Paper)** bol tematickou sieťou 5. rámcového programu Európskej únie (2003 – 2006). Konzorcium siete združovalo účastníkov z európskych univerzít, výskumných ústavov, knižníc, ar-

chívov, múzeí a reštaurátorských ateliérov (webová lokalita siete: www.miponline.org). Tematická sieť bola obsahovo orientovaná na riešenie problémov spojených s procesmi, ktoré ohrozujú európske kultúrne dedičstvo na papierových nosičoch. Jedným z procesov, ktoré sa považujú za najnebezpečnejšie pre papierové dokumenty, je korózia spôsobená obsahom prechodných prvkov v historických písacích látkach, najmä korózia železozalových atramentov. Výsledky diskusií tematických skupín a ďalšie výsledky členov tematickej siete ako aj výskumných pracovníkov a tímov boli okrem technických stretnutí členov siete prezentované na medzinárodných seminároch a sympóziách poriadaných tematickou sieťou alebo s oficiálnou účasťou tematickej siete MIP [20]. V rámci projektu MIP bolo zorganizovaných 7 otvorených zasadnutí, 3 zasadnutia manažmentu projektu, jedna finálna medzinárodná konferencia MIP [21], jedna spoločná medzinárodná konferencia s ďalšími dvomi európskymi projektmi InkCor a Papyrus [22] a jedna spoločná konferencia s konzervátormi a reštaurátormi pobaltských krajín [23].

V rámci 5. rámcového programu EU bol realizovaný vedecko-výskumný projekt **“InkCor – Stabilizácia papierov obsahujúcich železodubienkové atramenty”** [24]. Cieľom projektu bol vývoj metód konzervovania dokumentov obsahujúcich železodubienkové atramenty. Výsledky jednoznačne poukazujú na nutnosť dvoch konzervačných krokov – odstránenie kyslosti (deacidifikácia) a použitie antioxidantov na zabránenie oxidácie už spomenutých solí Fe^{2+} . Výsledky projektu boli prezentované v [25, 26].

Degradácia celulózy a strata jej úžitkových vlastností je spôsobená dvomi hlavnými procesmi, najmä kyslou hydrolyzou a oxidáciou. Obidva procesy – tvorba koncových semiacetátových skupín a oxidácia hydroxylových skupín – sú sprevádzané slabou svetelnou emisiou, chemiluminiscenciou [27]. Práve tento princíp využíva na sledovanie degradačných zmien celulózy zariadenie chemiluminometer Lumipol vyvinuté a vyrobené v Ústave polymérov Slovenskej akadémie vied v Bratislave. Využitie tejto metodiky na sledovanie degradácie informačných nosičov lignocelulózoých materiálov bolo predmetom ďalšieho európskeho **projektu Papyrus** [28]. V tejto súvislosti sú zaujímavé a nádejné výsledky sledovania korelácie intenzity chemiluminiscencie so zmenou mechanických vlastností papiera [29 – 31]. Dosiahnuté výsledky projektu Papyrus sú publikované [32].

Najväčšie problémy v oblasti ochrany archívnych a knižničných fondov paradoxne spôsobujú moderné papiere, vyrábané od druhej polovice 19. storočia prakticky až do nedávnej súčasnosti. Nová technológia výroby strojového papiera priniesla v tom čase využitie dreva ako východiskovej suroviny a technológiu kyslého živičného glejenia s použitím síranu hlinitého. Toto bol jeden z rozhodujúcich momentov z hľadiska zníženej stálosti, trvanlivosti a životnosti papiera a procesu jeho postupnej auto-degradácie vplyvom kyslej hydrolyzy. Intenzívny výskum v tejto oblasti priniesol mnohé vedomosti z poznania príčin degradácie, jej mechanizmov a tiež rôznych technológií a procesov na odstránenie problémov kyslosti papiera, teda masovej deacidifikácie a zvýšenie jeho stálosti, trvanlivosti a predĺženie jeho životnosti [33 – 35]. Do užívania boli zavedené mnohé deacidifikačné procesy a niekoľko procesov sa komerčne využíva vo veľkom meradle [36 – 38]. Vyhodnocovaním procesov masovej deacidifikácie sa zaoberal **európsky projekt 6. rámcového programu Papertreat** [39]. Úlohou projektu Papertreat bolo jednak porovnať účinky stabilizačných procesov dosiahnutých metódami masovej deacidifikácie a uloženia dokumentov pri zníženej teplote a zároveň stanoviť kritériá a metodické postupy, ktoré uľahčia záujemcom o výber konkrétnych deacidifikačných

postupov pri vyhodnocovaní ich účinnosti a efektívnosti. Výsledky projektu poskytujú informácie o porovnaní nových a tradičných spôsobov konzervovania, kvalitatívnych postupoch kontroly pri vyhodnocovaní sledovaných procesov a postupov ako aj základné nákladové kalkulácie. Mnohé výsledky boli prezentované aj na záverečnej medzinárodnej konferencii [40].

SurveNIR – Near Infrared Tool for Collection Surveying [41] bol ďalším významným EU projektom v oblasti ochrany kultúrneho dedičstva – najmä papierových dokumentov. Jeho cieľom bolo vyvinúť nedeštruktívnu metódu pre charakterizáciu historických papierov založenú na spektroskopii v blízkej infračervenej oblasti – Near InfraRed (NIR) a vylúčiť použitie chemikálií a prípravu vzoriek tak, že sa táto metóda môže bezpečne použiť aj mimo laboratória; ďalej vyvinúť prenosný prístroj na tieto merania a umožniť prieskum celých a kompletných zbierok podstatným znížením času potrebného na analýzu. Vyvinuté NIR zariadenie umožňuje merať ploché objekty (papier, knihy a pod.) bez poškodenia. Jeho veľkosť je 350 × 240 × 150 mm, hmotnosť menej ako 10 kg. Zariadenie je veľmi ľahko prenosné. Rozsah merania je v intervale vlnovej dĺžky 1100 – 2500 nm (9100 – 4000 cm⁻¹). V rámci projektu bol vyvinutý aj softvér umožňujúci používateľovi vyhodnotiť štatisticky prieskum testovaných zbierok. Softvér umožňuje používateľovi charakterizovať nielen jednotlivé objekty, ale predovšetkým stav celej zbierky.

COST (Cooperation in Science and Technology) je jeden z najdlhšie prebiehajúcich európskych programov podporujúcich spoluprácu medzi vedcami a výskumníkmi v Európe. 28. 6. 2006 prijal COST nový projekt — **COST Action D42 „Chemical Interactions between Cultural Artefacts and Indoor Environment (EnviArt)“** [42]. Jeho cieľom bolo sledovanie chemickej interakcie medzi kultúrnymi artefaktmi a typickými podmienkami vnútorného prostredia, v ktorom sú uložené. Zameriaval sa na sledovanie chemického dopadu polutantov na materiály, berúc do úvahy fyzikálne a environmentálne aspekty, materiálové technológie, chemické analýzy, emisie a štandardizáciu. Kvalita vnútorného prostredia má rozhodujúci vplyv na ochranu zbierok. Citlivé materiály, vystavené agresívnemu prostrediu, môžu byť poškodené chemickým účinkom polutantov, ktoré môžu zapríčiniť nevratné zmeny už počas niekoľkých týždňov ich neadekvátneho pôsobenia. Všade tam, kde je kvalifikovaný personál a dostupné finančné zdroje, vykonáva sa monitorovanie prostredia v depotoch, výstavňách priestoroch, vitrínach a pod. Aby však bolo možné stanoviť správnu koncepciu odhadu rizika takýchto účinkov pre citlivé materiály alebo objekty, je nevyhnutné prehĺbiť znalosti o vplyve vnútorného prostredia na kultúrne artefakty. V rámci výskumných iniciatív EU v rokoch 1986 – 2006 bolo 106 projektov venovaných kultúrnemu dedičstvu, z nich 20 sa týkalo vplyvu podmienok uloženia kultúrnych artefaktov na ich degradáciu.

Ďalej by sme sa chceli stručne zmieniť o tematickej sieti **IDAP (Improved Damage Assessment of Parchment)** [43], ktorá je neziskovou organizáciou, cieľom ktorej je poskytovať poznatky z oblasti výskumu, konzervovania, reštaurovania, ako aj výučby z ochrany kultúrneho dedičstva na pergamenových materiáloch.

Záverom chceme ešte upozorniť na publikáciu, ktorú vypracovala skupina expertov z archívov a archívnych inštitúcií členských krajín EÚ, a ktorá vytyčuje hlavné oblasti spolupráce aj v oblasti ochrany archívnych dokumentov [44].

Najvýznamnejším slovenským programom v tejto oblasti bol projekt **Záchrana, stabilizácia a konzervovanie tradičných nosičov informácií v Slovenskej republike (KNIHA^{SK})**, ktorého výsledky sú odbornej verejnosti všeobecne známe [45].

4. Záver

Sumarizáciu aspoň základných problémov v oblasti ochrany archívnych dokumentov (a kultúrneho dedičstva vôbec) a možnosti ich riešenia je možné stručne zhrnúť do nasledovných bodov:

PROBLÉMY

- Nevhodné podmienky uloženia archívnych dokumentov
- Personálne kapacity v tejto oblasti sú absolútne nedostatočné
- Nedostatočné technické vybavenie zodpovedných inštitúcií
- Žiadne možnosti masového konzervovania
- Ochrana AD je multidisciplinárny a interdisciplinárny problém
- Rôzne materiálové zloženie archívnych dokumentov prináša diverzifikáciu problémov ich starnutia, degradácie a ochrany (pergamen, papier – LC nosiče, písacie látky, kovy, fotografie, negatívy, audiovizuálne nosiče, elektronické dokumenty atď.) – kooperácia rôznych kompetentných inštitúcií pri riešení problémov je nevyhnutná
- Konzervovanie a reštaurovanie nie je len príprava na digitalizáciu
- Digitalizácie nie je „všielik“ na ochranu AD – originál AD sa musí vždy zachovať a ochraňovať.

RIEŠENIE

- Materiálová kvantifikácia – aj súčasná „hrubá“ kvantifikácia je dostatočná na posúdenie nevyhnutnosti riešenia problémov
- Kompetentné orgány a jednotlivci – uvedomenie si zodpovednosti za ochranu kultúrneho dedičstva nielen v deklaratívnej rovine, ale v konkrétnom a systematickom rozvoji a financovaní tejto oblasti
- Potreba konzervačnej vedy, vzdelávania a technológií v ochrane kultúrneho dedičstva na Slovensku – bez nich niet odborných riešení
- Vytvorenie potrebnej vedomostnej databázy
- Aplikovaný výskum na riešenie konkrétnych problémov
- Vybudovanie konzervačných kapacít na masové spracovávanie ohrozených LC materiálov
- Konzervovať reálne výskumné a konzervačné kapacity a efektívne ich využívať
- Výsledky doterajšej spolupráce medzi pamäťovými inštitúciami, výskumnými pracoviskami a vzdelávacími inštitúciami dokazujú, že je to možné, potrebné a nevyhnutné.

Napriek všetkým nedostatkom v oblasti ochrany objektov kultúrneho dedičstva sa dosiahli mnohé pozitívne výsledky, ktoré dokazujú životaschopnosť ľudského odborného potenciálu často aj v nevhodných podmienkach.

5. Referencie

1. Zákon č. 395/2002 Z. z. o archívoch a registratúrach a o doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov.

2. Vyhláška Ministerstva vnútra Slovenskej republiky č. 628/2002 Z. z., ktorou sa vykonávajú niektoré ustanovenia zákona o archívoch a registratúrach a o doplnení niektorých zákonov.
3. Deklarácia Národnej rady Slovenskej Republiky o ochrane kultúrneho dedičstva z 28. 2. 2001.
4. Hanus, J., Hanusová, E., 2012. *Appropriate Archival Building: Necessity for Proper Function of Any Archives*. ATLANTI Vol. 22, N. 1, International Institute for Archival Science of Trieste and Maribor, University of Maribor, State Archive of Trieste, Trieste 2012, p. 61 – 69.
5. Duchein, M., 1988. *Archive Buildings and Equipment*. ICA Handbooks Series Volume 6.
6. ICA Bibliography 2, 2003. *Bibliography of Books, Journal Articles, Conference Papers and Other Printed Sources Relating to Archival Buildings and Equipment*. International Council on Archives, Paris, France, 52 p.
7. ICA Study 17. 2005. *Archive Buildings in a Tropical Climate and with Low Resources*. ALA Asociación Latinoamericana de Archivos. International Council on Archives, Paris, France, 44 p.
8. Klasinc, P., 2009. *The Activities of the International Institute for Archival Science of Trieste and Maribor in 2008 and 2009*. Atlanti, Vol. 19, Trieste, pp. 25 – 31.
9. Klasinc, P., P., 2010. *The Activities of the International Institute for Archival Science of Trieste and Maribor in 2009-2010 and Presentation of the 20 Issues of "Atlanti" (1991 – 2010)*. Atlanti, Vol. 20, Trieste, pp. 27 – 40.
0. ISO 11799: 2003. *Information and documentation – Document storage requirements for archive and library materials*.
1. Kartous, P., 1984. *Neubau des Staatlichen Zentralarchivs der Slowakischen Sozialistischen Republik in Bratislava Pressburg*. Der Archivar 37, p. 272 – 276.
2. Indra, B., 2004. *Výstavba archívnych budov v Českej republike 1990 – 2003*. Praha: Themis, 205 s., ISBN 80-7312-032-1.
3. Indra, B., 2008. *Archívni budovy a perspektivy jejich další výstavby*. Státní oblastní archiv v Praze, 83 s. ISBN 978-80-86772-35-6
4. Benešová, E., 2004. *Aby na nic a na nikoho nebylo zapomenuto: k jubileu ústředního archivu českého státu, 1954 – 2004*. Státní ústřední archiv v Praze, 246 s., ISBN 8086712117.
5. Moravský zemský archiv v Brně: pamětní kniha k otevření novostavby, 2007. *Zpracoval kolektiv autorů pod vedením K. Smutné*, 116 s., ISBN 978-80-86931-25-8.
6. Barteleit, S., 2012. *Building archives for the future: Some remarks on the constructing of less energy consuming archives*. 26th European Board of National Archivists Conference, Nicosia, Cyprus, October 11 – 12.
http://www.mjpo.gov.cy/mjpo/mjpo.nsf/page3b_en/page3b_en?OpenDocument.
7. http://www.capitasymonds.co.uk/news__events/news/worlds_leading_library_storag.aspx (last visit on August 1, 2012).
8. Hanus, J., 2008. *Európske projekty v oblasti ochrany kultúrneho dedičstva – InkCor, Papyllum, MIP, Papertreat, SurveNIR, COST. Ochrana a využívanie kultúrneho dedičstva 2008*. Odborná konferencia Slovenská národná knižnica, Slovenský národný archív, Slovenské národné múzeum, ProScientia a Spolok slovenských knihovníkov, Martin 28. – 29. 10. 2008, s. 73 – 79.
19. Hanus, J., 2012. *Some national and international projects in Slovak archives*. 26th European Board of National Archivists Conference, Nicosia, Cyprus, October 11 – 12.
http://www.mjpo.gov.cy/mjpo/mjpo.nsf/page3b_en/page3b_en?OpenDocument
20. Hanus, J., Čeppan, M., 2006. *Európsky projekt MIP Prechodné prvky v papieri*. Slovenská archivistika č. 2, s. 210 – 215.
21. *Pre-Conference Proceedings, 2006*. MIP Final Conference New Castle Upon Tyne, UK, January 24 – 27.
22. *Proceedings of the International Conference Durability of Paper and Writing 2004*. November 16 – 19, Ljubljana, Slovenia ISBN 961-6162-98-5.
23. *The 7th Triennial Meeting 2005. „Restoration: the Information Regained, Lost, Preserved“ for Restorers of the Baltic States including MIP conference, Riga, Latvia, 7 – 10 Dec*. Proceedings from MIP conference on CD-ROM.
24. <http://www.infosrvr.nuk.uni-j.si/jana/Inkcor/index.Htm>
25. <http://www.paperdurability.org/>

26. Iron gall inks: on manufacture, characterisation, degradation and stabilisation, 2006. J. Kolar, M. Strlič (Eds.), Narodna in univerzitetna knjižnica, ISBN 961-6551-19-1.
27. Rychlý, J., Strlič, M., Matisová-Rychlá, L., Kolar, J., 2002. Chemiluminescence from paper. 1. Kinetic analysis of thermal oxidation of cellulose, *Polym. Degrad. Stab.* **78**, 357 – 367.
28. <http://papyrus.uni-lj.si>
29. Szabóová, Z., Rychlý, J., Hanus, J., Mináriková, J., Matisová-Rychlá, L., 2007. The service time prediction of hardworn paper from non-isothermal chemiluminescence measurements and estimation of paper properties by other standard tests. In: T. Reichert editor: 3rd European Weathering Symposium Natural and Artificial Ageing of Polymers – Krakow, September 2007, CEEES Publication No 8, p. 337 – 347, ISBN 978-3-9810472-3-3.
30. Hanus, J., Rychlý, J., Mináriková, J., Matisová-Rychlá, L., Szabóová, Z., 2005. Estimation of paper degradation progress by chemiluminometry and folding endurance changes. Proceedings of the International workshop „Practical applications of chemiluminescence at the oxidation of chemical systems“. Smolenice, October 9 – 13, p. 10 – 12.
31. Hanus, J., Rychlý, J., Mináriková, J., Matisová-Rychlá, L., 2004. Estimation of the progress of oxidative ageing of various papers by chemiluminescence method and estimation of papers properties by other standard tests. International Conference Durability of paper and writings, Papyrus, InkCor, MIP, 16. – 20. 11. Ljubljana. Proceedings of the conference, p. 22 – 23.
32. Ageing and stabilization of paper, 2005. Eds. M. Strlič, J. Kolar. Ljubljana, National and University Library, 211 p. ISBN 961-6551-03-5.
33. Williams, J. C. ed., 1981. Preservation of Paper and Textiles of Historic and Artistic Value II. American Chemical Society 193, Washington, DC.
34. Hendriks, K. B., 1994. Permanence of Paper in the Light of six centuries of Papermaking in Europe. Actes des Deuxièmes Journées Internationales d'Études de l'ARSAG. Paris, p. 131 – 137.
35. Ageing and Stabilisation of Paper, 2005. Eds. M. Strlič, J. Kolar. National and University Library Ljubljana, 211 p.
36. Porck, H. J., 1996. Mass Deacidification – An Update of Possibilities and Limitations. European Commission on Preservation and Access, Amsterdam and Commission on Preservation and Access, Washington, 54 p.
37. Hanus, J.: Trendy v oblasti masového konzervovania archívnych a knižničných fondov. Slovenská archivistika, 1, 2000, s. 18 – 29.
38. Blüher, A., 2003. Experience in Paper Deacidification – Three Years of Operation in the Swiss National Library. Papierrestaurierung 4, p. 21 – 28.
39. <http://www.infosrvr.nuk.uni-lj.si/jana/papertreat/index.htm>
40. Durability of Paper and Writing, 2nd International Symposium and Workshops, 2008. National and University Library and University of Ljubljana, Faculty of Chemistry and Chemical Technology, Ljubljana, Slovenia, July 7 – 10.
41. <http://www.science4heritage.org/survenir>
42. <http://www.echn.net/enviart/>
43. <http://www.idap-parchment.dk/portal/DesktopDefault.aspx>
44. European Commission, 2006. Report on archives in the enlarged European Union – Increased archival cooperation in Europe: action plan. Elaborated by the National Experts Group on Archives of the EU member states and EU institutions and organs at the request of the Council of the European Union. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 248 pp. ISBN 92-79-00870-6.
45. <http://www.knihask.eu/>

Materiálová analýza zbierkového predmetu obsahujúceho prírodné vosky

Stanislava Černochová², Katarína Čížová¹,
Soňa Kirschnerová¹, Aleš Ház¹

*Fakulta chemickej a potravinárskej technológie STU,
Radlinského 9, 812 37 Bratislava,*

¹*Oddelenie chemickej technológie dreva celulózy a papiera
katie.cizova@gmail.com, sona.kirschnerova@stuba.sk, ales.haz@stuba.sk*

²*Oddelenie polygrafie a aplikovanej fotochémiie
cernochovas@gmail.com*

Abstrakt: *Objekty kultúrneho dedičstva v zbierkach múzeí pozostávajú z rôznych druhov materiálov, väčšinou na báze prírodných organických látok. Pri ochrane týchto objektov sa stretávame s problémom identifikácie ich materiálového zloženia. Medzi veľmi málo prebádané materiály patria aj prírodné vosky. Socha sv. Uršule z depozitára Múzea Červený Kameň je príkladom takéhoto objektu.*

Cieľom našej práce bolo vykonať materiálovú analýzu silne poškodeného zbierkového predmetu – sochy sv. Uršule, porovnať zloženie historických materiálov objektu s dostupnými materiálmi používanými v súčasnosti a pripraviť potrebné informácie pre návrh postupov konzervovania.

Kľúčové slová: *materialový analýza, včelí vosk, analytické metódy.*

1. Úvod

Sledovaný objekt pochádza z múzea Červený Kameň (prírastkové číslo zbierkového predmetu: SNM-MČK, S-145). Ide o silne poškodenú figurínu honosne odetej a korunovanej sediacej ženskej postavy v mierne podživotnej veľkosti (128 × 57 × 43 cm), ktorá predstavuje s najväčšou pravdepodobnosťou sv. Uršulu. Predmet bol v októbri 1950 skonfiškovaný Národnou kultúrnou komisiou v kláštore rehole sv. Uršule v Trnave a prevezený na hrad Červený Kameň. Do zbierok múzea bol zapísaný v roku 1953. Pôvod predmetu a zachované ikonografické prvky (koruna, odev) tak umožňujú uvažovať o nej ako o soche sv. Uršule z bližšie neznámeho oltára trnavského kláštora uršulínok. Sv. Uršula býva zobrazovaná ako princezná s korunou. Jej atribútmi sú mučenická palma, loď s pannami a pod. Figurína je zložená z rôznych materiálov: viditeľné časti tela (hlava a tvár, bosé nohy, ruky) sú pravdepodobne voskové, časti ukryté pod odevom (paže, trup, stehná) sú vyrobené z bližšie neurčenej zmesi látok, papierového mašu a olejového náteru, celok je posadený na stoličke bez operadla. Na hlave má figurína drevenú zlátenú korunu s krížom na guli uprostred (zemské jablko). Podľa prírastkovej knihy mala pôvodne aj zbytky skutočných vlasov. Voskové partie sú jemne a do detailu spracované. Figurína je odetá do kvetovaných brokátových šiat rôznej farebnosti na bielom pozadí. Šaty sú doplnené kusmi látok s ručnými čípkami a bielym

golierom z jemného plátna. Pozdĺžny pruh plátna so strojovou čipkou prikrýva hlavu. Vzhľadom na charakter materiálov je ťažké uvažovať o presnejšom datovaní predmetu, no aspoň rámcovo možno zaradiť samotnú figurínu do druhej polovice 19. storočia. Šaty, či prinajmenšom látka, z ktorej sú ušité, sa dá zaradiť do konca 18. storočia. [1]



Obr. 1: Socha sv. Uršule, foto: Mgr. Jozef Tihanyi.

1.1 Včelí vosk

Pod pojmom vosk je zahrnuté veľké spektrum látok ako rastlinného, tak aj živočíšneho pôvodu. Včelí vosk je metabolickým produktom včely medonosnej (*Apis mellifera*), plastickej konzistencie, farby oranžovožltej až svetlohnedej s typickou voskovou vôňou. Vosk včely medonosnej obsahuje až 284 rôznych zložiek, z ktorých nie všetky boli identifikované (Tab. 1). [2]

Včelí vosk žltý: získava sa vyvarením priamo z plastov, čistí sa sedimentáciou prípadne filtráciou. Na jeho úpravu sa nepoužívajú žiadne iné prídavné látky. [3]

Včelí vosk bielený: bielením vosku sa z vosku odstraňuje typická žltá farba. Je veľa rôznych postupov na bielenie vosku, no bielením vosku ktorýmkoľvek spôsobom sa už menia jeho vlastnosti. [4]

Vosk je veľmi tvárna, chemicky inertná amorfná látka. Na dotyk nie je masťná a nelepí sa. Na lome vytvára charakteristický lastúrovitý povrch. [2]

Tab. 1: Chemické zloženie včelieho vosku [5].

Zložka	Koncentrácia [hm. %]
Uhľovodíky	14
Monoestery	35
Diestery	14
Triestery	3,3
Hydroxymonoestery	3,6
Hydroxypolyestery	7,7
Voľné kyseliny	12
Kyslé monoestery	0,8
Ostatné	8,6

Tab. 2: Fyzikálne parametre a charakteristika včelieho vosku [2].

parameter	hodnota	poznámka
bod topenia	62 - 65 °C	bielený vosk 60 - 70°C
bod tuhnutia	60 - 63 °C	o niečo nižší ako bod topenia, čo je pre prírodné látky a ich zmesi typické
špecific. hmot.	0,958 - 0,966 g/cm ³	pri 15°C (v bode topenia a tuhnutia dochádza k prudkým zmenám vzhľadom k objemovej rozťažnosti vosku)
Zmrštenie vosku pri tuhnutí	0,905 g/cm ³	v bode topenia
	0,8350 g/cm ³	rozpustenie
	8,11%	u parafínu iba 4,5%
index lomu	1,4398 - 1,4451	pri 75°C, pre porovnanie s inými voskami sa hodnoty extrapolujú na 40°C. Včelí vosk je vynikajúci
dielektr. Konšt.	2,9	izolant vďaka vysokej dielektrickej konštante a výrazným hydrofóbnym vlastnostiam
konzistencia	Včelí vosk je plastickou a tvárovateľnou hmotnou, už pri izbovej teplote (najlepšie tvarovateľný je pri 35°C). Konzistencia, viskozita a pevnosť vosku sa značne mení s teplotou. Pri teplotách blízko nule a pod nulou sa stáva vosk veľmi krehký. Tak isto pôsobí na vosk jeho bielenie.	
Farba	Panenský vosk (t.j. z nezaplodovaných plastov) je takmer biely, alebo len slaboznažtnutý. Včelie dielo v úle s postupujúcim vekom tmavne. Na tento jav pôsobia prirúďajúce nečistoty vo včelom diele (exuvie, kokóny, výkaly lariev, peľové zrná), ale tak isto difundujúce farbivá hlavne z peľu. Najviac farbiva peľové zrná slnečnice, repky, púpavy a dokonca aj maku (obsahujú vysoký podiel v tuku rozpustných farbív). Tmavý vosk z Kuby je zafarbený farbivami peľu	
rozpustnosť	Vo vode je vosk nerozpustný (obsahuje maximálne 0,5 % vody). Za studena sa najlepšie rozpustí v chloroforme, acetóne, benzéne, a pyridíne. Za tepla v etanole, metanole, izoamylalkohole a petrolétere.	

2. Experimentálna časť

2.1 Materiál

Z jednotlivých častí figuríny boli odobraté vzorky. Dátum odberu vzoriek: 27. 2. 2012.

Vzorka A – telo

Vzorka B – vosk

Vzorka C – úlomky vosku



Obr. 2 (vľavo): Miesto odberu vzorky A.
Obr. 3 (vpravo): Miesto odberu vzoriek B a C.
 foto: Mgr. Jozef Tihanyi foto: Mgr. Jozef Tihanyi.

Na začiatku výskumu bola urobená predbežná FTIR analýza, ktorej výsledky dokázali, že hlava, ruky a nohy sochy sú vyrobené z včelieho vosku, tak ako bolo predpokladané. Na realizáciu experimentov sa musia pripraviť modelové vzorky, ktoré sa musia svojim chemickým zložením a fyzikálnymi vlastnosťami čo najviac približovať k vzorkám odobratým zo sochy. Aby sa dosiahla čo najväčšia zhodnosť modelových a pôvodných vzoriek, na predbežné analýzy bolo vybraných niekoľko druhov včelích voskov.

Vzorka D

Prírodný včelí vosk značky WAD upravený pre reštaurátorov. Spôsob prípravy vosku, úprav vosku ani chemicko-fyzikálne parametre neboli známe.

Vzorka E

Prírodný včelí vosk žltý (nebielený) značky NAWAX. Je metabolickým produktom včely medonosnej (*Apis mellifera*). Spracúva sa mokrou cestou za tepla (parou a horúcou vodou), čistí sa sedimentáciou a filtrovaním, sterilizuje sa teplom (jednu hodinu pri teplote 117 až 118 °C). Včelí vosk prírodný žltý spĺňa podmienky ITN001 (Včelí vosk prírodný), platných noriem krajín EÚ a ostatných európskych štátov. [3]








Vzorka F

Prírodný včelí vosk bielený značky NAWAX. Je metabolickým produktom včely medonosnej (*Apis mellifera*). Zo včelieho vosku žltého sa za tepla odstraňujú prírodné farbivá za pomoci aktívneho uhlia a peroxidu vodíka. Včelí vosk prírodný – bielený spĺňa podmienky ITN003 (Včelí vosk prírodný – bielený), platných noriem EU a ostatných európskych štátov. [3]

Vzorka G

Vosk pripravený v laboratóriu z včelích plástov. Včelie plásty (aj s obsahom medu) boli roztopené vo vode z vodovodu v sklenenej kadičke. Za občasného premiešania sa nechali variť niekoľko minút, kým nebol celý plást roztopený. Teplota bola udržiavaná do 80 °C. Po roztavení plástu sa kadička s vodou a voskom dala schladieť. Výsledkom bola vrstva včelieho vosku a vrstva sedimentovaných nečistôt na vrchu kadičky. Vrstva sedimentov sa odstránila a zvyšný včelí vosk sa preváral znovu. Proces sa opakoval niekoľkokrát, až kým sa vosk nezdal dostatočne zbavený nečistôt.

Tab. 3: Popis vzoriek z figuríny a modelových vzoriek.

	Označenie	Popis	
Vzorky z figuríny	A	Telo — výstuž	
	B	Vosk	
	C	Úlomky vosku	
Modelové vzorky	D	Prírodný včelí vosk upravený pre reštaurátorov	
	E	Prírodný včelí vosk žltý (nebielený)	
	F	Prírodný včelí vosk bielený	
	G	Prírodný včelí vosk z plástov	

2.2 Metódy

FTIR ANALÝZA

Určovala sa prítomnosť organických funkčných skupín vo vzorkách. Vyhodnocovanie sa uskutočňovalo porovnávaním nameraných spektier vzoriek s databázou FTIR spektier. Podmienky merania: Spektrometer FTIR Excalibur Series Digilab FTS 3000 MX technikou ATR (jav úplného vnútorného odrazu). [6]

XRF ANALÝZA

Určovala sa prítomnosť prvkov vo vzorkách (od Mg s vyšším protónovým číslom). Na určenie prvkového zloženia bol použitý vyhodnocovací program XMETspectrumView. Podmienky merania: Merania sa uskutočňovali po dobu 30 sekúnd na XRF analyzátoe X-MET5100 pri dvoch rôznych nastaveniach elektrického napätia prístroja (17 kV a 45 kV). Výsledky analýz však boli zhodné. [7]

GC-MS

Kombinácia plynovej chromatografie a hmotnostnej spektrometrie. Namerané hmotnostné spektrá boli porovnávané so spektrami v databáze. Podmienky merania: Plynový chromatograf Agilent 7890A GC System, detektor Agilent MS 5975C. Kolóna: HP-5MS (5 % Phenyl Methyl Silox), nosný plyn: He, teplotný režim: počiatočná teplota: 120 °C sa udržala 3 min, následne sa zvolil teplotný rast 10 °C/min do 300 °C a táto teplota zotrvala 15 min. [8]

OPTICKÁ MIKROSKOPIA

Sledovala sa štruktúra a textúra vláknitých materiálov. Zväčšenie bolo 4, 10 a 40×.

3. Výsledky a diskusia

3.1 Vzorka A – telo sochy

Telo sochy sa skladá z troch vrstiev: **strana s biologickým poškodením, stredná vrstva – tkanina a spodná strana bez biologického poškodenia.**

I. Strana s biologickým poškodením

Optickou mikroskopiou pozorujeme vláknitú štruktúru, prítomnosť viacerých druhov vlákien a aditív. Pri 40× zväčšení pozorujeme kolienka typické pre ľan. FTIR spektroskopia vzorky dokázala prítomnosť celulózy a plniva (pri vlnócte 1700 – 1500 cm⁻¹). Možno vyvodit' záver, že ide o papier vyrobený z handroviny obsahujúcej ľan s prídavkom aditív.



Obr. 4: 10× zväčšené vlákno.

II. Stredná vrstva – tkanina

Optickou mikroskopiou pozorujeme prekladanú štruktúru tkaniny, tvorenú zväzkami rôznorodých vlákien, viditeľná je prítomnosť aditív. Pri 40× zväčšení pozorujeme kolienka typické pre ľan. FTIR spektroskopia dokazuje prítomnosť celulózy a plniva ako pri vrchnej vrstve.



Obr. 5: 4× zväčšená vlákniina.

III. Spodná strana bez biologického poškodenia

Optickou mikroskopiou pozorujeme vlákna, ale základ spodnej vrstvy tvorí tvrdá krehká vrstva.



Obr. 6: 4× zväčšená puklina a foxing.

Podrobnou analýzou FTIR spektra a porovnávaním jednotlivých absorpčných pásov sa našla zhoda a bola identifikovaná prítomnosť CaCO_3 (uhličitan vápenatý, vápenec).

Porovnávaním FTIR spektier z databázy so zvyšnými pásmi spektra farebnej vrstvy sa našla zhoda v oblasti dokazujúcej prítomnosť želatíny. Spodná farebná vrstva je vytvorená zatuhnutou želatínou zmiešanou s uhličitanom vápenatým.

XRF spektroskopia bola robená pre všetky tri vrstvy vzorky A a výsledky sú zhodné. Vo vzorke A sa nachádza vápnik vo forme CaCO_3 , ktorý v spodnej vrstve vzorky A priamo tvorí farebnú vrstvu, vo vrstve vrchnej a strednej vystupuje ako aditívum.

IV. Zelené vlákno

Pri prieskume vzorky A sa na jej povrchu našiel prichytený zhluk zelených vlákien. Nepredpokladalo sa, že by vlákna boli bezprostrednou súčasťou vzorky A. Pohľad na zhluk zelených vlákien optickým mikroskopom pri 4× zväčšení podporuje predpoklad, že vlákna nepochádzajú zo vzorky A. Vlákna majú inú štruktúru, vyzerajú jemnejšie, lesklejšie a sú dlhšie ako vlákna vo vzorke A.



Obr. 7: 10× zväčšené zelené vlákno.

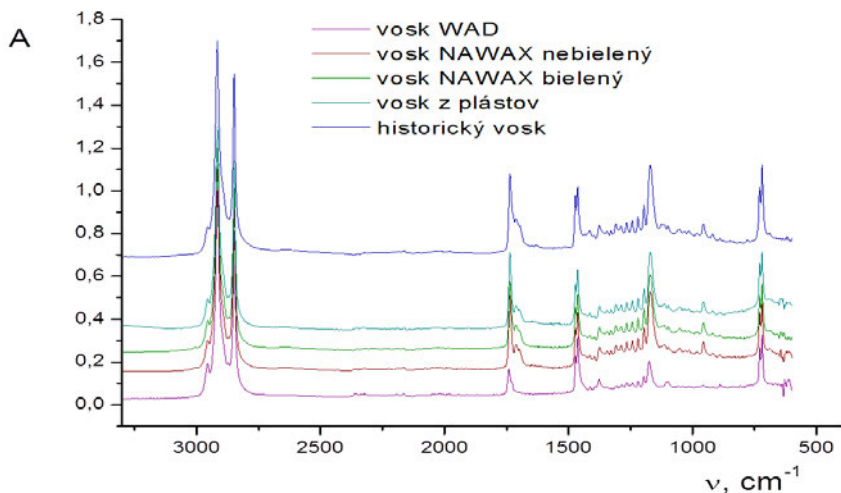
Pri 10× zväčšení sa dajú pozorovať jednotlivé vlákna podrobnejšie, nepozoruje sa prítomnosť kolienok. Vylučuje sa možnosť, že zelené vlákna sú ľan alebo bavlna. FTIR analýzou sa dokázalo, že sa jedná o hodvábne vlákno.

3.2 Vzorka B a C – voskové časti tela sochy

FTIR spektroskopia

FTIR spektroskopia dokázala, že vzorka B a C pozostáva zo včelieho vosku. Spektrá vzoriek boli porovnané so spektrami modelových vzoriek. Rozdiely boli minimálne. Na bližšie určenie spôsobu prípravy a úpravy vosku budú potrebné doplnkové analýzy.

Pri pohľade na FTIR spektrá na obrázku č. 7 vidíme takmer úplnú zhodu. Spektrum vosku WAD (označený ako vzorka D) sa od ostatných spektier líši najviac. V porovnaní s ostatnými spektrami mu chýbajú niektoré absorpčné pásy. Z toho vyplýva, že vosk – vzorka D bol spracovaný a upravovaný najviac, a ako modelová vzorka v porovnaní s ostatnými voskami je najmenej vhodný. FTIR spektrá modelových vzoriek E (NAWAX nebielený), F (NAWAX bielený) a G (vosk z plástov) sú zhodné a až na nepatrné rozdiely takmer úplne totožné s vzorkou B (historický vosk).



Obr. 7: Porovnanie FTIR spektra vzorky B (historický vosk) so spektrami modelových vzoriek voskov (od hora dole, prvé spektrum je historický vosk, druhé je vosk z plástov, tretie vosk Nawax bielený...).

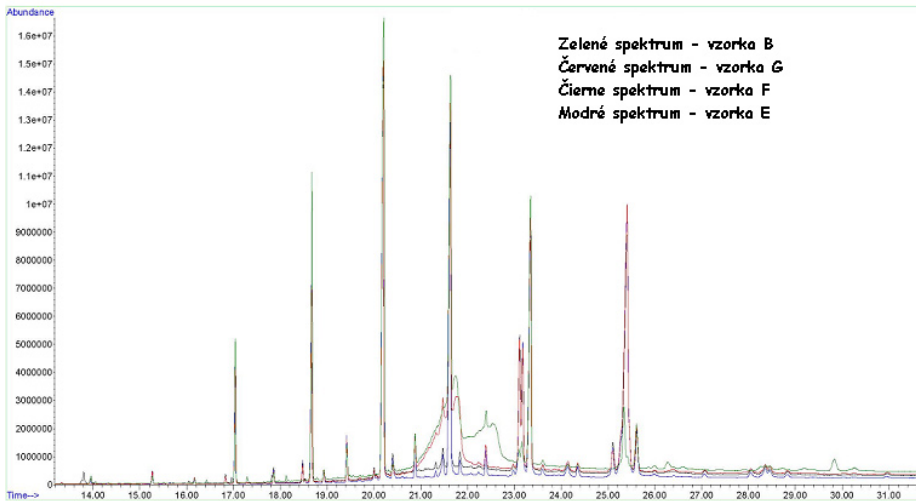
XRF analýza

Zhodnotením a porovnaním výsledkov analýzy možno konštatovať, že vzorky D, E, F sa od vzorky B odlišujú najviac. Vzorka G obsahuje aj vápnik, ktorý obsahuje aj vzorka B. Prítomnosť vápnika vo vzorke G bude pravdepodobne spôsobená tým, že na prípravu vosku nebola použitá deionizovaná voda a vápnik sa tam dostal z vody. Okrem použitia nedeionizovanej vody vzorka G bola pripravovaná jednoduchým spôsobom bez filtrácie či iných postupov čistenia a zvyšovania kvality. Podobným spôsobom sa pripravovali aj vosky v období vzniku figuríny, preto je vysoká pravdepodobnosť, že z hľadiska zloženia vzorka G a vzorka B majú k sebe najbližšie.

GC-MS analýza

GC-MS analýzou bola sledovaná a porovnávaná prítomnosť prchavých zlúčenín vo vzorkách, ich zastúpenie sa líšilo v prípade vzoriek B a G. Relatívne simiárne výsledky sa dosiahli pri analýzach E a F kedy zastúpenie frakcie lineárnych uhľovodíkov (C20 – C36) boli identické. Významnejším rozdielom v porovnaní s ostatnými voskami bola absencia uhľovodíkov u vzorky B v oblasti retenčných časov 23,05 – 23,25 min a 25,3 – 25,5 min čo mohlo byť spôsobené degradáciou pôvodného materiálu. Tento časový interval predstavoval látky ako (Z)-9-trikozen, 1-nonadekán. Ďalšou zmenou bola prítomnosť kratších uhľovodíkov (RT 13,95 min, C16) u vzorky F. Pri zvolenej metodike sa u všetkých vzoriek voskov stanovili majoritné zastúpenia alkánov a alkénov.

File :D:\Merania\ODCP\C1.D
Operator : A.Haz
Acquired : 23 Oct 12 10:30 am using AcqMethod WAKES_DICHLORMETAN.M
Instrument : 5975C
Sample Name: Wax
Misc Info : Vosk, C1
Vial Number: 1



Obr. 8: GC-MS analýza všetkých vzoriek voskov.

4. Záver

Bola vykonaná materiálová analýza zbierkového predmetu sochy sv. Uršule. Zistilo sa, že jednotlivé časti predmetu (sochy) boli vyrobené z väčšieho množstva rôznych materiálov.

Analýzou sa zistilo, že historický vosk sa odlišoval zastúpením niektorých vysokomolekulových zlúčenín od novodobých voskov, ktoré mali veľmi podobné zloženie. Na základe tohto možno predpokladať, že vosk z figuríny bol zmenený vplyvom starnutia, prípadne sa líši pôvodom.

Experimentálna časť práce bude ďalej pokračovať prípravou, starnutím a analýzou modelových vzoriek. Ďalej sa bude skúmať vplyv zašpinenia na proces starnutia. Budú navrhnuté spôsoby čistenia a celkový postup konzervovania.

PodĎakovanie

Ďakujeme doc. Ing. Kataríne Vizárovej, PhD. z Oddelenia chemickej technológie dreva, celulózy a papiera ÚPM FCHPT STU a doc. Ing. Milene Rehákovej, PhD. z Oddelenia polygrafie a aplikovanej fotochémie ÚPM FCHPT STU za všestrannú pomoc pri vypracovávaní tejto práce. Zároveň ďakujeme Mgr. Art. Nine Lalíkovej za námiet a odborné konzultácie.

Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-0850-11 a Vedeckou grantovou agentúrou VEGA na základe zmluvy č. 1/0811/11.

5. Literatúra

1. Polovka M., Polovková J., Vizárová K., Kirschnerová S., Bieliková L., Vrška M.: The application of FTIR spectroscopy on characterization of paper samples, modified by Bookkeeper process. *Vibrational Spectroscopy* 41, 2006, 112 – 117.
2. Novotná M., Karhan J., Pechová D.: *Metody instrumentální analýzy při průzkumu památek*, Praha 2001, ISBN 8090266878 9788090266872.
3. Janssens K.: X-ray Fluorescence Analysis. In: *Handbook of Spectroscopy*, Wiley-VCH, Weinheim, 2003, ISBN 3-527-29782-0, 363 – 420.
4. Bartl B., Trejbal J., Ďurovič M., Vašíčková S., Valterová I.: Analysis of efflorescence on surface of beeswax seals. *Journal of Cultural Heritage*, 13, 2012, 275 – 284.
5. Tihanyi J.: Opis a zatriedenie zbierkového predmetu sochy sv. Uršule, sprievodný text k expozícii výstavy „Nahliadnite“, 2011, 2. 12. 2011 – 27. 2. 2012.
6. Přidal A.: Moderní včelař PODZIM 5/2007, 20 – 21, <http://user.mendelu.cz/apridal/text/c029.pdf>, 25. 10. 2012.
7. N kitin M. K., Meřn kova, E. P.: *Chemie v konzervátorské a restaurátorské praxi*, Brno 2003, ISBN 80-210-3062-3, 60 – 64.
8. Klíč L.: NAWAX, Včelí vosk, http://www.nawax.sk/page.asp?prg = produkty&lang = svk&status = vceli_vosk, 25. 10. 2012.

Materiálový prieskum predmetov dedičstva na papierovom nosiči

Lenka Dubinyová¹, Eva Belányiová²,
Katarína Vizárová¹, Milena Reháková²

Fakulta chemickej a potravinárskej technológie STU,
Radlinského 9, 812 37 Bratislava,

¹Oddelenie chemickej technológie dreva celulózy a papiera
lenka.dubinyova@stuba.sk, katarina.vizarova@stuba.sk

²Oddelenie polygrafie a aplikovanej fotochémie
eva.belanyiova@stuba.sk, milena.rehakova@stuba.sk

Abstrakt: Pred reštaurátorským zásahom je spravidla nutné vykonať materiálový prieskum predmetov dedičstva, za účelom charakterizácie jednotlivých častí objektu. Výskum historických artefaktov je veľmi náročný, pretože väčšinou ide o heterogénne a viacvrstvové systémy, v ktorých medzi jednotlivými zložkami prebiehajú rôzne interakcie. V praxi sa často využíva kombinácia viacerých analytických metód, ktorých výsledkom je identifikácia materiálov v objekte, ktorá pomôže k prehĺbeniu poznatkov o artefakte, o jeho vzniku, stave a stupni degradácie. Na základe materiálového prieskumu sú vhodne navrhované ďalšie reštaurátorské postupy.

Kľúčové slová: materialový prieskum, dedičstvo, papier, analytické metódy.

1. Úvod

Predmetom nášho záujmu boli vzorky odobraté zo Zemského glóbusu – Terrestris (obr. 1), ktorého vznik bol datovaný okolo roku 1805, vyrobeného I. G. Klingerom v Nürnbergu. Glóbus je v súčasnosti súčasťou zbierky Oravského múzea, a bolo na



Obr. 1: Zemský glóbus – Terrestris, foto: Mgr. art. A. Španová.

ňom potrebné vykonať reštaurátorský zásah. Pred samotným reštaurovaním sme vykonali materiálový prieskum.

Vzorky tvoril podkladový a vrchný papier z gule glóbusu a prstenca, čierny pigment pochádzajúci z maľby na prstenci a podkladová vrstva tmelu z gule glóbusu. Hlavnými požiadavkami pre identifikáciu materiálového prieskumu bolo zistenie vlákninového zloženia papiera, rozbor plesní a určenie povrchovej úpravy a lepidla.

2. Experimentálna časť

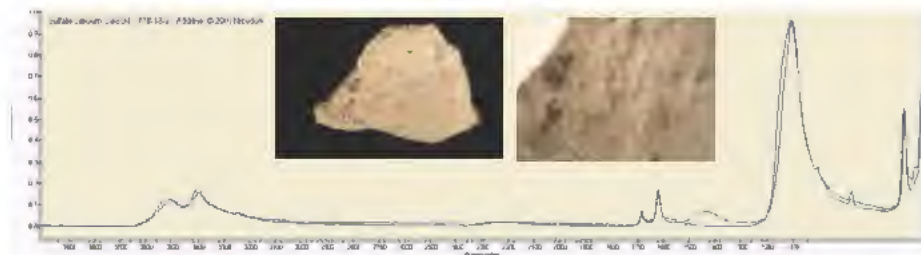
Na materiálový prieskum papierových častí glóbusu boli aplikované nasledovné metódy skúmania: optická mikroskopia s použitím 4, 10 a 40-násobného zväčšenia, infračervená spektroskopia s Fourierovou transformáciou (FTIR-ATR) – FTIR Digilab Excalibur FTS 3000MX, energiovo-disperzná spektrometria (EDS) – JOEL JXA-840A Electron probe mikroanalyzér, röntgenfluorescenčná spektrometria (XRF) – ručný RTG analyzátor X-MET 5100, infračervená spektroskopia v blízkej oblasti (NIR) – UV/VIS/NIR Ocean Optics. Vlákninové zloženie papiera s použitím detekčných roztokov sa vykonalo podľa normy STN ISO 50 0370, povrchové meranie pH sa realizovalo pomocou pH papierikov MACHEREY-NAGEL pH-Fix v škále 2,0 – 9,0 [1] a vykonal sa tiež mikrobiologický rozbor plesní.

3. Výsledky a diskusia

Zemský glóbus je tvorený dvoma časťami – guľou glóbusu a dreveným stolcom. Guľa glóbusu sa skladá z troch vrstiev (sadra, podkladový papier a vrchný papier), na ktorých je nanosená sekundárna povrchová úprava a stredom guľe prechádza kovový trň. Prstenec tvorený podkladovým a vrchným papierom je prilepený na drevený podstavec do ktorého je vsadená guľa glóbusu, upevnená polovičným meridiánovým kruhom.

3.1. Podkladová vrstva

Na identifikáciu podkladovej vrstvy sa použila FTIR metóda, pomocou ktorej sme presne určili druh použitého materiálu. Namerané spektrum bolo porovnané s databázou spektier, čo nám umožnilo špecifikáciu vzorky, ako vidno na obr. 2, ktorou bola sadra ($\text{CaSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$).



Obr. 2: Mikroskopický snímok sadry a) 4× zväčšenie (vľavo), b) 10× zväčšenie (vpravo); namerané FTIR spektrum sadry (modré) porovnané s databázou prístroja (zelené).

3.2. Meranie povrchu pH papierových častí glóbusu

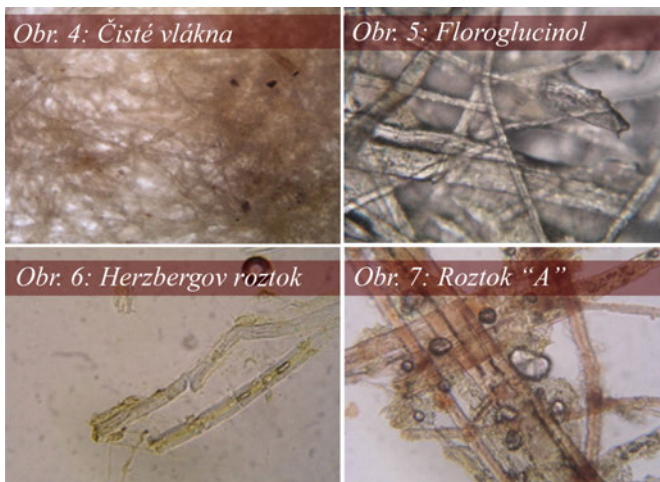
Meranie povrchového pH papierových častí bolo uskutočnené na prstenci a na guli glóbusu (obr. 3). Spolu bolo nameraných viac ako 10 hodnôt pH na rôznych miestach, na odkrytom podkladovom papieri na guli glóbusu. Namerané povrchové pH dosahovalo hodnoty v rozmedzí 6,5 – 7,5.

Pre meranie povrchového pH na prstenci bol zvolený podkladový papier a spodná strana vrchného papiera, kde sa prejavilo mierne kyslé pH s hodnotou 5,5. Rozdielne hodnoty pH na guli glóbusu a na prstenci môžu byť spôsobené rôznym podkladovým materiálom (guľa – sadra, prstenec – drevo s vrstvou lepidla), pH podkladovej vrstvy na guli – sadry bolo 6,5.



Obr. 3: Povrchové meranie pH pomocou pH papierikov na guli glóbusu.

3.3. Vlákňinové zloženie papiera

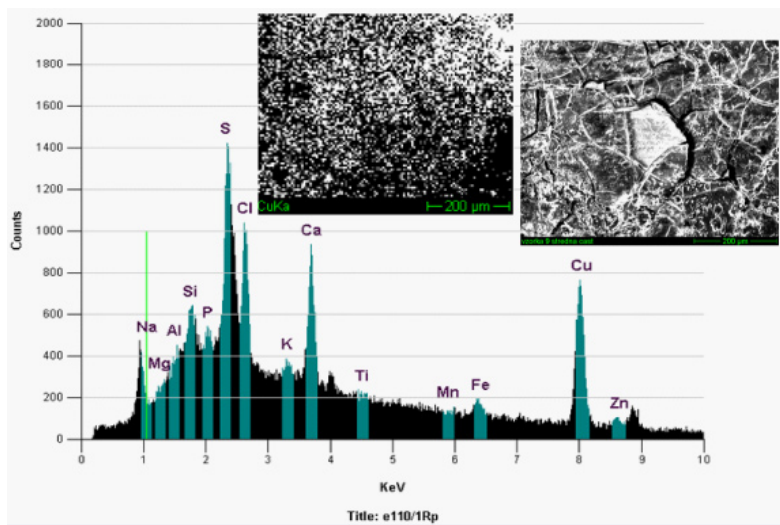


Obr. 4 – 7: Mikroskopické snímky vlákien pri vyfarbovacích skúškach, 40× zväčšenie.

Vlákninové zloženie papiera sa stanovilo pomocou identifikačných roztokov na základe vyfarbovacích reakcií. Na vyfarbovaciu skúšku boli použité tri detekčné roztoky: floriglucinol [2], Herzbergov roztok [3] a roztok „A“ [4] (Sutermeisterov roztok podľa Graffa). Zistilo sa, že vzorky neobsahujú lignín, čo dokazuje použitie bezdrevej vlákniny, ktorá bola následne identifikovaná ako handrovina. Daná metóda neumožňuje zistiť druh rastlinných vlákien.

3.4. Energiovo-disperzná analýza (EDS)

Využitím EDS sme zistili distribúciu prvkov prítomných v ploške papiera (obr. 8, tab. 1), ktorá bola zelenej farby a bolo potrebné identifikovať pôvod zafarbenia. Tu treba podotknúť, že glóbus bol značne znečistený a bolo ťažké identifikovať pôvodné čierne a farebné informácie.



Obr. 8: Grafické znázornenie distribúcie prvkov v papieri získané metódou EDS.

Prítomnosť prvkov horčíka, hliníka, síry, chlóru a vápnika v stanovených množstvách možno pokladať v papieri za bežné, vysoký hmotnostný podiel medi dovoľuje vysloviť hypotézu, že miesto odobratia vzorky je kontaminované produktami korózie meridiáneho polkruhu a kovového tŕňa, ktorý prechádza stredom glóbusu.

3.5. Pigmenty

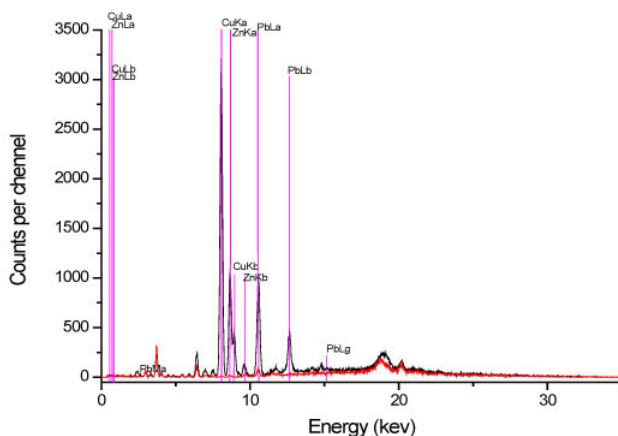
Na vrchnej vrstve papiera sa okrem čierneho pigmentu nachádzajú aj iné farebné plochy (červená, žltá, zelená a modrá), vytvorené kolorovaním, príp. prebiehajúcimi chemickými reakciami v systéme. Na obr. 9 je vidieť zvyšok čierneho skrakelovaného pigmentu nanoseného na papieri.

Tab. 1: Percentuálne zastúpenie distribúcie prvkov prítomných v papieri.

Element	Atoms [%]	Compound	Weight [%]	Error [±]	Norm [%]
Mg	0,56	MgO	0,62	0,18	0,62
Al	0,42	Al ₂ O ₃	0,60	0,21	0,60
Si	1,53	SiO ₂	2,55	0,30	2,55
P	1,80	P ₂ O ₃	2,75	0,27	2,75
S	3,99	SO	5,33	0,33	5,33
Cl	8,61	Cl ₂ O	10,39	0,28	10,39
K	0,70	K ₂ O	0,92	0,24	0,92
Ca	8,78	CaO	13,68	0,43	13,68
Fe	1,18	Fe ₂ O ₃	2,62	0,80	2,62
Cu	28,15	Cu ₂ O	55,96	2,36	55,96
Zn	2,03	ZnO	4,59	1,83	4,59
Σ	100,00		100,00		100,00



Obr. 9: Mikroskopický snímok zvyškov čierneho pigmentu nanoseného na papieri pri 10× zväčšení.



Obr. 10: Prvkové zloženie čierneho pigmentu získané metódou XRF.

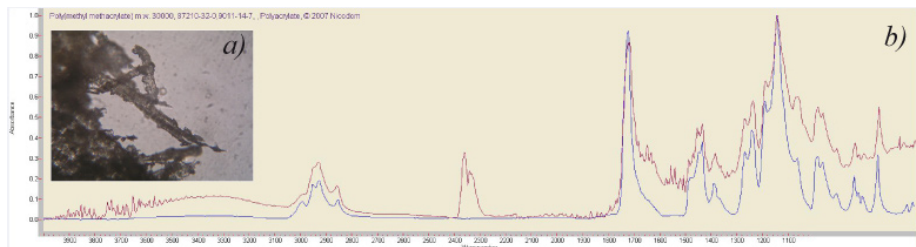
Metódou röntgenofluorescenčnej spektrometrie (XRF) sme zistili prvkové zloženie čierneho pigmentu (obr. 10). Čierny pigment obsahuje vysoký podiel železa, vápnika, olova a v menšom zastúpení mangán, nikel, meď a zinok. Je vidieť, že čierna farebná plocha je tvorená zmesou zlúčenín, z ktorých niektoré mohli prejsť výraznými farebnými zmenami (oxidácia, vedúca k sčernaniu pôvodných farebných pigmentov).

3.6. Povrchová úprava

Na vrstve papiera sa nachádzala pomerne hrubá ochranná vrstva, ktorá sa nedala odstrániť, čo bolo najväčším problémom reštaurátora. Táto vrstva mohla byť pôvodná, alebo nanosená počas sekundárnych zásahov na glóbose. Pomocou metódy FTIR sme zistili, že sa jedná o materiál použitý pri dodatočnej ochrane povrchu, nakoľko bol identifikovaný ako syntetický polymér – polymetylmetakrylát. Na základe výsledkov a analýzy bolo navrhnuté vhodné rozpúšťadlo, ktoré umožní ďalší postup pri reštaurovaní objektu.



Obr. 11: Mikroskopický snímok vzorky papiera pri 4× zväčšení so silnou povrchovou úpravou papiera a množstvom nečistôt.

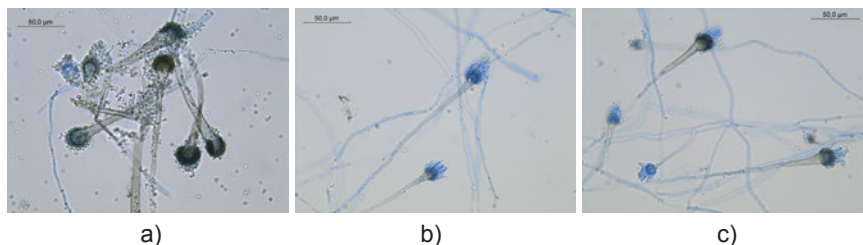


Obr. 12: a) vlákna papiera s povrchovou úpravou pri 40× zväčšení, b) FTIR spektrum vzorky (modré) porovnané s FTIR spektrom polymetylmetakrylátu (fialové) z databázy spektier.

3.7. Rozbor plesní [5]

Pre izoláciu a kultiváciu mikromycét boli použité nasledovné médiá: kvasnično-glukózový agar (YD agar), agar so sladivým extraktom a peptónom (MEA), Czapek-Doxov agar [6] a agar s glukózou, kvasničným autolyzátom a chloramfenikolom.

Izolovaná vláknitá huba podľa makroskopických a mikroskopických znakov patrí do rodu *Aspergillus*. Pre druhové zatriedenie by bolo potrebné urobiť ešte tzv. sklíčkové kultúry.



Obr. 13: a) – c) Mikroskopický záznam izolácie mikromycét [4].

4. Záver

Na základe dostupných metód sme zistili že glóbus je tvorený podkladom zo sadry, na ktorom sú dve vrstvy papiera, vyrobené z handroviny. Na vrchnom papieri je nanesená hrubá vrstva povrchovej úpravy z polymetylmakrylátu, ktorá bola aplikovaná ex -post. Vzhľadom na hrubú povrchovú úpravu, ktorá prenikla do štruktúry papiera a nečistoty v nej sa nám nepodarilo bližšie špecifikovať spojovacie lepidlo medzi drevom stojana a papierom na prstenci. V hornej časti gule glóbusu pri vyčnievajúcom kovovom trní a meridiánovom polkruhu sa na papieri preukázali stopy medi, čo dokazuje koróziu kovu. Meraním pH papiera sme zistili neutrálnu hodnotu na guľi glóbusu, ktorá mohla byť ovplyvnená podkladovou vrstvou – sadrou, na rozdiel od hodnoty pH papiera na prstenci, ktorá bola mierne kyslá. Na identifikácii prítomných farebných látok sa naďalej pracuje. Na základe vykonaných analýz bol navrhnutý postup odstránenia nežiadúcej povrchovej vrstvy, ktorá bránila ďalším reštaurátorským postupom.

PodĎakovanie

Za spoluprácu ďakujeme Mgr. art. Anete Španovej a projektu VEGA 1/0811/11 – Štúdium vplyvu vonkajších podmienok na stabilitu farebných vrstiev grafických objektov kultúrneho dedičstva za finančnú podporu.

5. Literatúra

1. Valovičová, M.: Metodológia, návrh a overenie kritérií kvalitatívneho triedenia historických tlačovín. Diplomová práca. Bratislava: FCHPT OPAF STU, 2004. s. 33 – 34.
2. Souček, M.: Zkoušení papíru. 1. vyd. Praha: STNL, 1977. s. 66.
3. STN 50 0370/3: 1990, Stanovení vlákninového složení – Část 3: Herzbergova vybarvovací zkouška.
4. Konop R.: Mikroskopické rozboru papíru. 1. vyd. Praha: STNL, 1954. s. 90 – 91.
5. Krištofiková L.: Správa z mikrobiologického rozboru plesní. Bratislava: FCHPT STU. 2012.
6. Atlas R. M.: Handbook of Microbiological media. 2nd ed., ed. Parks L. C., CRC Press, ISBN 0-8493-2638-9.

Kaštel, Cífer, tzv. Velký kaštel – interdisciplinární aspekty umělecko-historického výzkumu vzhledem na perspektivu nového funkčního využití

Romana Fialová

*Fakulta architektúry STU v Bratislave,
Námestie Slobody 19, 812 45 Bratislava 1
fialova.romana@gmail.com*

Abstrakt: *Stále aktuálnym problémom je zvýšiť zájem verejnosti o kultúrnú dedičnosť, jeho zachovanie, ochranu a prispôbenie dnešným potrebám. Pokračuje snaha poukázať na význam obdobných stavieb u nás a pokiaľ možno je i zatriktívniť a prístupniť verejnosti v súlade s udržateľným rozvojom a zachovaním kultúrnych hodnôt objektu.*

Velký kaštel v Cíferu prešiel od doby svojho vzniku mnohými stavebnými úpravami, predovšetkým z 20. st. sa na ňom zapsali nekonceptní zásahy tehdejšího architektonického myslenia. Využitie objektu není v súlade s jeho umělecko- a kulturně-historickými hodnotami nejen jako národní kulturní památka, ale i dokladu stavitelství a zručnosti našich předků pro zachování dalším generacím.

Vždy je potrebné na základe interdisciplinárneho dialogu stav komplexne poznať, nashromáždiť dostatečné množstvo exaktných poznatkov a informácií a stanoviť hodnoty a kvality objektu v hierarchii významu pre dnešnú spoločnosť. Následne je správne interpretovať a aplikovať tento kulturně-historický výskum v praxi. To je nezbytné pre definovanie vhodnej intervencie a zamešnenie neadekvátnymi zázrokmi. Príspevek prezentuje vlastný výskum v danom objekte, inventarizáciu hodnotných tvaroslovných a slohových prvkov.

Právě kooperace jednotlivých disciplín prohloubí stav poznání všech hodnot stejně jako stavebního a technického stavu, což je bezpodmínečné jako východisko pro možné perspektivy návrhu dalšího funkčního využití objektu, pravdivou prezentaci těchto hodnot a adaptaci pro současnost.

Klíčová slova: *Cífer, kaštel, interdisciplinarita, výskum*

1. Úvod – Kaštel, Cífer, tzv. Velký kaštel

Tzv. Velký kaštel a park se nacházejí v jižní části obce Cífer, v Trnavském kraji. Jsou po svém posledním vlastníkovi, kterým byly „Západoslovenské hydinárske závody“, značně zdevastované. Od 90. let 20. století je kaštel nevyužívaný a jeho stav chátrá. Park postupně zarůstá nálety dřevin. Celý areál je oplocený a není přístupný veřejnosti. Současným vlastníkem je soukromá investiční a realitní společnost. Představitel

obce Cífer jsou nakloněni novému funkčnímu využití kaštlu a parku, které by pozvedlo jeho kulturně-historické hodnoty a vneslo do něho nový život. Proto vznikly urbanisticko-architektonické studie, které navrhly adaptaci kaštlu.

V rámci projektu proběhl částkový archivní výzkum a nedestruktivní architektonický výzkum a na jejich základě došlo k vypracování architektonických a urbanistických analýz. Při kompletizaci poznání všech hodnot objektu je zapotřebí vzít do úvahy nejrůznější aspekty, které pomohou k určení potenciálu kulturních hodnot objektu a celého území. Je nezbytné doplnit výzkumy z hlediska urbanisticko-sociálního, které zkoumá využití území ve vazbě na sídlo a zabývá se otázkami identity sídla, stejně jako ztotožnění se obyvatel se sídlem. Na základě architektonického aspektu je zapotřebí doplnit výzkum archivní, archeologický, restaurátorský, umělecko-historický, kulturně-historický, technický (hydrologie, statika, aj.). Celý areál kaštlu a parku nese historický význam a i dnes hraje důležitou krajinotvornou úlohu a v obci Cífer představuje jedinou velkoplošnou zeleň. Výzkumy v oblasti dendrologie a botaniky by ověřily možnosti adaptace pro současné využití, zahradní archeologie by identifikovala původní výsadbu a typické rostlinné druhy pro dané období vzniku.

2. Archivní a architektonický nedestruktivní výzkum



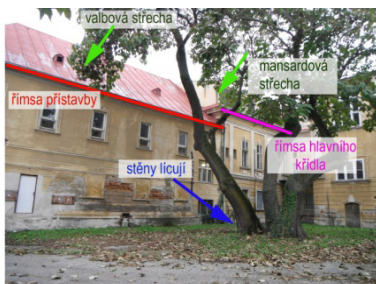
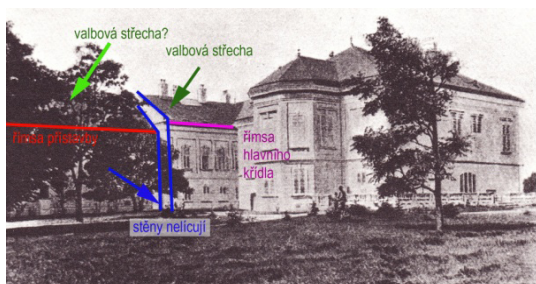
Obr. 1: Vstupní brána v hradební zdi, začátek 17. století.



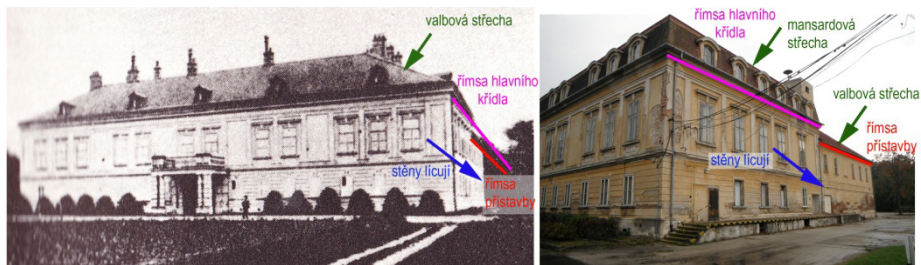
Obr. 2: Kaštel na pohlednici ze začátku 20. století.



Obr. 3: Park na pohlednici ze začátku 20. století.



Obr. 4, 5: Porovnání, pohled z východní strany.
 Vlevo: Terasa a kaplička Velkého kaštele, stav z roku 1890.
 Vpravo: Stav 2011.



Obr. 6, 7: Porovnání, pohled ze západní strany.
 Vlevo: Velký kaštel jako klášter řádu sv. Uršule, stav z roku 1931.
 Vpravo: Stav 2011.



Obr. 8: Vlevo: Stav 2011, pohled z jihu na přístavbu hospodářské budovy.
Obr. 9: Vpravo: Stav 2011, pohled ze severu na přední průčelí a portikus při hlavním vstupu do budovy.



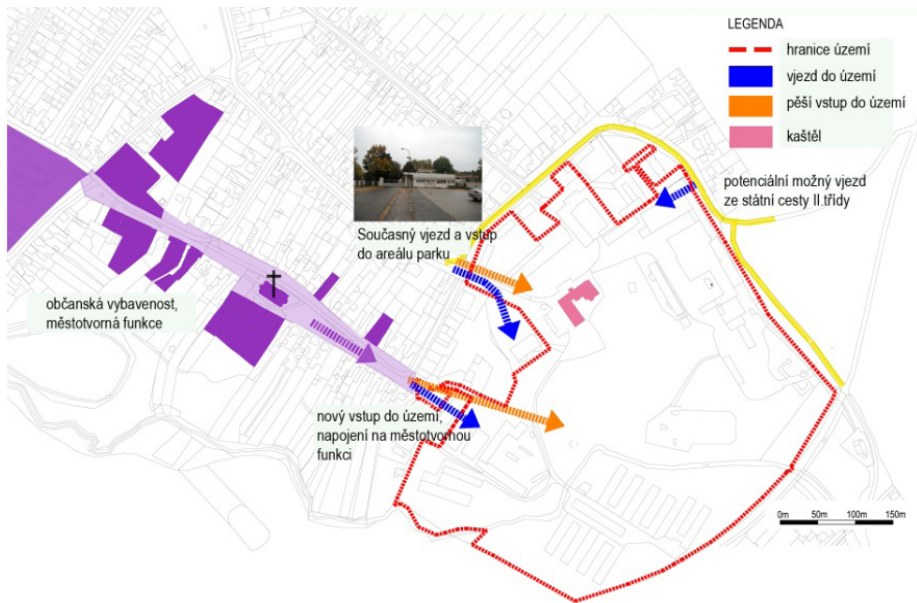
Obr. 10: Vlevo: Stav 2011, pohled z jihovýchodu na polygonální zakončení bývalé kapličky.
Obr. 11: Vpravo: Stav 2011, balustráda při terase ze severozápadní strany budovy.



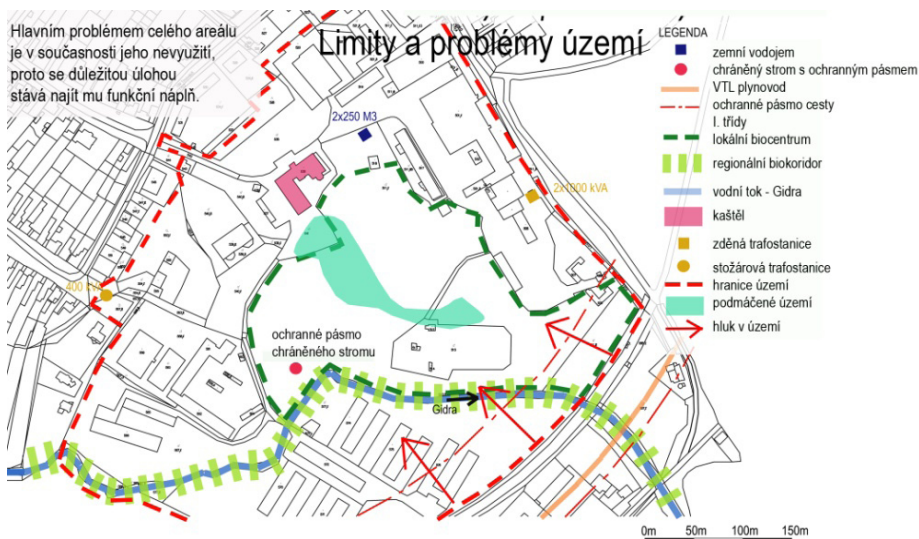
Obr. 12: Historický vývoj areálu parku.



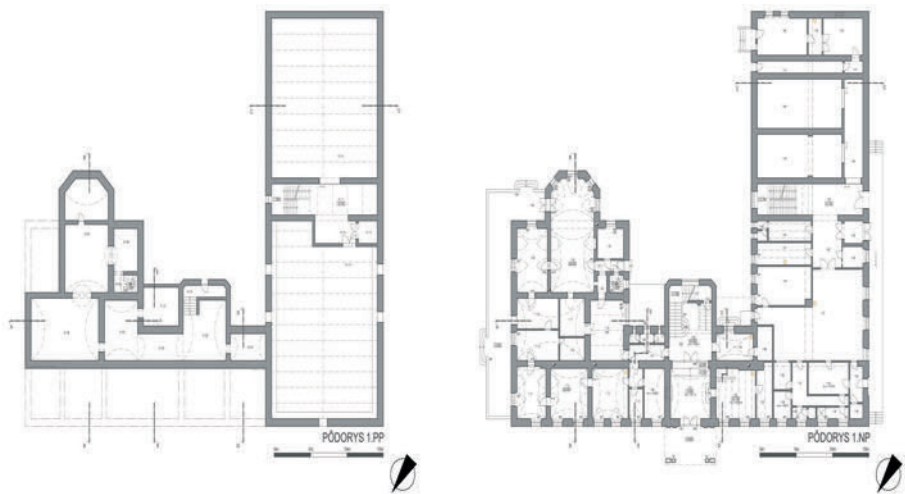
Obr. 13: Analýza zeleně na území parku.



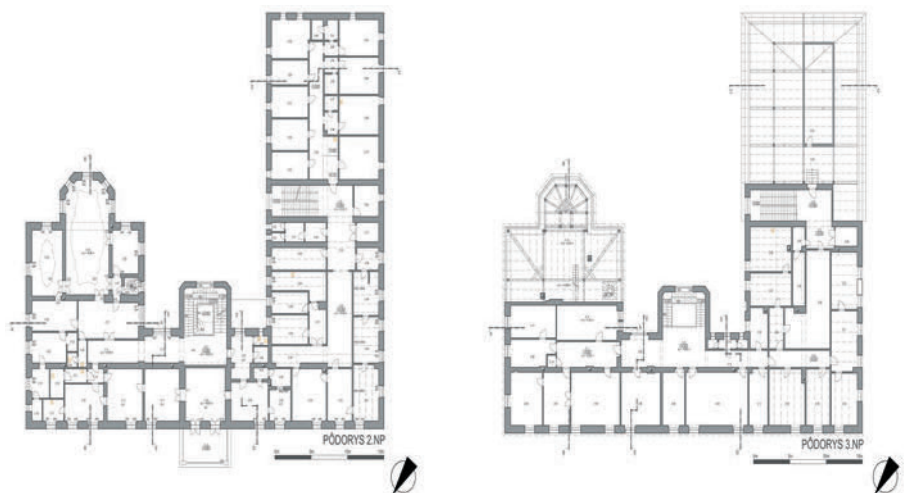
Obr. 14: Vstupy do sledovaného území.



Obr. 15: Limity a problémy sledovaného území.



Obr. 16: Vlevo: Půdorys 1. PP. Vpravo: Půdorys 1. NP.



Obr. 17: Vlevo: Půdorys 2. NP. Vpravo: Půdorys 3. NP.



Obr. 18: Architektonicky a historicko-umělecky hodnotné prostory kašthlu.

2.1. Archivní výzkum

Už v župné knize Bratislavské župy se zmiňuje, že se v obci Cífer nachází Velký kašthl Pavla Františka Zichyho, který proslavila rodina barona Schlossberga, od kterého kašthl v minulém století gróf Karol Zichy odkoupil. Ten ho potom přestavěl a zvětšil. Naposledy byl přestavěn v roce 1890.

Kašthl byl pravděpodobně postavený v 2. polovině 20. let 17. století a patřil rodu Majthény. Nejstarší zmínka o něm pochází z roku 1655. Kašthl byl vybudován jako pevnost, protože měl poskytovat útočiště před vzbuřenci a ve válečných časech. Podle dvou téměř současných opisů, jeden z 24. dubna 1747 a druhý asi z roku 1750 (Autorem prvního byl J. J. Handl, účetní knížete Eszterházyho a opis tvořil součást opisu cíferského majetku Ladislava Schlossberga. Druhý byl v podobném opise nazvaném „Beschreibung des Czifferer Gueths“) šlo o dvojpodlažní stavbu s obdélníkovým půdorysem. Na přízemí byly zaklenuté stropy, na podlaží se štukaturou, pod přízemím se nacházelo sklepení. Kašthl byl obehnaný vysokou zdí s masivními nárožními věžemi. Ke kašthlu patřila zahrada, dva rybníky a hospodářské budovy. Detaily kresby věže (viz obr. 1) také poukazují na původ z první třetiny 17. století. V roce 1660 kašthl přešel do vlastnictví rodu Schlossbergů, kteří ho drželi až do konce 18. století.

Nakonec připadl do rukou rodině rodu Zichy a Pavel F. Zichy ho nechal v roce 1890 velkoryse zrestaurovat a dobudovat. Vznikl tak objekt tvaru „U“ s jedním kratším křídlem a hlavní fasádou obrácenou k obci Cífer. V jednom křídle kašthla vznikla nová kaplička a v okolí park. Zahradní architekt Hans Maxwald přetvořil francouzský park s pravidel-

nými záhony na park anglický se spoustou dřevin a jehličnanů. Rostli tu duby, buky, lípy, topoly, jasany, ale také balonie, wellingtonie, lilidendrony. Stromy byly seskupeny tak, aby na podzim vytvářeli barevné celky. Nacházel se tu i tenisový kurt, pochopitelně jen pro šlechtickou smetánku. Park měl zahradníka, do roku 1930 jím byl Fridrich Pálffy.

Panstvo se z kaštlu odstěhovalo v roce 1924, kaštl spolu s parkem zůstal v majetku rodiny rodu Zichy. Od té doby šel park do záhuby a bylo v něm výtěženo mnoho stromů. Od 1. ledna 1941 se majitelem stal řád Uršulinek se sídlem v Bratislavě. Tak tu byl zřízený ústav na vzdělávání sester pro mateřské školy spolu s internátem pro 40 chovaneček. Po požáru podkroví zde řád Uršulinek nechal roku 1936 vybudovat mansardové střechy. Uršulinky zůstaly v kaštlu do roku 1941, kdy ho za 3 mil. Kč odkoupila firma Slovpol, spol. s r. o., vyrábějící masové výrobky a obchodující s nimi. To byl předchůdce „Západoslovenských hydinařských závodů“ v Cíferu, které kaštl využívaly jako administrativní budovu až do 90. let 20. století. Poté ZSH v Cíferu zanikly a pozemky s budovami odkoupil současný vlastník, kterým je firma Istrochem Reality, a. s.

Nejstarší mapový podklad, který je na Geodetickém a kartografickém ústavu v Bratislavě k dispozici, pochází z roku 1895. Zde můžeme vidět původní rozsah celého anglického parku. V jeho středě se nacházelo jezero s ostrovem a před kaštlém bylo osově souměrné předpolí s chodníky a rostlinami. V severní části parku se nacházely hospodářské budovy a parkem protékal potok, který byl na několika místech překlenutý dřevěnými mostíky. Park byl protkán sítí chodníků, hlavní přístup ke kaštlu byl ze západní strany. Na další mapě z roku 1955, o 60 let později, si můžeme všimnout nových bytových domů v severní části území a v parku pozorujeme úplný zánik původního jezera. Z toho důvodu je i dnes celé území značně podmáčené a na historické konstrukce kaštlu negativně působí zvýšená hladina spodní vody. Na mapovém podkladu z roku 1966 pozorujeme vznik nové cestní komunikace se zpevněným povrchem na trase Trnava – Senec. Tato cesta rozdělila původní území parku a jeho jižní část nadobro odčlenila. V areálu parku také vznikly nové objekty v souvislosti s provozem drůbežích závodů. Samotný kaštl té době sloužil jako administrativní budova těchto závodů. 70. léta 19. století nepřinesla do parku mnoho nových změn a zásahů. Jen na severu sledovaného území přibýly dvě nové budovy. Mapa z roku 1993 dokumentuje značný nárůst nových objektů v celém areálu parku, opět související v provozem drůbežích závodů. A tak byl postupně celý areál devastovaný. V současné době je park neudržovaný, zanesený vzrostlými nálety dřevin a nevyužívaný. Terén je převážně rovinatý. V parku se nachází jeden chráněný strom s ochranným pásmem. V celém areálu je několik objektů, hospodářských budov, výrobní a skladů. Území je vymezené ze všech stran oplocením. V západní části areálu je dnes sportovní hala a část území ze severovýchodu je odčleněna budovou soukromé firmy. Ta pro svůj vstup využívá hlavní příjezdovou cestu ke kaštlu ze severovýchodní části.

2.2. Architektonický nedestruktivní výzkum

Objekt kaštlu je zapsaný v Ústředním seznamu památkového fondu Slovenské republiky, č. ÚZPF 10542/1, v Registru nemovitých národních kulturních památek. Kaštl je dnes nevyužívaný a značně zdevastovaný, neudržovaný.

Objekt je trojpodlažní, půdorysu tvaru „U“ s kratším jihovýchodním křídlem zakončeným na polygonálním půdorysu. Severozápadní křídlo tvoří přistavěná hospodářská

budova, která je nižší – dvoupodlažní s nevyužívaným podkrovím. Tato část budovy evidentně byla při požáru v 1. polovině 20. století značně poškozena, původní stropy a nosné konstrukce byly nahrazeny silnými železobetonovými průvlaky, sloupy a stropy. Pod severozápadním křídlem se nachází velkoprostorové sklepení s železobetonovými stropy a silnými průvlaky, pod jihovýchodním křídlem a centrální částí budovy je sklepení s valenými cihlovými klenbami. Hmotu kaštlu doplňují na jihovýchodní fasádě rizalit schodiště a polygonální uzávěr bývalé kapličky na kratším křídle. Při severovýchodní fasádě kratšího křídla objektu se nachází původní terasa s balustrádovým zábradlím. Hlavní vstup do objektu je ze severozápadní strany. Vstupuje se jím do zádveří, ze kterého je přístupná schodišťová hala. Kromě tohoto hlavního schodiště se v objektu nachází vřetenovité schodiště v severovýchodním křídle a novější funkcionalistické schodiště v přístavbě jihozápadního křídla. Půdorysná dispozice je v převážné míře trojtrakt.

Původní svíslé konstrukce kaštlu jsou vytvořeny ze smíšeného zdiva z kamene a cihel. Původní příčky jsou z plných pálených cihel. Stropní konstrukce jsou různé, na přízemí převažují valené klenby s lunetami, část stropů je s rovným podhledem, v bývalých reprezentačních prostorech se dochovala štuková výzdoba stropů. Nad posledním podlažím, o které byl kaštel nadstavený a zastřešený mansardovou střechou, se nacházejí železobetonové stropy. Jihozápadní křídlo, pravděpodobně novějšího datování, má ve všech podlažích železobetonové trámové a deskové monolitické stropy. Povrchy podlah jsou v současnosti dřevěné vlysové, PVC, terazzo, keramické dlažby nebo textilní povrchy.

Okna jsou dřevěná zdvojená, v celém objektu se nachází spousta původních prvků, propojují se zde pozdně barokní až klasicistní tendence, ale v kontextu se může jednat i o pseudobaroko. Střecha objektu je nadstavovaná mansardová, pouze hospodářská budova přistavovaného křídla má střechu valbovou. Mansardová část střechy je pokryta skládanou krytinou – betonovými střešními taškami, valbová střecha je pokryta plechem.

Vzhledem ke stáří stavby se na ní objevují různé poruchy. Mezi nejdůležitější patří netěsnost a nefunkčnost okenních výplní, nadměrná vlhkost ve sklepních podzemních prostorech a v místnostech na prvním nadzemním podlaží a s tím související plísně. Také současné dispoziční řešení nevyhovuje dnešním požadavkům. Z exteriéru je kaštel poničený povětrnostními a klimatickými podmínkami, na objektu jsou zakořeněné nálety rostlin, co způsobuje opadávání omítky. Obvodové konstrukce a další prvky na fasádě jsou poznačeny vzlínající vodou.

3. Závěr

Obnova kaštlu musí proběhnout se zachováním jeho kulturně-historických hodnot a jeho využití musí být přizpůsobeno současným požadavkům a nárokům. Kaštel společně s celým areálem parku tvoří součást historie tohoto území a obce Cífer. Proto je důležité naplnit význam sledované lokality tak, aby získala nadregionální charakter.

Z hlediska ekonomického vzniká potřeba trvalé udržitelnosti nově navrženého funkčního využití kaštlu i celého území, čemu by pomohl operační výzkum v oblasti informačního systému, optimalizace, statistiky a simulace. Formulovaly by se tak reálné problémy a potřeby. Všechny výstupy samozřejmě vyústí do ekonomických potřeb investora.

4. Literatura

4.1. Zdroje textové

1. Bernadič, L. Cífer: Vlastivedná monografia. Bratislava: Obzor, 1991. ISBN 802150188X.
2. Župná kniha Bratislavské župy (knihovna Ústav dejín a teórie architektúry a obnovy pamiatok, Fakulta architektúry STU v Bratislave).
3. Dochovaná dokumentace — grafická dokumentace: Administratívna budova Zsl hydinarske závody, š. p., Cífer (Stredná priemyselná škola stavebná, Trnava, Ing. Bán k, Ing. Budaiová, 04/1990, M 1:50).
4. Dochovaná dokumentace — technická zpráva: Technická správa ZHZ, š. p., Cífer (Ing. Budaiová, Trnava, 04/1990).
5. Návrh na vyhlásení pozdne barokního kaštěla v Cíferu za nemovitou kulturní památku (KÚŠPSOP Bratislava, stredisko Trnava, Sládkovičova 37; B. Bartoňová, 08/1990).

4.2. Zdroje obrázků

- Obr. 1 Bernadič, L. Cífer: Vlastivedná monografia. Bratislava: Obzor, 1991. s. 152. ISBN 802150188X.
- Obr. 2, 3 Bernadič, L. Cífer: Vlastivedná monografia. Bratislava: Obzor, 1991. s. 53. ISBN 802150188X.
- Obr. 4 Bernadič, L. Cífer: Vlastivedná monografia. Bratislava: Obzor, 1991. s. 152. ISBN 802150188X.
- Obr. 5 Vlastní fotodokumentace.
- Obr. 6 Bernadič, L. Cífer: Vlastivedná monografia. Bratislava: Obzor, 1991. s. 153. ISBN 802150188X.
- Obr. 7 Vlastní fotodokumentace.
- Obr. 8, 9 Vlastní fotodokumentace.
- Obr. 10 Vlastní fotodokumentace.
- Obr. 11 Vlastní fotodokumentace.
- Obr. 12 Historické mapy r. 1895, 1955, 1966, 1978, 1993: Geodetický a kartografický ústav Bratislava, Chlumeckého 4, Bratislava, 827 45. Současný stav – katastrální mapa obce Cífer: <https://www.katasterportal.sk/kapor/>
- Obr. 13 Mapový podklad: <https://www.katasterportal.sk/kapor/>
- Obr. 14 Mapový podklad: <https://www.katasterportal.sk/kapor/>
- Obr. 15 Mapový podklad: <https://www.katasterportal.sk/kapor/>
- Obr. 16 Vlastní grafická dokumentace.
- Obr. 17 Vlastní grafická dokumentace.
- Obr. 18 Vlastní grafická dokumentace a vlastní fotodokumentace.

Germánske žiarové pohrebisko v Sekuliach

K využitiu interdisciplinárnych metód pri výskume a záchrane archeologických nálezov

Robert Iván, Marián Knoll, Róbert Ölvecký, Ján Rajtár

Archeologický ústav SAV, Akademická 2, 949 21, Nitra
nrausekr@savba.sk

Abstrakt: Pohrebiská sú významným zdrojom poznatkov, ktoré výrazne dopĺňajú mozaiku poznania osídlenia Slovenska v dobe rímskej. V roku 2008 sa objavilo nové pohrebisko na Záhorí v katastrí obce Sekule. Pre overenie rozsahu pohrebiska a záchranu nálezov sa využili aj interdisciplinárne metódy. Nedeštruktívnymi, ale aj deštruktívnymi metódami sa získali dôležité podklady pre nevyhnutnú ochranu náleziska. Zachránilo sa niekoľko na archeologické nálezy bohatých žiarových hrobov datovaných do obdobia okolo tzv. markomanských vojen. Následne sa pristúpilo k dokumentovaniu, čisteniu a konzervovaniu pre ďalšiu vedeckú prácu.

Kľúčové slová: Sekule, pohrebisko, prieskum, výskum, konzervovanie, rekonštruovanie

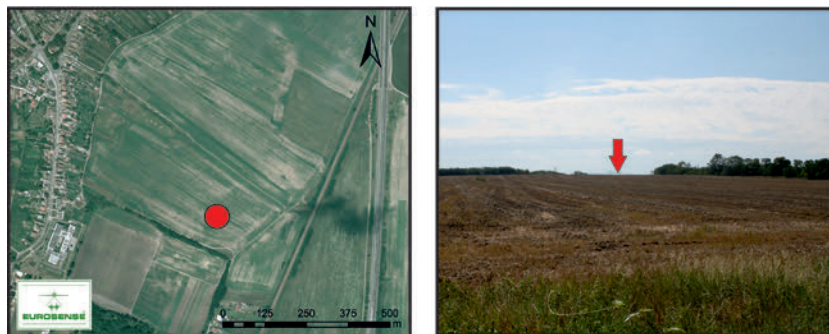
V roku 2008 získal Archeologický ústav SAV informácie o nelegálnych zberových aktivitách v katastrí obce Sekule. Pri obhliadke na jeseň toho roku K. Elschek zistil, že ide o orbou rozrušené germánske žiarové pohrebisko. Podarilo sa zachrániť časť nálezov z dvoch rozoraných hrobov. Pohrebisko leží v polohe Za humnami východne od obce na svahu miernej vyvýšeniny dosahujúcej nadmorskú výšku 168 – 169 m n. m. (obr. 1, 2).



Obr. 1: Lokalizácia obce Sekule.

Na jar roku 2012, pri overovaní výsledkov leteckej prospekcie, sa v katastrí obce opäť urobila obhliadka aj tohto náleziska. Na povrchu ornice sa nachádzalo množstvo črepov z rozoraných urien a bolo zrejmé, že pohrebisko sa naďalej ničí intenzívnou poľnohospodárskou činnosťou. Germánske žiarové pohrebiská sú mimoriadne význam-

ným zdrojom poznatkov o osídlení v dobe rímskej a ich objavenie na Slovensku je už v posledných desaťročiach výnimočné. To bol hlavný podnet na overenie stavu narušenia i plošného rozsahu pohrebiska a získanie podkladov pre akútnu ochranu náleziska, resp. záchranu nálezov.



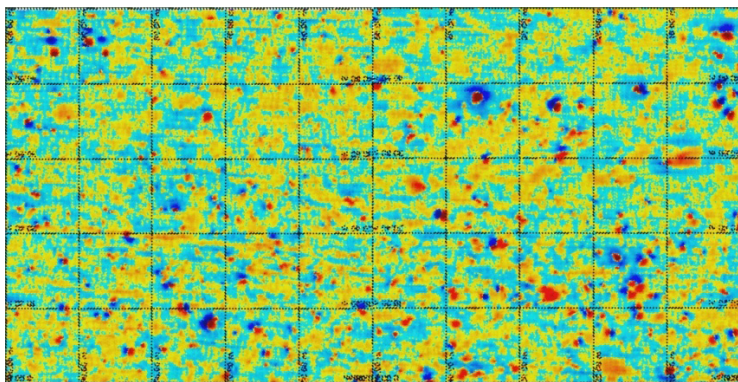
Obr. 2: Poloha pohrebiska.

Na tento zámer sa v prvom rade využila geofyzikálna prospekcia. V prvej etape sa uskutočnili geomagnetické merania na ploche 50x100 m prístrojom MAGNETO® – MX-System firmy SENSYS s piatimi fluxgate-vertikálnymi gradiometrami s odstupom 0,5 m (obr. 3). Vyhodnotenie meraní s niekoľkými výraznými magnetickými anomáliami naznačovalo, že popri orbou zničených hroboch sa niektoré mohli zachovať v intaktnom stave (obr. 4). Súbežne s geofyzikálnym meraním sa robil plošný povrchový zber aj za pomoci detektorov kovov a miesta nálezov sa fixovali do súradnicového systému pomocou GPS (s presnosťou 0,1 – 0,2 m). Kartografické vyhodnotenie rozptylu a rozmiestnenia nálezov z orbou rozrušených hrobov ukázalo veľký rozsah pohrebiska.



Obr. 3: Meranie prístrojom MAGNETO® – MX-System.

Na overenie výsledkov prieskumov sa následne v lete po žatve na vytypovaných miestach s najvýraznejšími magnetickými anomáliami realizoval testovací sondážny archeologický výskum. Celkom sa vyhlúbilo osem sond. Vo väčšine z nich sa v piesočnato-štrkovitej ornici i v zásahoch po orbě v štrkovom podloží nachádzali početné fragmen-



Obr. 4: Mapa anomálií.

ty keramiky i kovových predmetov z rozrušených hrobov. V piatich sa však zachovali neporušené alebo len čiastočne porušené hroby. Zväčša boli len plytko 40 – 50 cm od terajšieho povrchu zahĺbené do štrkovo-piesčitého podložia. Okrem niekoľkých značne porušených hrobov sa tak zachránilo päť hrobových celkov s významnými nálezmi. V niektorých prípadoch sa ukázalo, že výrazné magnetické anomálie boli výsledkom výskytu novovekých železných predmetov alebo väčších železných predmetov z rozrušených hrobov.



Obr. 5: Archeologický výskum.

Výskum tak plne potvrdil význam a efektivitu využitia geofyzikálnych metód s modernými vysoko citlivými prístrojmi aj v prípade záchrany porušených žiarových pohre-

bísk. V jesenných mesiacoch sa preto urobilo rozsiahle geofyzikálne meranie na ploche 5,5 ha. Jeho výsledky potvrdili značný rozsah pohrebiska a výrazné magnetické anomálie naznačujú viaceré miesta, kde sa zrejme zachovali ďalšie neporušené hroby.

Počas výskumu sa odkryla pozoruhodná nálezová situácia v reze č. 1 s dvomi hrobmi (obr. 5). Takmer neporušený hrob (5a), ktorého vrch sa objavil už v hĺbke 20 – 25 cm, obsahoval keramickú urnu a časti kompletnej bojovníckej výzbroje – zámerne ohnutý železný dvojsečný meč s masívnym závesom (obr. 6: 1,5; 7; 8), železný náramok (obr. 6: 4; 9), fragment bronzovej ostrohy (obr. 6: 6), dva hroty oštepov (obr. 6: 2), držadlo a deformovanú štítovú puklicu (obr. 6: 3,7), ďalej nožnice, nožik a fragmenty bronzovej nádoby. Tento hrob porušil starší urnový hrob (5b), z ktorého sa okrem rozlámanej keramickej urny zachovala masívna železná spona (obr. 6: 8), bronzová ataša nádoby so stopami po dlhom používaní (obr. 8) a železné kovanie. Podľa zloženia hrobového inventára išlo v prípade hrobu 5a jednoznačne o hrob muža bojovníka. Pri druhom hrobe 5b nám množstvo ako aj skladba hrobovej výbavy neumožňuje vysloviť konkrétnejšie závery k pohlaviu pochovaného jedinca.



Obr. 6: Výber nálezov po vyzdvihnutí z hrobu 5a (1. meč, 2. dva oštep, 3. puklica štítu, 4. náramok, 5. záves meča, 6. fragment ostrohy, 7. držadlo štítu) a 5b (železná spona).

Po výskume sa pristúpilo k spracovaniu, dokumentovaniu, čisteniu a konzervovaniu artefaktov, ktoré ešte nie je ukončené. Kovové nálezy boli najskôr očistené od nánosov hliny klasickými štetkami a kefkami. Zo železných predmetov sa pred ďalším čistením

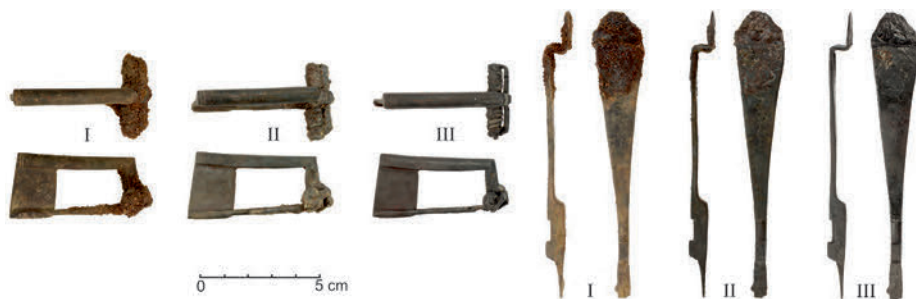
zhotovili röntgenové snímky (obr. 7). Pri masívnych, dobre zachovaných železných predmetoch, napr. mečoch, sa tvrdá, značne hrubá povrchová vrstva odstránila tlakovým tryskovým opieskovaním. Následne sa predmety štandardne konzervovali bežne dostupným prípravkom WD-40. Po vysušení sa na povrch predmetov naniesla jemná vrstva tanínu a včelieho vosku. Celý proces konzervácie sa priebežne fotograficky dokumentoval.

Intencionálne znehodnotený železný meč sa podarilo vizuálne zrekonštruovať (obr. 7). Jeho dĺžka dosahovala 81 cm a možno ho priradiť k rímskym mečom často nazývanými ako spathy, ktorých dĺžka mohla dosahovať až 1 m. Čistením železného náramku s dvoma posuvnými koncami sa zistili pozoruhodné skutočnosti. Okrem dvoch železných vinutí, ktoré slúžili na prispôbenie veľkosti náramku na ruku, sa na šperku objavilo niekoľko pohyblivých krúžkov s vysokým obsahom Cu (obr. 9). Tieto krúžky mali pravdepodobne estetickú a kinetickú funkciu.



Obr. 7: Postup čistenia, konzervovania, dokumentovania a vizuálna rekonštrukcia meča.

Už predbežné výsledky výskumu a analýzy germánskeho žiarového pohrebiska v Sekuliach poukazujú na jeho výnimočnosť. Značnú časť nálezov a hrobových celkov možno datovať do 2. polovice 2. storočia (stupeň B2/C1), obdobia okolo tzv. marko-



Obr. 8: Postup čistenia, konzervovania a dokumentovania spony a závesu meča.

manských vojen za vlády cisára Marca Aurélia. Do kvádskej oblasti na juhozápadnom Slovensku vtedy prenikali skupiny cudzieho germánskeho pôvodu zo severne ležiacich oblastí przeworskej a wielbarskej kultúry v dnešnom Poľsku [1, 2]. Nálezy z pohrebiska v Sekuliach ukazujú na výrazné väzby práve na túto severnú kultúrnu oblasť a sú priamym dokladom týchto kmeňovo-etnických posunov. Viaceré predmety poukazujú nielen na severské barbarské prostredie, ale aj na oblasti rímskych provincií. Výskum a záchrana archeologických nálezov z tohto pohrebiska má preto mimoriadny vedecký a kultúrno-historický význam. Pri tak významnom nálezisku je potrebné využiť všetky prístupné a relevantné interdisciplinárne metódy, aby bol plnohodnotne využitý informačný potenciál pohrebiska.



Obr. 9: Postup čistenia, konzervovania a dokumentovania náramku a značne opotrebovanej ataše z nádoby.

Pod'akovanie

Príspevok vznikol v rámci projektu č. 2/0117/12 grantovej agentúry VEGA a projektu Operačného programu EÚ Výskum a vývoj, kód ITMS: 26220120059.

Prieskumy a výskum v Sekuliach v roku 2012 sa uskutočnili s podporou a v rámci spoločného nemecko-slovenského projektu medzi Archeologickým ústavom SAV v Nitre a Römisch-Germanische Kommission des DAI, v spolupráci s Katedrou archeológie UK v Bratislave. Podieľali sa na ňom M. Bielich, P. Červeň, C.-M. Hüssen, M. Cheben, R. Iván, R. Ólvecky, J. Rajtár, J. Tirpák a študenti archeológie.

Literatúra

1. Godłowski, K. 1984. „Superiores barbari“ und die Markomannenkriege im Lichte archäologischen Quellen. In: Slovenská Archeológia, roč. 32, 1984, č. 2, s. 327 – 346.
2. Tejral, J. 1970. K interpretaci severovýchodních prvků v hmotné kultuře moravské oblasti na sklonku starší doby římské. In: Památky archeologické, roč. 61, 1970, č. 1, s. 184 – 212.

Hodnocení vlivu ovzduší na knihovní a archivní fondy

Ludmila Mašková^{1,2}, Jiří Smolík¹, Michal Ďurovič³,
Benjamín Bártl³, Magda Součková⁴

¹Oddělení aerosolových a laserových studií, Ústav chemických procesů AV ČR, v.v.i.,
Rozvojová 135, 165 02 Praha 6
maskova@icpf.cas.cz

²Ústav pro životní prostředí, Přírodovědecká fakulta UK,
Benátská 2, 128 01 Praha 2

³Národní archiv, Archivní 4/2257, 149 00 Praha 4

⁴Národní knihovna ČR, Klementinum 190, 110 00 Praha 1

Abstrakt: Cílem projektu je vytvořit metodiku hodnocení vlivu kvality ovzduší na archivní fondy za účelem snížení škod, které jsou způsobeny nepříznivými vlivy prostředí. Projekt zahrnuje monitoring plyných polutantů a částic ve vnitřním a vnějším ovzduší ve 2 vybraných archivech a 2 depozitářích, které reprezentují rozdílná venkovní prostředí. Kromě charakterizace vnitřního ovzduší jsou vlivy prostředí studovány pomocí porovnání stavu totožných inkunábulí z vybraných lokalit. Současně je vliv částic deponovaných na papír zkoumán v laboratorních podmínkách. V archivech a depozitářích je také studována rychlost výměny vzduchu mezi vnitřním a vnějším prostředím a transport polutantů. Na základě výsledků budou vypracována opatření ke snížení negativních vlivů venkovního prostředí na archivní materiály.

Klíčová slova: částice, plyné polutanty, vnitřní prostředí, knihovna

1. Úvod

Znečištění vnitřního ovzduší v muzeích, knihovnách a archivech představuje závažné riziko pro zde uložené předměty. Přítomnost plyných polutantů ve vnitřním ovzduší je z jednou příčin poškození předmětů [1]. Ke znečištění vnitřního prostředí významně přispívají i aerosolové částice. Ty primárně znečišťují povrchy předmětů, ale hrubší částice bývají abrasivní a při manipulaci napomáhají mikroskopickým mechanickým poškozením. Jemné částice pak mohou být acidické nebo alkalické povahy a bývají též hygroskopické. Vzhledem ke své velikosti mohou pronikat mezi stránky knih a do ochranných obalů, kde jsou deponovány a vedle chemické degradace mohou způsobovat i navlhání [1, 2]. Cílem projektu je vytvořit metodiku hodnocení vlivu kvality ovzduší na knihovní a archivní fondy za účelem snížení škod, které jsou způsobeny vlivy prostředí.

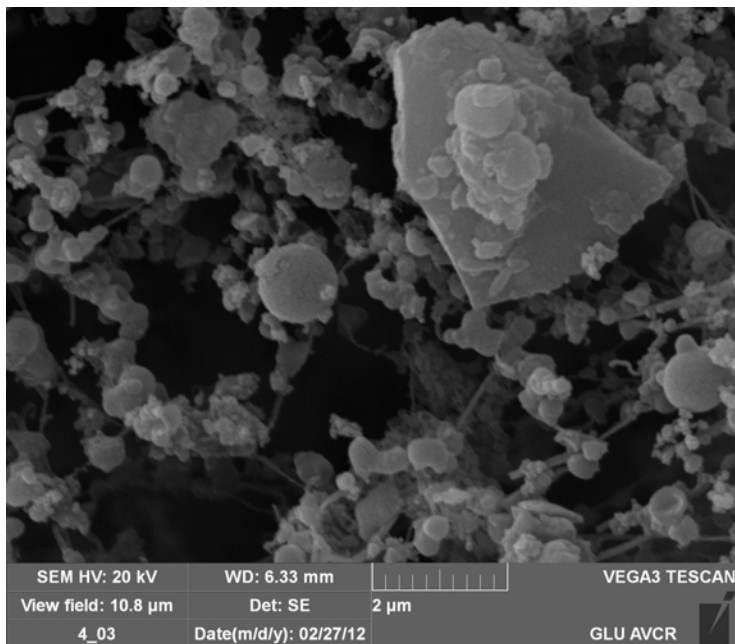
2. Metodika

Tento projekt zahrnuje monitoring plyných polutantů a částic ve vnitřním a vnějším prostředí ve dvou vybraných archivech: Třeboň a Praha a dvou depozitářích: Zlatá

Koruna a Teplice. Tyto lokality reprezentují jednotlivá venkovní prostředí: malé město s turistickou sezónou a velké město s dopravním zatížením a dále malou obec a průmyslovou oblast. Kromě charakterizace vnitřního ovzduší jsou možné negativní vlivy znečištěného prostředí studovány prostřednictvím porovnání stavu totožných inkunábulí z vybraných lokalit pomocí přístroje SurveNIR. Současně je vliv částic deponovaných na papír zkoumán v laboratorních podmínkách. Protože malé rozměry vzorků neumožňují provedení obvyklých zkoušek mechanických vlastností, změny vlastností papíru jsou vyhodnocovány na základě měření barevných změn, měření pH vodného výluhu a stanovení průměrného polymeračního stupně celulózy vzorků před a po umělém stárnutí. Ve vybraných knihovnách a depozitářích je dále studována i rychlost výměny vzduchu mezi vnitřním a vnějším prostředím při různých podmínkách a transport polutantů ve vnitřním prostředí. Na základě těchto výsledků budou vypracována opatření a doporučení ke snížení negativních vlivů venkovního prostředí na archivní materiály.

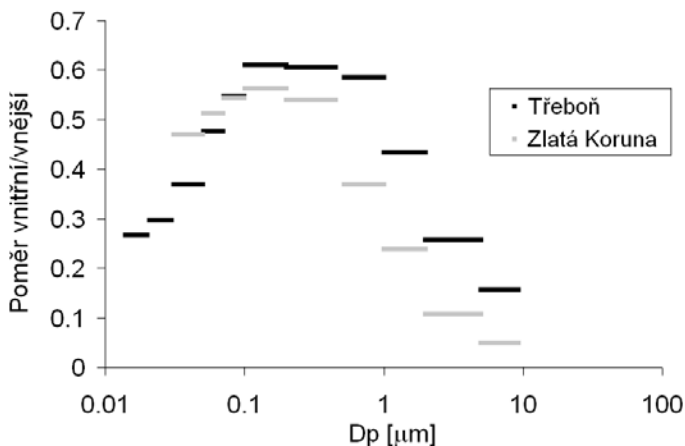
3. Výsledky

V roce 2012 probíhalo měření na Zlaté Koruně a v Třeboni, v roce 2013 probíhá v Teplicích a v Praze. Na obrázku 1 je uveden příklad částic frakce PM10 (částice menší než 10 μm), které byly odebrány ve vnitřním prostředí v archivu v Třeboni. Na obrázku jsou patrné jemné i hrubé částice.

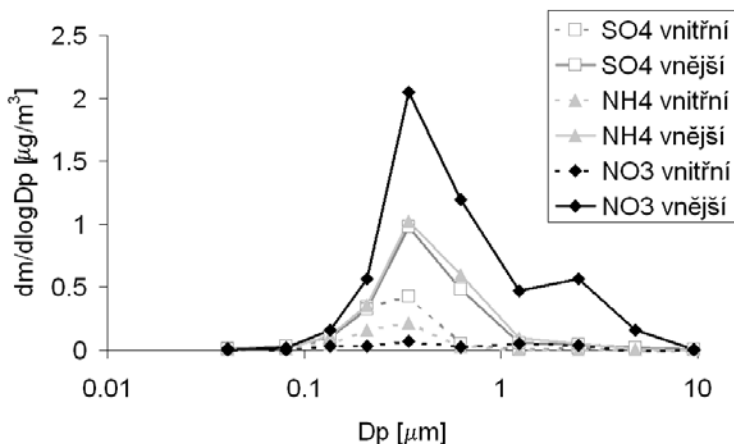


Obr. 1: Příklad částic PM10 odebraných ve vnitřním prostředí archivu v Třeboni.

Z výsledků měření v Třeboni a na Zlaté Koruně vyplývá, že ani v jednom z archivů se ve vnitřním prostředí nenachází významnější zdroj částic. Koncentrace částic ve vnitřním ovzduší tak byly určovány především penetrací z vnějšího ovzduší. Poměr průměrných vnitřních a vnějších koncentrací částic, změřených v obou lokalitách, je uveden na obrázku 2. Z obrázku je patrné, že v Třeboni přispívá vnější ovzduší výrazněji ke znečištění uvnitř archivu, ve srovnání s deponitářem na Zlaté Koruně. To je dáno zřejmě stavební dispozicí (jednoduchá okna s mezerami v Třeboni, dvojitá okna



Obr. 2: Poměr průměrných vnitřních a vnějších početních koncentrací částic v závislosti na velikosti částice v Třeboni a na Zlaté Koruně.



Obr. 3: Distribuce iontů v částicích odebraných na Zlaté Koruně.

v depozitáři na Zlaté Koruně), vedoucí k vyšší rychlosti výměny vzduchu (v Třeboni průměrně třikrát vyšší než na Zlaté Koruně). Z obrázku je dále patrné, že nejsnadněji z vnějšího do vnitřního prostředí pronikaly částice o velikosti 100 nm — 1 µm.

Z výsledků iontové chromatografie bylo zjištěno, že hlavními vodorozpuštěnými anorganickými složkami submikronových frakcí částic byly síran a dusičnan amonný. Příklad hmotnostních distribucí síranu, dusičnanu a amonného iontu odebraných na Zlaté Koruně je uveden na obrázku 3.

Jak je z obrázku 3 patrné, vnitřní koncentrace dusičnanu amonného se v submikronové frakci prakticky blížily nulovým hodnotám. To bylo zřejmě způsobeno rozkladem dusičnanu amonného na čpavek a kyselinu dusičnou, která se následně deponovala na vnitřních površích. Tyto výsledky byly potvrzeny i velmi nízkými koncentracemi plyné kyseliny dusičné a naopak zvýšenými koncentracemi čpavku ve vnitřním ovzduší. Obdobná situace byla pozorována i v předešlé studii v Národní knihovně v Praze [3, 4].

4. Závěry

Tato studie zahrnuje hodnocení kvality vnitřního prostředí 2 depozitářů a 2 archivů v lokalitách s různou kvalitou venkovního ovzduší. Vybranými lokalitami jsou malá obec, malé město s turistickou sezónou, průmyslová oblast a velké město s dopravním zatížením. Výsledky měření z archivů v malé obci a v malém městě ukázaly absenci významného vnitřního zdroje částic a potvrdily významný vliv znečištění venkovního prostředí na kvalitu vnitřního ovzduší.

Poděkování

Projekt je podporován grantem Ministerstva kultury ČR DF11P01OVV020.

5. Literatura

1. Hatchfield, P. B. 2005. Pollutants in the Museum Environment, Practical Strategies for Problem Solving in Design Exhibition and Storage, Archetype Publications, London.
2. Nazaroff, W. W., Salmon, L. G., Cass, G. R. 1990. Concentration and Fate of Airborne Particles in Museums, Environ. Sci. Technol., vol. 24, p. 66 – 77.
3. Andělová, L., Smolík, J., Ondráčková, L., Ondráček, J., López-Aparicio, S., Grøntoft, T., Stankiewicz, J. 2010. Characterization of Airborne Particles in the Baroque Hall of the National Library in Prague, e-Preservation Science, vol. 7, p. 141 – 146.
4. López-Aparicio, S., Smolík, J., Mašková, L., Součková, M., Grøntoft, T., Ondráčková, L., Stankiewicz, J. 2011. Relationship of Indoor and Outdoor Air Pollutants in a Naturally Ventilated Historical Building Envelope, Build. Environ., vol. 46(7), p. 1460 – 1468.

Komplexní restaurování: Rodinné album fotografií z přelomu 19. – 20. století

Veronika Sochůrek

Univerzita Pardubice, Fakulta restaurování,
Jiráskova 3, 570 01 Litomyšl
veronika.sochurek@upce.cz

Abstrakt: Předmětem restaurování bylo rodinné album z přelomu 19. a 20. století neznámé rodiny s fondů Státního okresního archivu v Nymburku. Jde o zavěšovanou knižní vazbu se zkulaceným hřbetem s pokryvem ze zeleného sametu. Desky alba jsou sestavené z několika částí. Přední deska je vypořstovaná vatou. Na přední desce alba se dochovali čtyři secesní ražené mosazně – cínové nárožnice a část mosazně – měděné spony. Středové kování a upínací mechanismus spony se nedochoval. Album pozůstává z deseti folií z lepenky, ve kterých jsou vyseknuty větší nebo menší okna. Jednotlivé folia jsou celoplošně polepeny strojovým papírem s výřezy oken, které jsou zdobeny jednoduchou zlatou čtyřmi milimetry tlustou linkou po obvodu. Pod každým oknem pasparty je v papíru udělaný výřez, kterým je možno fotografie do paspart zasunout. Tento je zdoben asi milimetr tenkou jednoduchou zlatou linkou po obvodu. V albu se nachází celkově 29 fotografií z toho je 24 fotografií formátu Carte-de-visite, 3 formátu Cabinet¹ a dvě fotografie blíže neurčeného formátu. Fotografie v albu pocházejí s různých pražských ale i mimo pražských ateliérů. Z těch známějších vzpomenu například Ateliér Langhans², ateliér Josefa Fiedlera³ v Praze nebo Ateliér Rafael a K. Klíč⁴ v Brně⁵.

Klíčové slová: konzervace, restaurování fotografií, album fotografií

1. Úvod

1.1. Restaurátorský průzkum

Restaurátorský průzkum byl zaměřený zejména na metody umožňující pohled na charakter a stav poškození původní podložky, podkladu, adjustace a také stav povrchových vrstev. Cílem průzkumu bylo předložení návrhu na restaurování, obnovení výtvarně-estetických kvalit díla v souladu s umělecko-metodickým památkovým záměrem. Při průzkumu byly použity nedestruktivní metody průzkumu a destruktivní metody průzkumu (dle požadavků zadavatele) ve snaze co nejmenšího zásahu do originálních částí díla.

Na základě optického pozorování bylo zjištěno, že objekt vykazoval značné stopy mechanického poškození a poškození vlivem vlhkosti. Bylo také značně znečištěn vrstvou prachového depozitu jak v samotném bloku, tak na povrchu vazby. Papír byl v místech napadení plísní oslabený a nesoudržný. V důsledku mechanického poško-

zení došlo také k trhlinám a ztrátám papírové vrstvy paspart. Samotná vazba byla rozpadnutá, chyběla většina plátěných proužků, což způsobilo, že jednotlivé folia byli od sebe odděleny a vazba nebyla soudržná.

Průzkum také ukázal, že hodnoty pH se pohybují v hodnotě nad 6,8, v důsledku čehož nebude přistoupeno k odkyselení. S ohledem na to, že se jedná o album fotografií, jsou tyto hodnoty přístupné a alkalická rezerva není vhodná.

Na základě FTIR analýzy pak bylo zjištěno, že v albu se nacházejí tři typy fotografických procesů: albuminová fotografie, kolodiová fotografie a želatinová fotografie.

1.2. Postup restaurování

Na základě průzkumu a konzultací se zadavatelem byl zvolen následovní postu restaurování daného objektu:

- Fotodokumentace stavu před restaurováním;
- Odebrání vzorků na analýzy;
- Odebrání stěrů na mikrobiologický rozbor;
- Vyjmutí jednotlivých fotografií z alba a jejich fotodokumentace.

Postup restaurování vazby a bloku alba

- Rozebrání alba na jednotlivá folia;
- Mechanické čištění pomocí Wallmastera, gum různých tvrdostí a štětců;
- Sejmутí přideští pomocí vlhčených obkladů z filtračního papíru a destilované vody;
- Čištění přideští přední desky od zbytků adheziva pomocí parného skalpelu s destilovanou vodou a vatovými tampónky;
- Rozebrání zadní desky na jednotlivé části;
- Čištění lepenkových části zadní desky ve vodní lázni;
- Mokrě čištění dochovaných plátěných proužků ve vodní lázni (30 °C), jejich sušení v napnutém stavu na skle a následné zpevnění pomocí tónovaného japonského papíru. Jako adhezivum použita kombinace 3 % Tylose MH 6000 a pšeničného škrobu v poměru 1:1;
- Čištění dřevěných části zadní desky pomocí vatových tampónů vlhčených v destilované vodě;
- Mokrě čištění jednotlivých folií benátským mýdlem ve vodní lázni (max. 30 °C), jejich následné lisování v lisu pod tlakem mezi hollytexami a filcem. Dosušení pod mírným tlakem mezi hollytexami a lepenkami;
- Vyspravený trhlin a doplnění chybějících částí papírové vrstvy paspart pomocí tónovaného japonského papíru. Jako adhezivum použita 4 % Tylose MH 6000;
- Přilepení uvolněných částí paspart k sobě pomocí 4 % Tylose MH 6000;
- Spojení jednotlivých folií pomocí původních a nových plátěných proužků a jejich slepení pomocí původních a nových lepenkových proužků (viz grafická příloha). Jako adhezivum byla použita kombinace 3 % Tylose MH 6000 a pšeničného škrobu v poměru 1:1;
- Mechanické čištění sametového pokryvu knižních desek pomocí vysavače;
- Vlhké čištění sametového pokryvu desek pomocí Tepuru dle návodu uvedeného na obale produktu;

- Čištění kování na desce pomocí vlhčených vatových tampónků v destilované vodě;
- Sestavení jednotlivých částí zadní desky. Lepenkové části byly k sobě opětovně přilepeny pomocí 3 % Tylose MH 6000 v kombinaci s pšeničným škrobem v poměru 1:1. Dřevěné části desky byly k lepenkovým přilepeny pomocí kostního klišu;
- Přilepení vypuklých míst přideští přední desky pomocí injektáže 3 % Tylose MH 6000;
- Vyspravení a doplnění chybějících částí pokryvu pomocí tónované organzy;
- Přilepení zadní desky k pokryvu bez celoplošného podlepení, pouze v místech záložek;
- Vytvoření hřbetníku z kartonu a jeho následné vlepení do hřbetní části desek pomocí 4 % Tylose MH 6000, také přilepen pouze v místech záložek;
- Zavěšení bloku do knižních desek a vylepení přideští. Jako adhezivum byla použita 4 % Tylose MH 6000.

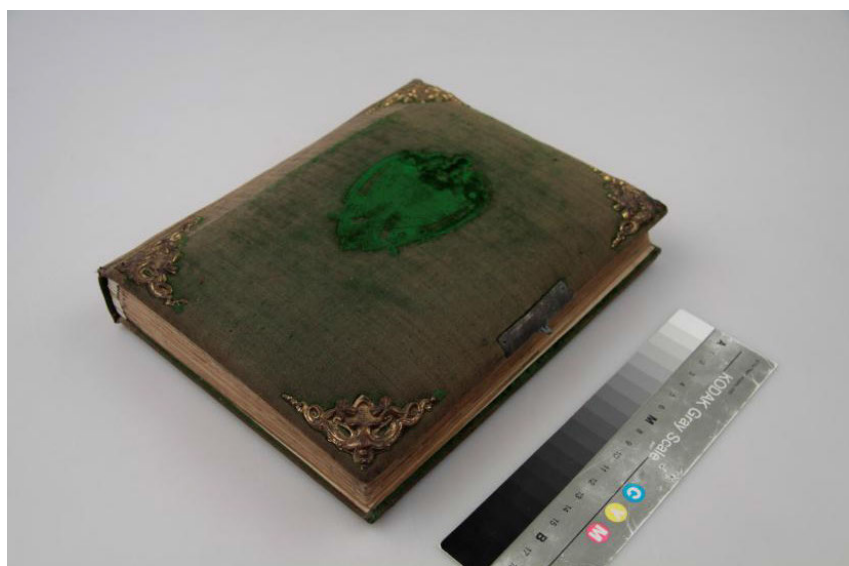
Postup restaurování jednotlivých fotografií

- Mechanické čištění pomocí gum různých tvrdostí, štětců a skalpelu;
- Čištění povrchů fotografií pomocí vatových tampónků vlhčených v destilované vodě;
- Identifikace fotografií pomocí FTIR analýzy;
- Celoplošné podlepení fotografie, s př. č. 6003, japonským papírem, dosazení odděleného fragmentu a následné nakaširování na původní podložku. Jako adhezivum byla použita kombinace 3 % Tylose MH 6000 a pšeničného škrobu v poměru 1:1. Sušeno pod mírnou zátěží mezi hollytexem a lepenkami;
- Doplnění ztrát navrstveným tónovaným japonským papírem u fotografií s př. č. 5987, 5992 a 6001;
- Zajištění a přilepení uvolněných fotografií od původní podložky a slepení rozvrstvených částí původních podložek u fotografií s př. č. 5977, 5978, 5979, 5980, 5981, 5982, 5983, 5984, 5985, 5986, 5987, 5988, 5989, 5990, 6000, 6001 a 6004;
- Vlhčení fotografií destilovanou vodou a jejich následné rovnání pod zátěží mezi hollytexami a lepenkami;
- Fotodokumentace stavu po restaurování;
- Navrácení jednotlivých fotografií do příslušných paspart alba.
- Fotodokumentace stavu po restaurování celého objektu;
- Vyhotovení ochranného obalu z lepenky archivní kvality bez použití adheziv.

2. Obrázky



Obr. 1: Stav před restaurováním, celek.



Obr. 2: Stav po restaurování, celek.



Obr. 3: Stav před restaurováním, folio č. 2.



Obr. 4: Stav po restaurování, folio č. 2.



Obr. 5: Stav před restaurováním – líc, př. č. 6003.



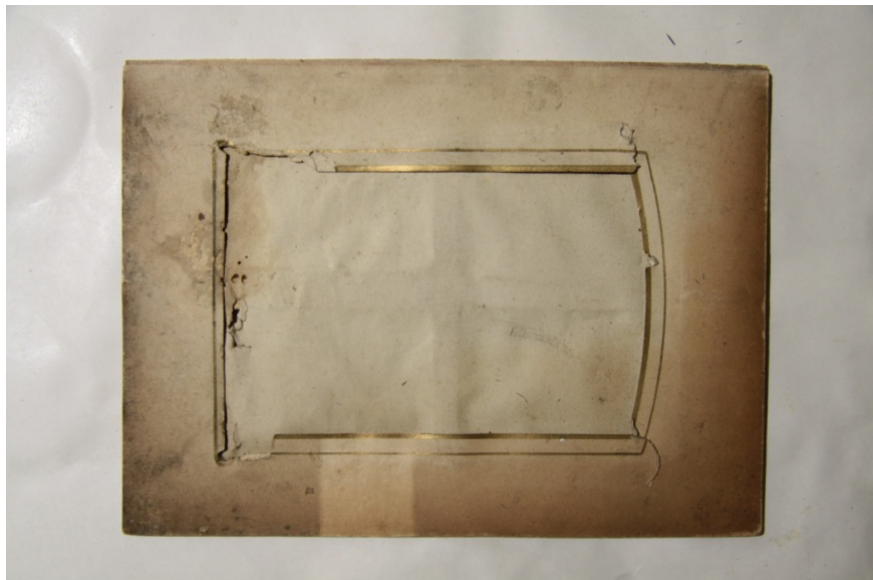
Obr. 6: Stav po restaurování – líc, př. č. 6003.



Obr. 7: Stav před restaurováním, detail poškození okna pasparty.



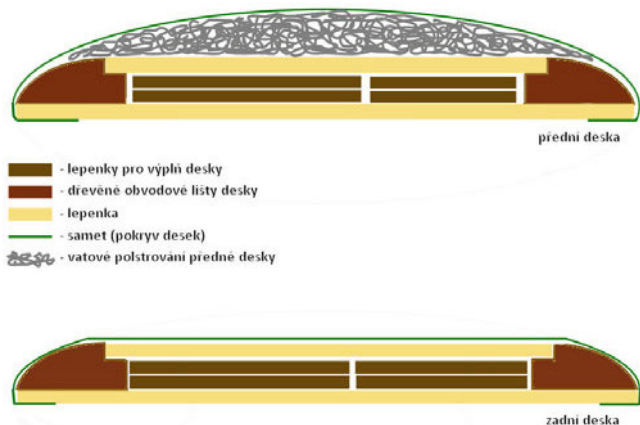
Obr. 8: Stav po restaurování, detail okna pasparty.



Obr. 9: Stav v průběhu restaurování – zkouška mechanického čištění folia.



Obr. 10: Stav v průběhu restaurování – lepení uvolněných částí folií.



Obr. 11: Průřez přední a zadní deskou.



Obr. 12: Systém vazby alba.

3. Literatura

1. Adelstein, P. Z. IPI Media Storage Quick Reference. Rochester, 2004.
2. Daneš, I., Večeřa, M., Krejčí, A. Techniky ošetření uložení a duplikace archivních fotografických snímků. Praha, 1995.
3. Ďurovič, M. a kol. Restaurování a konzervování archiválií a knih. Praha, 2002. ISBN 80-7185-383-6.
4. Hendriks, K. B. Fundamentals of Photograph Conservation: A Study Guide. National Archives of Canada, 1991. ISBN 0921633807.
5. Hendriks, K. B. The Preservation and Restoration of Photographic Materials in Archives and Libraries. Paris, 1984.
6. Hlaváč, L. Dejiny fotografie. Bratislava, 1987.
7. Kybalová, L., Herbenová, O., Lamarová, M. Obrazová encyklopedie módy. Praha, 1973.

8. Krejčí, A. Technika ošetřování archivních fotografických významů. In: X. Seminář restaurátorů a historiků. Litomyšl, 1997.
9. Lavedrine, B. A Guide to the Preventive Conservation of Photograph Collections. Los Angeles, 2003. ISBN 978-0892367016.
10. Norris, D., Gutierrez, J. J. Issues in the Conservation of Photographs. Los Angeles, 2010. ISBN 978-1606060001.
11. Reilly, J. M. Storage Guide for Color Photographic Materials. Rochester, 1998.
12. Rempel, S. The Care of Photographs. New York, 1987.
13. Scheufler, P. Galerie C. K. fotografů. Praha, 2001. ISBN 8024790440.
14. Scheufler, P. Historické fotografické techniky. Praha, 1993. ISBN 807068075x.
15. Skopec, R. Dějiny fotografie v obrazech. Praha, 1963.
16. Uchalová, E. Česká móda 1870 – 1918. Praha, 1997. ISBN 9788070334645.
17. Zpravodaj Stop; Péče o fotografický materiál, Sv. 10, Č. 1, 2008.

Poznámky

¹Technické označení formátů fotografií. *Carte-de-Visite* má rozměry s kartonem, na kterém je nalepena, přibližně 102 × 63 mm a *Cabinet* přibližně 165 × 108 mm.

²Zakladatelem ateliéru byl Jan Langhans, nejnámější český portrétní fotograf a podnikatel v oboru fotografie epochy monarchie. V prvním desetiletí 20. století byla produkce ateliéru již taková, že se mu začalo říkat „továrna na fotografie“.

³Fotograf se širokým tematickým rejstříkem od portrétu v rodinném ateliéru po stereosnímky krajin a reportáž.

⁴Fotoateliér založený roku 1864 a fungující jako rodinný podnik po několika generacích, jeden z nejvýznamnějších fotoateliérů na Moravě. Založil jej v Brně na Rudolfské ulici 26, Karel Klíč, vynálezce heliogravury a hlubotisku.

⁵Bližší informace o ateliérech a jejich fotografech je možné najít v publikaci Pavla Scheuflera, *Galerie c. k. fotografů*. Praha 2001 nebo na jeho webových stránkách <http://www.scheufler.cz/cs-CZ/fotohistorie/fotografove,a.html>

Univerzita Pardubice – Fakulta restaurování

Ateliér restaurování uměleckých děl na papíru

Veronika Sochůrek

*Univerzita Pardubice, Fakulta restaurování,
Jiráskova 3, 570 01 Litomyšl
veronika.sochurek@upce.cz*

Abstrakt: *Myšlenka založení mezioborově pojaté školy restaurování vznikla při diskusích skupiny odborníků v oboru restaurování a konzervace památek, kteří počátkem devadesátých let pracovali na restaurování nástěnných maleb Josefa Váchala v domě tiskaře a vydavatele bibliofilů Josefa Portmana v Litomyšli.*

Z tehdejších diskusí vyplynulo, že bude třeba řešit problém vzrůstající poptávky po odbornících v různých oborech restaurování. Škola restaurování a konzervačních technik v Litomyšli vznikla v roce 1993 jako pomaturitní tříleté studium a byla zařazena do sítě škol MŠMT ČR. Jejím zřizovatelem byla Nadace Paseka, založená nakladatelem Ladislavem Horáčkem. V roce 1996 byla zařazena do sítě vyšších odborných škol MŠMT ČR. V roce 1999 škola požádala o státní souhlas se zřízením vysoké školy neuniverzitního typu a o akreditaci studijního plánu. V akademickém roce 2000/2001 potom na základě uděleného souhlasu a akreditace zahájil výuku Institut restaurování a konverzačních technik, o. p. s.

V roce 2002 byl akreditován čtvrtý studijní obor Restaurování a konzervace uměleckých děl na papíru a souvisejících materiálech.

Fakulta restaurování Univerzity Pardubice navazuje svojí činností na tradice vzdělání v oblasti restaurování a konzervace památek. Její činnost byla zahájena s počátkem nového akademického roku 1. října 2005. Stejným datem Institut restaurování a konzervačních technik Litomyšl, o. p. s. vstoupil do likvidace.

Klíčové slová: *Fakulta restaurování, konzervace, restaurování, umělecká díla*

1. Úvod

Fakulta restaurování Univerzity Pardubice byla založena v roce 2005. Svými vzdělávacími, vědeckými a uměleckými aktivitami v oblasti konzervace a restaurování památek a zapojením do projektů zaměřených na záchranu kulturního fondu České republiky i projektů mezinárodních, navazuje na činnosti pěstované v Litomyšli od roku 1993. Je jedním ze dvou univerzitních pracovišť, které zabezpečuje výchovu vysokoškolsky vzdělaných restaurátorů. Vzdělávání je poskytováno ve dvou úrovních; v akreditovaném čtyřletém bakalářském a akreditovaném dvouletém navazujícím magisterském stupni. Bakalářský studijní program Výtvarná umění je dále dělen na čtyři obory, které vycházejí z různých materiálových a výtvarných podstat restaurovaných děl.

Cílem výuky je připravit odborníky pro oblast restaurování a konzervace výtvarných, uměleckých a uměleckořemeslných památek a sbírkových předmětů, kteří mají

dostatečné znalosti v oblasti souvisejících humanitních věd i v přírodních vědách, chemických technologiích a příbuzných oborech a využívají soudobé poznatky a moderní metody v konzervačních technikách.

Absolventi jsou odborně připraveni na náročnou dráhu samostatného restaurátora a konzervátora výtvarných – uměleckých a uměleckořemeslných děl. Jsou vedeni jak pro samostatnou práci v terénu, nebo pro práci v restaurátorských týmech, tak pro práci v muzeích, galeriích, archivech, atd. Vzhledem k péči, která je věnována jazykovým znalostem studentů a jejich účasti na mezinárodních projektech restaurování, dává jejich dosažená kvalifikace vynikající předpoklady pro uplatnění při obnově a uchovávaní uměleckých a architektonických památek i v mezinárodním měřítku.

Ateliér restaurování uměleckých děl na papíru

Tento studijní obor je na Univerzitě od roku 2005. Jedná se o ateliér, který nachází zálibu v péči o sbírkové předměty povahy uměleckého díla na papíru. Nejběžnějším předmětem našeho zájmu jsou grafické listy, architektonické plány, kresby, malby, kombinované techniky apod., které můžeme obdivovat v nejrůznějších institucích (muzea, galerie, archivy atd.) V tomto oboru se často setkáváme také s kombinací podložek (papír + plátno, papír + dřevěná deska), a proto je naším úkolem seznamovat studenty i se souvisejícími materiály. Nemalou část současných sbírek tvoří také novodobé podložky, např. transparentní papír (pauzák), případně specificky upravené bavlněné plátno.

Vzhledem k nedostatku kvalifikovaných restaurátorů se tato díla v současnosti nachází ve velmi havarijním stavu. Dlouhodobě neuspokojivý stav jak v archivaci, tak v péči o sbírkové fondy je důsledkem nedostatku kvalifikovaných odborníků, kteří by o tyto fondy měli pečovat. Proto je třeba vychovávat další generace mladých produktivních restaurátorů tak, aby se nám naše jedinečné kulturní dědictví podařilo zachovat.

V tomto ateliéru se vždy snoubí teoretické a praktické znalosti restaurování a konzervace papíru s technikami restaurování a konzervace barevných vrstev.

Výuka je díky evropským sociálním fondům, zejména projektu: „Restaurátoři pro evropskou praxi – Inovace bakalářského studijního programu Fakulty restaurování“ také obohacena o zajímavé odborné kurzy.

Během studia získává student nejen znalosti v oblasti restaurování, ale i základy humanitních a přírodních věd, cizích jazyků, historických technik a podobně.

Ateliér zajišťuje tyto předměty

- Techniky restaurování a konzervace uměleckých děl na papírové podložce I, II, III, IV
- Historické techniky, technologie a materiály I, II, III
- Výtvarná příprava IV, V, VI
- Letní praxe I, II, III

1. ročník

První ročník je z větší části zaměřen na výtvarnou přípravu studentů, která je ukončena klauzurou. Studenti jsou seznámeni s jednotlivými technikami kresby, malby

a grafiky. Důraz je kladen zejména na zvládnání historických malířských technik a přípravu jejich podkladů. Studenti prvního ročníku se s restaurováním setkávají až v rámci letní praxe, při které si osvojují základní restaurátorské principy a techniky. Náplní praxe jsou zejména jednodušší restaurátorské úkony a provádění zkoušek jednotlivých procesů.

2. ročník

Zimní i letní semestr druhého ročníku je opět zaměřen na výtvarnou přípravu, která je ukončena klauzurní prací. V letním semestru druhého ročníku si studenti již osvojují restaurátorské postupy na zadaných úkolech. Nejprve restaurují artefakty černobíle (grafické listy, tisky) a až poté přistupují k náročnějším úkolům jako je barevná vrstva, kombinace podkladů, případně specifická podložka či barevná vrstva.

3. ročník

Hlavní náplní třetího ročníku je aplikace získaných teoretických poznatků v předmětu Techniky restaurování a konzervace uměleckých děl na papírové podložce. Studenti navštěvují ateliér zejména v praktických týdnech a samostatně pracují na zadaných úkolech pod vedením pedagoga. V tomto ročníku je kladen důraz na zvládnutí obtížného restaurátorského zásahu. Jedná se zejména o kombinaci technik i materiálového složení podkladů děl.

4. ročník

Posluchači čtvrtého ročníku zpracovávají v ateliéru praktickou bakalářskou práci, která je samostatným řešením komplexního restaurátorského zásahu od zpracování návrhu na restaurování, přes restaurátorský průzkum až po vlastní restaurování a zpracování restaurátorské dokumentace.

2. Obrázky



Obr. 1: Studenti na letní praxi, 1. a 2. ročník.



Obr. 2: Práce v ateliéru, 2. ročník.



Obr. 3: Práce v ateliéru, 3. ročník.



Obr. 4: Praktická bakalářská práce, 4. ročník.

Historické monochromatické fotografické techniky (Historie – Proces – Identifikace – Ochrana)

Veronika Sochůrek

*Univerzita Pardubice, Fakulta restaurování,
Jiráskova 3, 570 01 Litomyšl
veronika.sochurek@upce.cz*

Abstrakt: *Práce je zaměřena na základní fakta v historii fotografie a jejího vývoje v Evropě. Je zde popsáno několik základních historických fotografických technik z pohledu historie vzniku ale také jejich technologie a postup výroby. U těch méně náročných na výrobu se nacházejí konkrétní reálné ukázky jednotlivých technik. Práce se také věnuje možnostem identifikace fotografií. Jsou zde teoreticky popsány postupy identifikace pomocí volně pozorovatelných znaků, dále pak pomocí optické mikroskopie při různých zvětšeních a také identifikace pomocí Fourierové transformace infračervenou spektroskopii (FTIR) a X-ray fluorescenční spektrometrií (XRF). Závěr práce je věnován ochraně a způsobům uložení jak černobílých, tak barevných světlo-citlivých materiálů. V této části se nacházejí tabulky dle typů materiálu a ukázky různých typů pomůcek na určení správných podmínek pro uložení fotografických světlo-citlivých materiálů pro majitele fotografických sbírek, kurátory a archiváře.*

Klíčové slová: *fotografie, ušlechtilé tisky, L. J. M. Daguerre, ochrana fotografií*

1. Úvod

Vynález fotografie byl sám o sobě logickým důsledkem určité vyspělosti lidské společnosti. Patří k těm přínosům, které nebyli náhodou, ale výsledkem cílevědomého hledání a bádání. Základním principem fotografického přístroje byla tzv. camera obscura. Cameru obscuru si lze představit jako temnou místnost s jedním malým otvorem, kterým procházelo světlo na protilehlou stěnu, čím se na ní vytvořil stranově převrácený obraz předmětů umístěných před otvorem. Objev tohoto poznatku je připisován anglickému přírodovědci, filosofovi a členu františkánského řádu Rogerovi Baconovi (1214 – 1294) [24] ale nejranější popis principu dírkové komory podal pravděpodobně čínský vědec Mo – Ti 4000 let p. n. l. Určitý náznak základů vedoucích k objevu camery obscury je možné vidět již u Aristotela (384 – 322 p. n. l.) při popisu pozorování zatmění slunce, kde popisuje, jakým způsobem se promítal paprsek skrz otvory v listí platanu na zem, ale nedokázal si tento princip vysvětlit. [26]

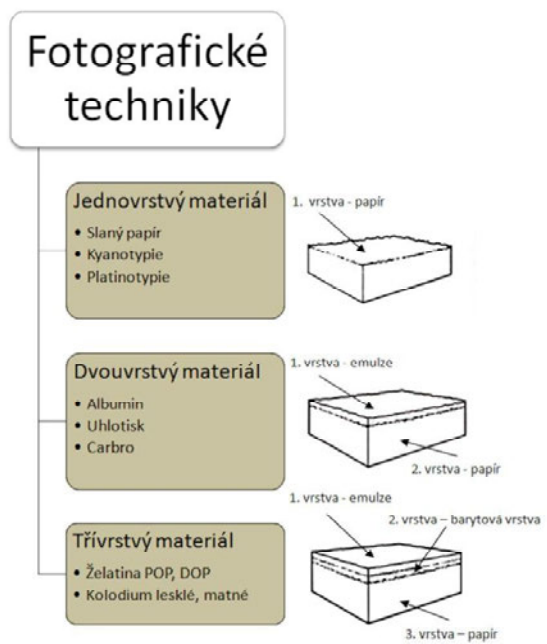
Práce je zaměřena na historické monochromatické fotografické techniky. Mým úkolem bylo stručně popsat historii vzniku fotografie. V samostatných kapitolách jsou pak popsány okolnosti vzniku té které techniky s vazbou na české prostředí. U každé techniky je popsán postup vyhotovení, tak aby podle jednotlivých předpisů bylo možné si tyto techniky samostatně udělat i v domácím prostředí při určitém technickém zázemí.

Jednotlivé techniky jsou pak jako reálné ukázky použity v práci a měli by sloužit jako pomůcka při identifikaci těchto procesů. V práci se nenacházejí techniky daguerotypie a ambrotypie, které jsou dobře identifikovatelné a nezaměnitelné s jinou technikou. Také z technického hlediska (jejich adjustáž a tloušťka) je problém vložit je do práce. Dále pak pannotypie, kterou se mi nepodařilo udělat a ani sehnat od jiného autora.

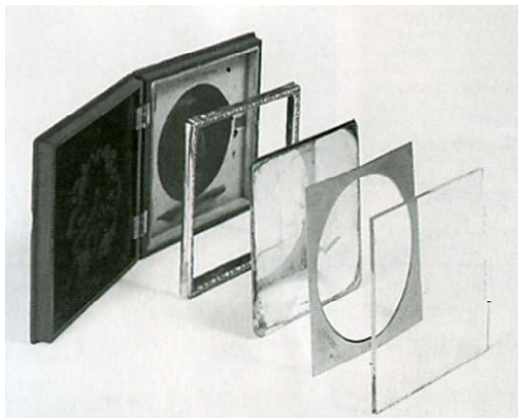
Jednotlivé příklady fotografických technik jsem v práci využila i pro ukázky různých způsobů uložení a adjustace. Součástí práce jsou také analýzy XRF a FTIR, stratigrafie vrstev jednotlivých procesů a popis poznávacích charakteristických znaků, které je možné pozorovat opticky nebo mikroskopicky.

V závěru práce jsou popsány možné rizika a typy poškození a degradace fotografických materiálů, na základě kterých pak popisují způsob a podmínky v jakých by tyto materiály měli být ukládány a archivovány. Součástí práce je také příloha, ve které jsou do češtiny přeložené dvě pomůcky pro ulehčení stanovování ideálních podmínek pro archivaci ne jen pozitivních fotografických procesů.

2. Obrázky



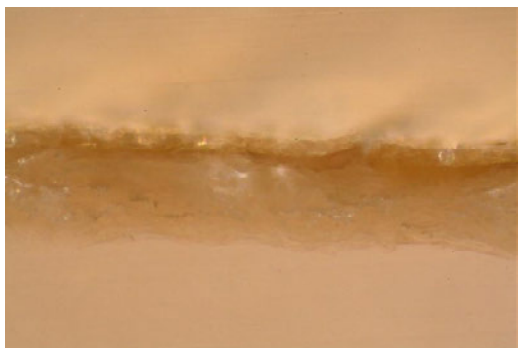
Obr. 1: Rozdělení fotografických technik na papíře podle vrstev.



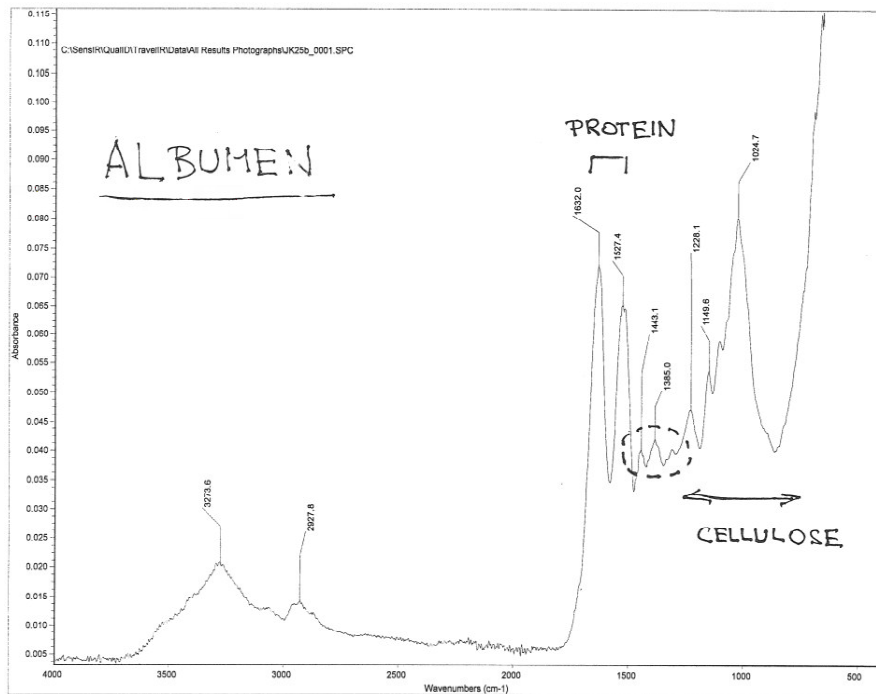
Obr. 2. Systém adjustace daguerrotypie.



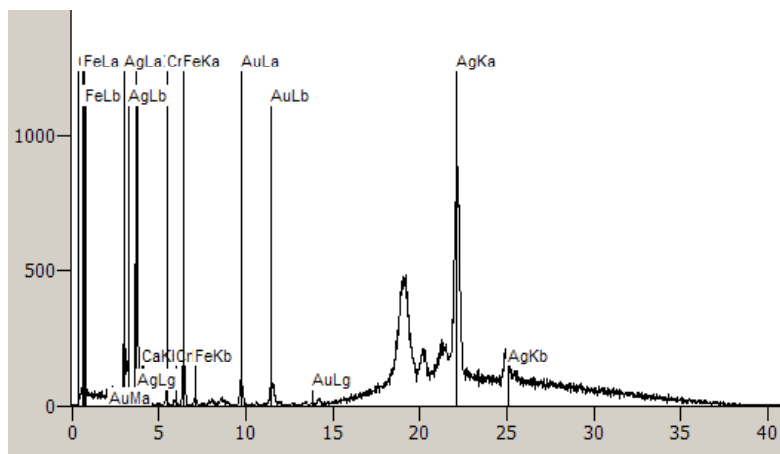
Obr. 3: Detail albuminového papíru při zvětšení 30×.



Obr. 4. Stratigrafie vrstev albuminové fotografie při zvětšení 200×.



Obr. 5: FTIR spektrum albuminu (zdroj: prof. Dušan C. Štulík).



Obr. 6: XRF spektrum albuminové fotografie použité jako reální ukázky v práci.

3. Literatura

1. Adelstein, P. Z. IPI Media Storage Quick Reference. Rochester, 2004.
2. Baier, W. Quellendarstellungen Zur Geschichte Der Fotografie. Leipzig, 1965.
3. Bayerová, T., Šimůnková, E. Pigmenty. Praha, 1999. ISBN 80-902668-1-9
4. Bufka, V. J. Katechizmus fotografie. Praha, 1913.
5. Daneš, I., Večeřa, M., Krejčí, A. Techniky ošetření uložení a duplikace archivních fotografických snímků. Praha, 1995.
6. Ďurovič, M. a kol. Restaurování a konzervování archiválií a knih. Praha, 2002. ISBN 80-7185-383-6.
7. Hendriks, K. B. Fundamentals of Photograph Conservation: A Study Guide. National Archives of Canada, 1991. ISBN 0921633807.
8. Hendriks, K. B. The Preservation and Restoration of Photographic Materials in Archives and Libraries. Paris, 1984.
9. Hlaváč, L. Dějiny fotografie. Bratislava, 1987.
10. Imlauf, J. Pigment šili uhotisk. Praha, 1920.
11. Korbař, T., Stránský, A. a kol. Technický naučný slovník III. M – Po. Praha, 1963.
12. Krejčí, A. Techn ka ošetřování archivních fotografických významů. In: X. Seminář restaurátorů a historiků. Litomyšl, 1997.
13. Lavedrine, B. A Guide to the Preventive Conservation of Photograph Collections. Los Angeles, 2003. ISBN 978-0892367016.
14. M kulčák, J. a kol. Matematické fyzikálne a chemické tabu ky. Bratislava, 1996.
15. Norris, D., Gutierrez, J. J. Issues in the Conservation of Photographs. Los Angeles, 2010. ISBN 978-1606060001.
16. Reilly, J. M. Storage Guide for Color Photographic Materials. Rochester, 1998.
17. Rempel, S. The Care of Photographs. New York, 1987.
18. Segeth, J. Papíry přímokopírující a jejich zpracování. Praha, 1919.
19. Scheufler, P. Galerie C. K. fotografů. Praha, 2001. ISBN 8024790440.
20. Scheufler, P. Historické fotografické techniky. Praha, 1993. ISBN 807068075x.
21. Skopec, R. Dějiny fotografie v obrazech. Praha, 1963.
22. Srp, J. Bromolejotisk. Praha, 1923.
23. Šafařík, V. O fotografii na suchých deskách. Praha, 1876.
24. Tausk, P., Dějiny fotografie I. Přehled vývoje fotografie do roku 1918, Státní pedagogické nakladatelství, Praha 1987, s. 8.
25. Zpravodaj Stop; Péče o fotografický materiál, Sv. 10, č. 1, 2008.
26. Ústní podání Prof. Miroslav Vojtěchovský.

Tablo rodiny Mader-Weisz výskum a reštaurovanie

Zuzana Machatová¹, Jana Križanová²,
Viera Jančovičová¹

¹Fakulta chemickej a potravinárskej technológie STU,
Oddelenie polygrafie a aplikovanej fotochémie ÚPM,
Radlinského 9, 812 37 Bratislava
zuzana.machatova@stuba.sk

²Vysoká škola výtvarných umení v Bratislave, Katedra reštaurovania,
Drotárska cesta 44, 811 02 Bratislava
janka.krizanova@gmail.com

Abstrakt: Príspevok referuje o výskume a priebehu reštaurovania fotografického tabla rodiny Mader-Weisz zo zbierky Múzea mesta Bratislavy (MMB), ktoré bolo súčasťou zadaní praktickej časti diplomovej práce autorky Zuzany Machatovej. Prienik viacerých maliarskych techník a fotografie, ktoré odrážajú spektrum vlastností materiálov dostupných na konci 19. storočia, poukazuje na potenciál spolupráce reštaurátora, odborníka z oblasti aplikovanej fotochémie, či konzervačnej vedy a kurátora, resp. historika umenia. Dielo, závažným spôsobom poškodené mechanicky, mikrobiologicky ako aj zatečením, bolo podrobené reštaurátorskému výskumu s využitím deštruktívnych a nedeštruktívnych metód na Katedre reštaurovania Vysokej školy výtvarných umení v Bratislave a spektroskopickým meraniam na oddelení Polygrafie a aplikovanej fotochémie ÚPM na Fakulte chemickej a potravinárskej technológie STU. Výsledky výskumu z oboch pracovísk napomohli lepšiemu pochopeniu zmien prebiehajúcich na fotografiách vystaveným nepriaznivým podmienkam počas prirodzeného starnutia autentického umeleckého diela, ktoré dokumentuje časť novších dejín mesta Bratislavy.

Kľúčové slová: reštaurovanie, fotografia, tablo, Bratislava

1. Úvod

Fotografické tablo viažuce sa k profesii, spoločenstvám, prípadne záujmom, predstavuje osobitú výtvarnú formu spomienkových a reprezentačných predmetov. Z technologického hľadiska predstavuje spojenie fotografických a maliarskych-dekoratérskych techník, ktoré sa majú navzájom dopĺňať, za účelom odovzdať zložitý, štrukturovaný odkaz – prezentovať určitú skutočnosť, prax, mimoriadnu udalosť, alebo deklarovať príslušnosť k určitej skupine podľa dobového vkusu a technických možností. Reštaurovanie takéhoto diela kladie nároky na pochopenie každej z úrovní tejto výpovede – jeho historického významu, estetických kvalít, ako aj technologických úskalí prefabrikovaných materiálov dostupných na konci 19. storočia.

2. Základný opis diela a jeho význam

Predmetom reštaurovania bolo fotografické tablo s ôsmimi fotografiami, vyhotovené pravdepodobne pri príležitosti 50. výročia založenia rodinného podniku (1846). Zobrazuje členov rodiny Mader-Weisz, šesť mužských portrétov, jeden detský dvojportrét a pohľad na fasádu prevádzky rodinného obchodu. Tablo sa skladá z podložky vyrobenej z lepenky, lepenkovej pasparty a fotografií adjustovaných na dekoratívne vyrezávaných podložkách (Obr. 1). Podložka je obdĺžnikového tvaru, naliehajúca pasparta má rovnaký vonkajší obvod, vnútorný výrez vychádza z tvaru elipsy zrezanej paralelne s hlavnou polosou, ktorý je obohatený o štyri oblúkové konchy a šesticu výbežkov v spodnej časti a štvoricu výbežkov v hornej časti. Podložka je maľovaná hnedou podkladovou farbou, doplnená o dekorácie rastlinnými motívmi akvarelovou technikou, ktoré sú sústredené najmä okolo podložiek fotografií. Táto výzdoba je doplnená ornamentmi maľovanými imitáciou zlata. Zložitý okraj výrezu kopíruje dvojité čiara maľovaná bielobou.

Pasparta je maľovaná akvarelovou technikou rastlinnými motívmi zelenej, modrej a hnedej farebnosti. Vnútny okraj výrezu kopíruje štylizovaný pásový ornament okrovnedej farby. V pravom a ľavom dolnom rohu sa nachádzajú nápisy *1846* a *1896* v kartúšiach maľovaných imitáciou zlata.

Fotografie na podložkách sú ručne orezané do nepravidelného excentrického tvaru. Šesť z nich je približne rovnakej veľkosti, stredných rozmerov 13 × 10 cm, jedna z nich, umiestnená centrálnne, má priemerné rozmery 21 × 15 cm. Všetky portrétné fotografie sú komponované na výšku formátu. Štyri ležia na vertikálnej osi, v stredovej rovine formátu tabla, na paralelných osiach ležia potom zvyšné dve dvojice fotografií. Osoby na fotografiách na bočných osiach sú tvárou otočení do vnútra kompozície. Na fotografii, ktorá je orientovaná na šírku, je zachytené nárožie budovy a niekoľko postáv – fasáda rodinného podniku. Pri okraji sa konvexite jednej z konch pasparty nachádza nápis „Marian, Poszony“, ktorý napovedá, že dielo vzniklo v ateliéri Jozefa Mariana v Bratislave.

2.1. Ateliér na Dunajskej ulici

Jozef Marian prevzal etablovaný ateliér po Dávidovi Schleiferovi na Dunajskej ulici č. 7. a pôsobil v ňom v období medzi r. 1893 a r. 1903, do ktorého spadá aj predpokladaná doba vzniku diela. Ateliér potom p ostúpil K. Krziwanekovi, fotografovi z Viedne. Krziwanek firemnú tabuľu ateliéru Marian ponechal až do medzivojnového obdobia, zrejme z marketingových dôvodov [2]. Od roku 1904 do r. 1930 ateliér prevzal ďalší významný fotograf – Anton Szova.

V ateliéri na Dunajskej ulici sa takto vystriedalo hneď niekoľko vplyvných fotografov. Pred Dávidom Schleiferom vlastnil ateliér Karol Ságody (umeleckým menom Carlo di Sago). Po ňom prevzala tento ateliér Felícia Losauerová, jedna z prvých profesionálnych fotografiek a podnikateľiek v Bratislave, ktorá tu pôsobila do roku 1881. Dávid Schleifer ateliér opustil v r. 1886 (1884), potom krátko prevádzkoval ateliér na Lauriskej ulici č. 7 a Gorkého ulici č. 8 (1885 – 1886) a preslávil sa, mimo iného, svojimi inzerátmi v Pressburger Wegweiser a trochu výstrednými marketingovými praktikami [2]. Pre reštaurovanie fotografie je významné, že vyhotovoval želatínové fotografie na porcelán a iné úžitkové predmety ako hrnčeky, fajky.

2.2. Rodina Mader-Weisz

V zbierkach MMB sa nachádzajú ešte dva albumy rodiny Weisz a Mader. Z nich bolo autorke umožnené prezrieť si album s inv. číslom K – 2936 (288/73). Porovnaním sa podarilo identifikovať dvoch zobrazených – K. Weisza a zakladateľa T. Weisza. Portrét K. Weisza bol pre potreby vyhotovenia tabla zjavne vytvorený z rovnakej predlohy (preskreslením portrétu z fotografie postavy), podobizeň T. Weisza rovnako vychádzala z identickej predlohy, ako fotografia v rodinnom albume, v tomto prípade však z kresleného portrétu. Albumy boli do zbierky MMB získané od Hildy Weiszovej v roku 1973 [1].

Zakladateľom podniku bol Theodor Weisz (1824 – 1883). Jeho matka pochádzala z rodiny Mader. Po získaní koncesie na obchod so železiarskym tovarom sa zaoberal komisionálnym obchodom a špeditérstvom. Bol spolumajiteľom hámrov, majiteľ strojárne v Bratislave s päťdesiatimi zamestnancami, vlastnil aj zlievareň, obchod a sklad železa. Po smrti Theodora Weisza obchod viedla manželka, Hermína Weisz rod. Lehner (1836 – 1912) [1].

Rodina Mader bola významnou bratislavskou obchodníckou rodinou už od polovice 18. storočia. Ján Juraj Mader prevádzkoval od r. 1744 obchod so železiarskym tovarom – „U zlatého rýľa“. Z tohoto obdobia ochoval sa bohato zdobený vývesný štít s motívmi rocaillov a čepeľou rýľa [3]. Bol to najstarší veľkoobchod tohto zamerania v Bratislave [5]. Mešťanom sa stal 23. novembra 1744. Prevzal obchod svojho otca. Po smrti Jána Juraja Madera (18. 2. 1760) viedla obchod jeho manželka neskôr jeho syn – Tomáš Ehrenreich Mader.



Obr.1: Tablo rodiny Mader-Weisz, stav pred reštaurovaním, celok, predná strana.

Tomáš Ehrenreich Mader bol zapísaný do gildy 30. novembra 1785 (264.), ako obchodník zo železiarskym tovarom. Zaoberal sa aj zasielateľským obchodom, orientovaným hlavne na východné Slovensko. Bol členom vonkajšej mestskej rady.

Železiarstvo „T. E. Mader“ sa nachádzalo mieste dnešného nárožia námestia SNP a Štúrovej ulice. Bol to pôvodne barokový objekt z konca 18. storočia, ktorý vznikol ako šľachtický palác na priestranstve pred Laurinskou bránou [4]. Podnik Theodora Weisza, ktorý vlastnil medené hámre a valcovne pri Pajštúne, mal v budove sklady a zastúpenie. Pôvodne jednoposchodová budova bola po prvej svetovej vojne nadstavená v menej dekoratívnom výraze. Avšak už v rokoch 1937 – 1939 budovu pri rozširovaní ulice zbúrali a podľa projektu Jána Víška postavili moderný objekt, kde sa na prvom poschodí nachádzala kaviareň Luxor. Na vedľajšej parcele v rokoch 1927 – 1931 Mestská sporiteľňa postavila novú centrálu podľa projektu Juraja Tvarožeka [4].

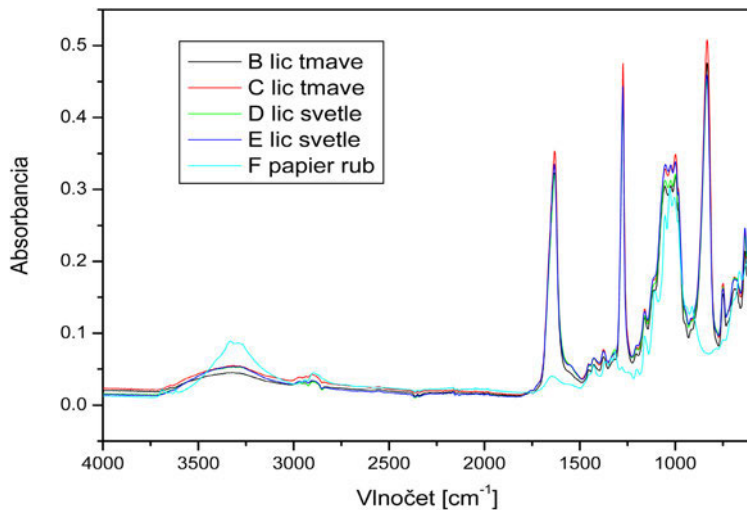
Rodina Weisz prevzala pajštúnske medené hámre pri Stupave, ktoré založil v štyridsiatych rokoch 18. storočia bratislavský mešťan Ján Majer, boli zamerané na spracovanie medeného odpadu na plech a rôzne výrobky z medi. Pre podnik, ktorý vtedy niesol názov „Pajštúnska meďárna a valcovňa Theodora Weisza“, to znamenalo výrazné oživenie a lokalita dostala svoje dnešné pomenovanie. Sortiment výrobkov sa popri zavedenej výrobe medeného riadu rozšíril aj na kotly pre cukrovary, liehovary a pivovary. Rozvoj železničnej dopravy napomohol ďalšiemu rozvoju podniku, keďže sa v mediarni vyrábali zariadenia na rozvod pary v parných lokomotívach. Mediareň si udržala svoje postavenie aj počas prvej svetovej vojny. V začiatkoch medzivojnového obdobia Weiszovci investovali do rozvoja výroby a nechali objekt elektrifikovať. Avšak po krátkej dobe začal podnik pre absentujúcu infraštruktúru upadať a s postupom hospodárskej krízy zanikol úplne.

3. Reštaurátorský výskum

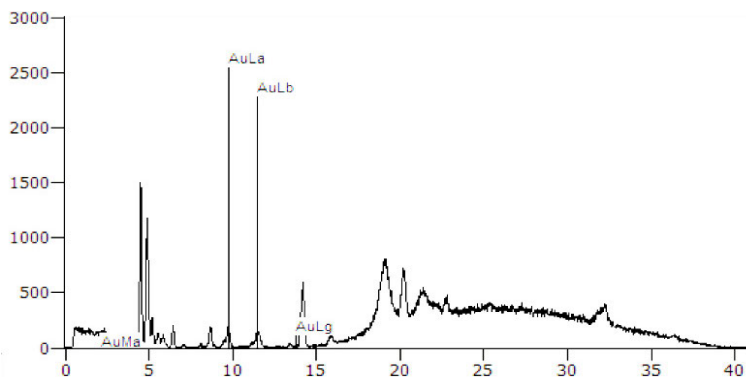
Cieľom reštaurátorského výskumu je oboznámiť sa s aktuálnym stavom diela, rozsahom poškodení a možnými sekundárnymi zásahmi. Závety výskumu sú jedným z východísk pre návrh na reštaurovanie. Výskum bol realizovaný deštruktívnymi a nedeštruktívnymi metódami v intenciách získať čo najviac informácií neinvazívnymi spôsobom, s ohľadom na historické a estetické kvality diela. Výskum nedeštruktívnymi metódami zahŕňa zadokumentovanie diela v rozptýlenom svetle, v ostrom bočnom osvetlení (VIS), v podsvietení (VIS), v blízkom UV žiarení, v blízkom infračervenom žiarení; meranie pH a zisťovanie obsahu kationov kovov v atramentoch pomocou indikátorových prúžkov. V spolupráci s Oddelením polygrafie a aplikovanej fotochémie bolo možné výskum rozšíriť o meranie ATR FTIR spektier (Obr. 2) fotografií a XRF analýzu (Obr. 3).

Cieľom výskumu deštruktívnymi metódami je oboznámiť sa s niektorými fyzikálne – chemickými charakteristikami a materiálovým zložením diela a samotných záznamov. Výskum bol realizovaný v chemicko-technologickom laboratóriu Katedry reštaurovania a pozostával z nasledovných častí:

- a) orientačné stanovenie látok použitých na glejenie papiera – glejidlá na báze škrobu (škroby rôzneho pôvodu, dextríny) – Klemmov roztok, Lugolov roztok
- b) orientačné stanovenie látok použitých na glejenie papiera – glejidlá s obsahom proteínov (živočíšny glej, želatina) – Biuretova reakcia, ninhydrínová reakcia



Obr. 2: Meranie ATR FTIR z rubovej a lícovej strany želatínovej fotografie – identifikácia proteínov želatínovej emulznej vrstvy a celulózy papierovej podložky.



Obr. 3: Zisťovanie použitia zlatitého tónovača röntgenovou fluorescenčnou spektrometriou.

- c) dôkaz éterov celulózy – v indikovaných prípadoch (Lítiumchloridovou skúškou)
- d) dôkaz kazeínu – v indikovaných prípadoch (Amakiewiczovým činidlom)
- e) testy na prítomnosť lignínu v papierovom nosiči fluoroglucinolom a kyselinou sulfanilovou.
- f) analýza vlákninového zloženia – vyhodnocovanie natívneho preparátu a analýza pomocou vyfarbivacích skúšok – Herzbergovým roztokom, Sutermeisterovým roztokom, Graffovým roztokom C, Jankeho roztokom, du Pontovým reagens, v indikova-

ných prípadoch ešte Mäulovým testom a inými skúškami. Preparáty sa vyhodnocujú prostriedkami optickej mikroskopie pri zväčšení 40×, 100× a 200× na kalibrovanom monitore

- g) skúšky rozpustnosti záznamov v rozpúšťadlách, ktorých použitie sa predpokladá v procese reštaurovania

4. Vyhodnotenie výskumu

Lepenka je tvorená jadrom z menej kvalitného materiálu a povrchovej vrstvy tvorenej tenkého papiera z bielenej buničiny, na ktorej sa v oboch prípadoch (na podložke, ako i na pasparte) nachádza farebná vrstva. Tieto dva typy sa odlišujú farbou, hrúbkou, štruktúrou, ako aj mechanickými vlastnosťami. Test na obsah škrobu v podložke Klemmovým roztokom potvrdil, že papierový nosič obsahuje škroby vo veľkom množstve, prítomnosť bielkovín sa nepotvrdila. Kyselinou sulfanilovou, ako aj fluoroglucinolom bola potvrdená prítomnosť veľkého množstva lignínu v lepenke podložky, aj v lepenke pasparty. Bielené papiere, na ktoré tvoria povrch lepenky obsahujú menšie množstvo lignínu, poskytujú menej intenzívne reakcie, stále však obsahujú lignín v nezanedbateľnom množstve.

Farebná vrstva na podložke je vybudovaná temperovou technikou, doplnená akvarelom a imitáciou zlata. V súčasnom stave je značne zdeformovaná, silne zvlneaná, zo zadnej strany sa odvrstvuje. Na celom povrchu sa nachádzajú kolónie plesní. Tieto skutočnosti sa odrážajú na stave farebnej vrstvy, ktorá je v dôsledku zatečenia skrakelovaná a v dolnej časti vymytá. Zatečenie navyše spôsobilo mobilizáciu zinkovej bieloby okrajovej dekoratívnej linky a jej zapítenie do pôvodnej farebnej vrstvy, čo sa pri výskume v UV žiarení manifestovalo intenzívnou jasnožltou luminiscenciou. V spodnej časti farebnú vrstvy navyše poznačilo poškodenie zatečením, ktoré spôsobilo odplavenie časti tempery a celkovú zmenu tonality. Uloženie tabla v ráme so sklom navyše potencovalo rast plesní, keďže sklenená bariéraposkytovala dlhodobu udržateľné nadštandardné vlhkosťné a teplotné podmienky pre ich inkubáciu. Drevitú lepenku, škrobové glejdló a želatína emulznej vrstvy rovnako predstavuje ideálny susbtrát pre rast mikroorganizmov, čoho dokladom je aj súčasný stav diela. Výskum podložky v ostrom bočnom osvetlení potvrdil dobrú súdržnosť lepenky a a bieleného papiera, avšak poukázal na závažnosť poškodenia farebnej vrstvy krakelážou a celkovo nerovný povrch farebnej vrstvy.

Na pasparte sa odrážajú mechanické poškodenia podložky, kopíruje esovitú zvlneanie a je rovnako poznačená masívnou proliferáciou plesní, sama je zdrojom kontaminácie pre paspartu nesúcu farebnú vrstvu.

Poškodenie farebnej vrstvy podložky je mnohoraké. Ako najvýraznejšie sa javí poškodenie zaplavením, ktoré zanechalo približne vo výške 50 cm od spodného okraja kontrastnú hranicu naplavenej nečistoty v podobe tmavej línie s difúzne ohraničeným spodným okrajom, ktorá prechádza farebnou vrstvou, ako aj fotografiou, ktorá sa dochovala na pôvodnom mieste. Farebná vrstva pod touto hranicou je nerovnomerne vymytá, v spodnej časti miestami až ku podložke. V týchto miestach kolorit nekorešponduje s farebnosťou v častiach nad záplavovou hranicou. V spodnej konche výrezu presvitá papierový nosič, resp. jeho povrchová úprava. Hneď temperová farba preukázala špecifickú reakciu na vodu – po kontakte s vodou okamžite bobtná a zmyva sa

v gélovej vrstve od podložky. Procesy s použitím vody je teda nutné v tomto prípade jednoznačne vylúčiť. Krakeláž má charakter prasklín o priemere do 3 mm ktoré otvárajú farebnú vrstvu až k nosiču. V horných častiach podložky, kde sa farebná vrstva dochovala v relatívne intaktnej hrúbke, sú to malé ostrovčekovité krakely, z ktorých prevažujú vlákna papiera, nižšie sú to plytšie krakely fisúrovitého typu. Akvarelové farby, ako aj nápisy tušom zostali zatečením takmer nedotknuté, hoci testy rozpustnosti preukázali ich senzitivitu voči polárnym rozpúšťadlám.

Samotné fotografie sú poškodené najmä rozrastaním mycélií v krakeloch emulznej vrstvy, čo spôsobuje jej mechanické rozrušovanie a vypadávanie. Rovnako dochádza k prerastaniu mycélií z podložky fotografie smerom k nosiču emulznej vrstvy. Prítomné sú aj pre želatínovú fotografiu charakteristické bodové výpadky emulznej vrstvy. Na každej z fotografií sa nachádzajú autorské retuše, na jednej z fotografií možno pozorovať aj úpravy negatívu (Obr. 4).



Obr. 4: Úpravy na negatíve – retušovanie dvojitej expozície jednej z fotografovaných postáv (označené šípkou).

5. Priebeh reštaurovania

Po prevezení diela do ateliéru bol zadokumentovaný stav pred reštaurovaním a dielo bolo následne vybraté z rámu. Rám i sklo boli očistené od vrstvy depozitu, fragmenty výzdoby boli upevnené.

Dielo bolo podrobené reštaurátorskému výskumu a následne dezinfikované v parách butanolu po dobu 24 hodín. Po dezinfekcii bol celok očistený od vrstiev depozitu – prachu a vrstvy plesní, časti, ktoré sa už nenachádzali na pôvodnom mieste (fotografie, podložky fotografií, prípadne ich časti) boli zaevidované a označené. Následne bolo možné pristúpiť k rozdeľovaniu diela na jednotlivé časti. V prvom kroku boli odobraté fotografie, ktoré sú najväčšmi náchylné na mechanické poškodenie. Súčasne boli odobraté uvoľnené časti podložiek fotografií. Degradácia adhezíva, ktoré bolo použité

na lepenie fotografií ku podložkám spôsobila, že nebolo nutné použiť žiadne dodatočné prostriedky na uvoľnenie fotografií. Po odobratí fotografií bolo možné oddeliť paspartu ako celok od podložky. Po oddelení pasparty bola za použitia pary a skalpelu oddelená vrchná dvojrstva pasparty, resp. periférny list lepenky a vrchný, bielený list s maľbou (nosič farebnej vrstvy). Po oddelení dvojlistu bol tento vyčistený od depozitu pomocou gumového granulátu.

Podložka bola očistená mechanicky – oprašovaním vlasovým štetcom (charakter maľby neumožňoval razantnejšie čistenie). Po ukončení čistenia boli upevňované otvorené krakely na prednej strane. Po presušení boli výpadky a trhliny dotmelené papierovinou a ešte za vlhka dorovnané tak, aby nebolo nutné tmely brúsiť, keďže brúsenie by mohlo poškodiť farebnú vrstvu. Po dotmelení bolo možné pristúpiť k retuši doplnených častí a krakelov nápodobivý spôsobom.

Lepenková pasparta bola mierne zvlhčená za pomoci rozprašovača a sušená pri vysokom tlaku v lise za účelom vyrovnania a nalepenia vrstvy japonského papiera. Podložky fotografií boli skompletizované – jednotlivé listy lepenky boli k sebe postupne lepené podľa zaevidovaného poradia, na záver bol nalepený predný a zadný bielený papier. Na spodnú stranu každej podložky bola navyše nalepená vrstva japonského papiera.

Na maľovanej pasparte bola farebná vrstva zafixovaná roztokom cyklohexanu v toluéne. Po 1 hodine bolo dielo položené na netkanej textilii na vodnú hladinu, kým neabsorbovalo dostatočné množstvo vody na proces bielenia. Bielenie bolo rozdelené do niekoľkých fáz tak, aby bolo možné proces kontrolovať a výsledný výraz bol relatívne vyvážený. Po ukončení bielenia bola chýbajúca hmota doplnená dolievaním suspenziou papieroviny vhodného zloženia. V ďalšom kroku bolo dielo vypnuté na pripravený japonský papier. Po vysušení bolo možné pristúpiť k retušovaniu doplnených častí.

Samotné fotografie boli mechanicky očistené od zvyškov plesní pomocou vaty a vatových tampónov (razantnejšie čistenie nie je pre mechanické vlastnosti emulznej vrstvy možné). Po očistení boli jednotlivito krátko vodované v studenej vode a následne bielené. Po vysušení boli okraje úbytkov emulznej vrstvy upevnené, rovnako, ako krakely a bodové výpadky charakteristické pre želatínovú fotografiu. Doplnené miesta boli zaretušované nápodobivou retušou.

Posledným krokom reštaurovania bola reintegrácia – znovuspojenie všetkých častí tabla na pôvodné miesto pomocou syntetického adhezíva Beva. Po spojení všetkých častí nasledovalo záverečné scelenie retušou.

6. Záver

Tablo Rodiny Mader-Weisz je významným dielom dokumentujúcim dobový vkus a zvyklosti rozvíjajúcej sa vrstvy podnikateľov, rovnako zostáva autentickým svedectvom o živote rodiny pôsobiacej v Bratislave 19. storočia. Z reštaurátorského hľadiska je pozoruhodné aplikáciou viacerých maliarskych a dekoratívnych techník na rôzne typy nosičov (papier, lepenka, fotografia) s použitím materiálov pre umeleckú prax dostupných na konci 19. storočia. V tejto oblasti na reštaurátorský výskum zmysluplne nadväzuje analýza materiálov pomocou metód molekulovej spektroskopie.

Prínos spolupráce medzi reštaurátorom, historikom umenia a chemikom pri reštaurovaní diela, ktoré je nositeľom takého komplexného odkazu nespočíva len v optima-

lizácii postupu reštaurovania, či selekcii vhodných konzervačných materiálov, ale aj v zhodnotení informácií získaných odborným výskumom v každej z oblastí.

PodĎakovanie

Vyhodnotenie spektroskopických meraní na oddelení Polygrafie a aplikovanej fotochémie bolo podporená z grantu VEGA 1/0811/11 a APVV 0324-10.

Reštaurátorský výskum bol podporený z projektu KEGA 002VŠVU-4/2012

Špeciálne poďakovanie patrí prof. Borisovi Kvasnicovi, Akad. mal., vedúcemu diplomovej práce a PhDr. Elene Kurincovej, vedúcej Odborného oddelenia Múzea mesta Bratislavy.

7. Literatúra

1. Kurincová, E. 2010. Fotografické albumy bratislavských podnikateľských rodín. In: Zborník Múzea mesta Bratislavy, 2010, XXII. ISBN 978-80-969864-5-3 ISSN 0524-2428, str. 157 – 172.
2. Hanák, J. 2006. Bratislavskí fotografi (1840 – 1920). Bratislava: Albert Marenčin – Vydavateľstvo PT, 2006. ISBN 80-89218-31-8.
3. Forbat, E. 1959. Dejiny bratislavského obchodu v 18. a 19. storočí. Bratislava: Vydavateľstvo Slovenskej Akadémie Vied, 1959. 580 strán.
4. Gažo, M., Holčík, Š., Zisner, O. 2003. Bratislava pred sto rokmi a dnes. Bratislava: Albert Marenčin – Vydavateľstvo PT, 2003. ISBN 80-88912-45-8.
5. Obuchová, V., Holčík, Š. 2006. Cintorín pri Kozej bráne v Bratislave. Bratislava: Albert Marenčin – Vydavateľstvo PT, 2006. ISBN 80-88912-89-X.
6. Hrnko, A. 2004. Stupava: Potu ky históriou. Bratislava : Albert Marenčin — Vydavateľstvo PT, 2004. ISBN 80-88912-50-4.

Reštaurovanie, konzervácia a rekonštrukcia historických stolárskych nástrojov

Vladimír Bahýl, Juraj Čapelja

KFEAM, DF TU vo Zvolene

Abstrakt: Práca sa zaoberá problematikou reštaurovania a aj rekonštrukcie historických stolárskych nástrojov, v tomto konkrétnom prípade falcovacieho a žliabkovacieho hoblíka. Išlo o stolárske nástroje z prvej polovice devätnásteho storočia značne poškodené zubom času. Tieto sa nám podarilo nielen reštaurovať, ale aj sfunkčniť, t. j. rekonštruovať. Následne boli tiež nástroje riadne zakonzervované.

O všetkom, o našich skúsenostiach a postupoch pri tejto práci informujeme a dúfame, že tým otvoríme cestu k reštaurovaniu, náležitému ošetrovaniu a aj k rekonštrukcii tých stolárskych nástrojov, ktoré žiaľ ležia často v skutočne dezolátnom stave vo vitrínach našich múzeí.

Kľúčové slová: historické stolárske nástroje, reštaurovanie, rekonštrukcia

1. Úvod

Reštaurovanie je podľa nášho názoru umením, špecifickým umením a teda každé reštaurované dielo je vlastne umeleckým dielom ku ktorému má právo sa hlásiť ako au-



Obr. 1: Slávna freska zo Zaragozy pred a po „reštaurovaní“.

tor originálu, tak aj reštaurátor. A reštaurátorom nemôže byť hocikto. Pre čitateľa, ktorý by snáď pochyboval o pravdivosti nášho základného tvrdenia predkladáme ako dôkaz pokus o reštaurovanie fresky Ecce homo neďaleko Zaragozy.

Nie je ťažké vziať do rúk husle a ťahať slákom po strunách. Tu je škoda návratná. No vziať do rúk štetec a „reštaurovať“ tak vzácnu fresku, ako je na obrázku vľavo bez príslušného citu, vzdelania a súdnosti, výsledok nemôže byť iný, ako ten na pravej časti obrázku.

Prečo tento úvod. Jednoducho preto, že sa necítíme byť povolaný k umeniu reštaurovať. Iba núdza nás doviedla k tomu, že po preštudovaní si príslušnej literatúry sme sa pustili skúšobne do práce nad dvomi z našich historických stolárskych ručných pracovných nástrojov, konkrétne profilovacieho a žliabkovacieho hoblíka a reštaurovali sme ich vlastne do tej miery, že sa dá s nimi bezpečne pracovať – hobľovať. Núdza v tom zmysle, že s hoblíkmi v pôvodnom stave sa nedalo pracovať a my sme s nimi pracovať potrebovali. Preto sme pristúpili najskôr k ich reštaurovaniu, t. j. uviedli sme ich do funkčného stavu, t. j. rekonštruovali sme ich a následne sme ich ošetrili a podľa nášho názoru zakonzervovali sme ich tak, aby sa v budúcnosti neznížila ich funkčnosť.

2. Hoblíky v pôvodnom stave

Hoblíky boli pôvodne v pomerne zlom technickom stave, ich telá boli viditeľne poškodené drevokazným hmyzom, nože boli silno skorodované (zhrdzavené) a samozrejme zatupené. Tento ich pôvodný stav dokumentujeme aj nasledovnými obrázkami. Na obrázku č. 2 je profilovací hoblík, ktorý niekto, zrejme zlý majster doplnil vodiacou lištou pribitou dvomi klincami na spodnú hranu hoblíka. Je vidno, že ten, kto tak urobili



Obr. 2: Profilovací hoblík pred reštaurovaním.

na jednej strane hoblík znehodnotil a na druhej strane zrejme nemal „dost' pevnú“, majstrovskú ruku (v tom zmysle bol zlým majstrom), aby čosi také ako vodiacu lištu nepotreboval. Preto hneď v úvode poznamenávame, že táto bola v procese reštaurovania hoblíka z neho odstránená ako prvá.



Obr. 3: Hoblík nazývaný „žliabkovač“ pred reštaurovaním.

Na obrázku číslo 3 je pre zmenu hoblík – žliabkovač, ktorý je tak poškodený drevokazným hmyzom, že niekto by sa už ani nenamáhal s jeho reštaurovaním a rekonštrukciou. Keďže ale ide o vzácny, historický hoblík z roku **1837**, rozhodli sme sa hoblík reštaurovať, sfunkčniť (rekonštruovať) a samozrejme konzervovať a tým uchovať ho pre budúcnosť.



Obr. 4: Nože.

Pre úplnosť dokumentujeme na obrázku číslo 4 aj stav nožov pred a po reštaurovaní.

Z obrázku je vidno, že ide o nože originálne a prispôbosené účelu ich používania v minulosti.

3. Postup reštaurovania

Postup reštaurovania sme založili na konštrukcii samotných hoblíkov. V tomto smere profilovací hoblík je zložený z dvoch drevených častí z hrabového dreva a to z lôžka, z upínacieho klina a z kovaného oceleového hobľovacieho noža. Hoblík žliabkovač je zložený z troch drevených častí a to z lôžka, z pomocného kolíka pre uľahčenie práce, z upínacieho klina a zo „železka“, t. j. z kovaného, oceleového hobľovacieho noža. Upínací klin a lôžko sú zhotovené z hrabového dreva a pomocný kolík je vyhotovený z dubového dreva. Hoblíky sme najprv rozobrali. Kolík na žliabkovači pri práci povolil, takže sme kompletne rozobrali aj žliabkovač. Drevené časti sme zbavili nečistôt bavlnenou handričkou namočenou denaturovaným liehom a s ňou sme všetky časti dôkladne poutierali. Táto metóda sa ukázala byť veľmi pozitívnou pretože spôsobila uvoľnenie nečistôt a výraznú zmenu farby z tmavej na svetlejšiu. K zmene farby, vlastne k návratu ku jej pôvodným odtieňom došlo preto, lebo hoblíky opotrebovaním a neadekvátnym



Obr. 5: Brúsenie – reštaurovanie profilovacieho noža.

uskladnením boli vystavené masťotám, prachu, drevokaznému hmyzu a korodovaniu spôsobenému kontaktom s hobľovacími nožmi, ktoré boli pevne upnuté v lôžku hoblíka spolu s dreveným klinom.

Nasledovala časť práce v ktorej úlohou bolo reštaurovať hobľovacie nože. Želiezko profilovacieho hoblíka sme dali naostriť na rovinnej kotúčovej brúske z magnetickým uchytením nástroja o stôl, viď obr. č. 5. Táto brúska je vysoko presná, brúsenie sa uskutočňuje obvodovou stranou kotúča a brúsi so záberom rádo vo mikrometroch. Želiezko je ostrené tak že sme brúsili čelnú plochu železka a to z dôvodu zachovania geometrie profilu noža. Ukončením ostrenia na rovinnej brúske na noži zostala tzv. ihla ktorá sa vždy musí pozorne odstrániť. Po odstránení ihly dostávame konečnú geometriu ostria, ktorej povrch závisí od zrnitosti obťahovacieho materiálu.

Konečnú akosť nástroja sme dosiahli obťahovaním plôch na viacerých vodných kameňoch striedaním čelnej plochy a chrbtových plôch nástroja. Chrbtovú stranu sme obťahovali na plochom kameni a chrbtové plochy sme obtiahli polo-okrúhlym kameňom, a kút uprostred ostria sme obtiahli tyčinkou kvádrového tvaru ktorú vidíme na obr. 6.



Obr. 6: Brúsne kamene použité pri presnom profilovaní ostria.

Čelnú stranu železka zliabkovača sme zrovnali na rovinnej brúske. Následne sme nabrúsili chrbtovú stranu železka na kotúčovej brúske a brúsenie sme dokončili obťahovaním na brúsnom vodnom kameni.

Známe je že drevorezné nástroje mimo prevádzky a bez konzervačného povlaku sú citlivé a náchylné k oxidovaniu a veľmi rýchlo skorodujú. Koróziu zo železok oboch hoblíkoch sme odstránili mechanickou cestou, brúsnym papierom zrnitosti 180, za súčasného aplikovania univerzálneho maziva „WD-40“, ktoré slúži na antikoróziu ochranu, čistenie, odmasťovanie, mazanie, ochranu a konzervovanie kovu.

Aplikáciou maziva WD-40 je ukončená posledná fáza reštaurovania železok. Ochrana nožov týmto mazivom je dočasná a v interiéri bude chrániť nože najmenej

jeden rok. Do budúcnosti, pre zachovanie súčasného povrchu železok odporúčame pravidelné nanášanie tohto prostriedku.

Hoblík žliabkovač na rozdiel od profilovacieho hoblíka zrejme nebol ošetrený impregnáciou, keďže je zo všetkých strán napadnutý drevokazným hmyzom (červotočom) a vôbec na ňom nebolo vidno povrchovú úpravu. Profilovací hoblík je impregnovaný po dlhšiu dobu, a odhadom by v takomto stave vydržal dlho. Aj napriek tomu pre istotu oba hoblíky sme petrifikovali striekaním overeným insekticídnym prostriedkom. Hoblíky sme ošetrili prostriedkom „Lignofix I-Profi-OH“. Táto liehová modifikácia Lignofixu I-Profi je bezfarebná a je určená na ošetrovanie pamiatkových objektov, vzácneho historického dreva napadnutého drevokazným hmyzom.

Pri tejto činnosti musíme pripomenúť na dodržiavanie hygieny práce a osobných ochranných prostriedkov, ako aj na ochranu životného prostredia.

Pre upevnenie kolíka žliabkovača sme použili PVAc lepidlo „Jowacoll 103.15“. Otvory po klincoch a červotoči a všetky nežiadajúce dutiny sme zatmelili vodou riediteľným tmelom „Clou“ s dubovým odtieňom, a na záver sme oba hoblíky natrelí čistým ľanovým olejom.

Takto ošetrené hoblíky s pravidelnou údržbou by mali vydržať mnoho rokov bez strachu z pred biologického alebo poveternostného znehodnotením.



Obr. 7: Reštaurované a rekonštruované hoblíky.

4. Záver

Na záver by sme chceli povedať že v tejto práci sa na prvom mieste jedná o starostlivosť a o ochranu konkrétnych historických stolárskych nástrojov. Dôležité fakty o remesle a historickom nábytku sa môžu nájsť aj v samotných nástrojoch. V minulosti vytvorené predmety bez takýchto nástrojov by vyzerali výrazne inak a niektoré by vôbec nejestvovali. Preto historické nástroje treba poznať, učiť sa z nich a rozumieť ich používaniu. Neodmysliteľnou súčasťou takejto práce je teória obrábania dreva a zdokonaľovanie nástrojov na obrábanie dreva. Preto aj ochranou historických nástrojov a ich prezentovaním predĺžime remeselnú tradíciu do budúcnosti, ňou si váženie kultúrneho dedičstva, kvalitných predmetov vyrobených rukami starých majstrov, ktorí si často vážili svoje výrobky viac ako ich kupci. Túto cestu by si mali všetci výrobcovia (zamestnávateľa a pracovníci) vážiť a ísť po nej aj dnes.



Obr. 8: Nami reštaurovaný profilovací hoblík pri práci. Precíznosť, presnosť a kvalita sú zaručené.

Na druhom mieste chceme pripomenúť že jestvujú cenné artefakty, ktorými sa už dávno nepracuje. Takéto kultúrne pamiatky odborným nedeštruktívnym výskumom (napríklad počítačovou tomografiou) môžeme zaradiť do dvoch skupín. Do prvej skupiny môžeme zaradiť nástroje ktoré sú spôsobilé pre výkon práce a do druhej nástroje ktoré už nemôžu vykonávať svoju pôvodnú funkciu a to predovšetkým vzhľadom k zaisteniu bezpečnosti a zdravia pri práci a k zamedzeniu nebezpečenstva poruchy nástroja a obrobku pri práci. Takým nástrojom reštaurátor môže vrátiť a uchovať muzeálnu a zberateľskú hodnotu, ktorá môže byť pre ctiteľov remesla koníčkcom a zároveň veľkým potešením.

Celkom na záver si dovoľujeme poznamenať, že poznávanie života generácií ďaleko, ďaleko do minulosti vedie často cez poznávanie a rekonštruovanie ich bežných činností. Sem patrí napríklad aj rekonštrukcia používania pracovných nástrojov zostrojených z dreva. Položme si „rečnícku otázku“. Ako dokázali naši prapredkovia vyvŕtať skutočne v tvrdom kameni takýto otvor. Odpoveď je podľa výskumov a rekonštrukcií pracovných postupov zdanlivo jednoduchá. Vzali tyčku z tvrdého dreva. Podsykali ju vlhkým drobným pieskom ma krútili. Času mali dosť. Najskôr jednoducho rukou a neskôr si rotačný pohyb zabezpečili tak, že na „vŕtaciú“ tyčku ovinuli jeden závit tetivy luku. Hľa, aké jednoduché no aké ťažké to vymyslieť. V tom je veľkosť ducha ľudí oných čias a svedectvom toho, kam až do minulosti siaha doba používania drevených nástrojov. Toto nás jednoducho núti sa drevom ako materiálom – nástrojom, ktorý sprevádza človeka vlastne od kolísky po hrob sa zaoberať, nenechať ho podľahnúť zubu času a to, čo sa dá obnoviť, obnoviť, reštaurovať, rekonštruovať.



1-518