FORUM 2025 / roč. XV / č. 2

PRO KONZERVÁTORY-RESTAURÁTORY
FORUM FOR CONSERVATORS-RESTORERS

2025 / Vol. XV / No. 2
Peer-reviewed open access journal

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

Editorial Board:
Ing. Ivo Štěpánek (Head of Editorial Board)
doc. Mgr. art. Jakub Ďoubal, Ph.D.
doc. Dr. Ing. Michal Ďurovič
akad. mal. Igor Fogaš
Ing. Pavel Jirásek
Ing. Jan Josef
doc. akad. soch. Petr Kuthan
Ing. Radka Šefců, Ph.D.
Mgr. Pavla Stöhrová (Secretary)

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

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

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

© Technické muzeum v Brně, 2025
ISSN (Online) 2571-4384
ISSN (Print) 1805-0050

DOI 10.61574/FKR.2025.2.085

TECHNICKÉ MUZEUM V BRNĚ

METODICKÉ CENTRUM KONZERVACE

APLIKACE HYDROGELŮ PŘI RESTAUROVÁNÍ ARCHITEKTONICKÝCH MODELŮ ZE 40.–70. LET 20. STOLETÍ V RÁMCI MEZIINSTITUCIONÁLNÍ SPOLUPRÁCE

Maria Borysenko[1, 2] · Jan Ivanega[3]

1 Muzeum východních Čech v Hradci Králové, restaurátorka-konzervátorka
2 Ústav chemické technologie restaurování památek, VŠCHT Praha, Ph.D., studentka
3 Východočeské muzeum v Pardubicích, vedoucí oddělení správce uměleckoprůmyslových sbírek

Mgr. Maria Borysenko, restaurátorka-konzervátorka papíru a kovu, kunsthistorička. Doktorandka Ústavu chemické technologie restaurování památek, VŠCHT Praha. Předsedkyně sekce restaurování ICOM Ukrajina. Absolvovala řadu mezinárodních stáží a kurzů ve Velké Británii, Japonsku, Francii, Německu, Portugalsku, Litvě, Číně a dalších zemích. Zaměřuje se následujícími směry: konzervování-restaurování sbírkových předmětů z papíru a kovů, preventivní konzervace, integrovaná ochrana proti škůdcům (IPM). (m.borysenko@muzeumhk.cz)

Konzervace a restaurování architektonických modelů je specificky náročným úkolem. Tyto objekty zpravidla vznikaly pro účely krátkodobé prezentace, jsou často vytvořeny z nekvalitních materiálů a rovněž jejich výrobní postupy a techniky nejsou nijak sofistikované. U zhotovených modelů je naopak patrná nemalá míra improvizace, jak po stránce výrobních postupů, tak v různorodosti či atypičnosti použitých materiálů.
Před zařazením do muzejních sbírek nebyla těmto předmětům obvykle přisuzována žádná zvláštní historická ani kulturní hodnota. Z toho důvodu v minulosti často docházelo k jejich výraznému poškození v důsledku nevhodného zacházení a uložení.
Restaurování objektů této povahy často vyžaduje aplikovat procesy in situ v širokém materiálním spektru. Modely mohou být vyrobené z rozmanitých druhů materiálů. Celková rozmanitost, jejich úprava a použití, ale především míra degradace pak vyžadují vhodně zvolenou metodu ošetření a čištění, která bude dostatečně účinná, ale zároveň šetrná k originálu. Jednou z metod s kontrolovaným působením vlhkosti, která se v rámci metodické spolupráce mezi Muzeem východních Čech v Hradci Králové a Východočeským muzeem v Pardubicích osvědčila, je použití hydrogelových čisticích systémů.
Klíčová slova: konzervování, restaurování, architektonické modely, hydrogely, čištění, meziinstitucionální spolupráce

APPLICATION OF HYDROGELS IN THE RESTORATION OF ARCHITECTURAL MODELS FROM THE 1940' S–1970' S WITHIN THE FRAMEWORK OF INTERINSTITUTIONAL COOPERATION
Conservation and restoration of architectural models is a challenging task. The main factor is that these objects were usually created for the purpose of temporary presentation and were therefore not created for long-term storage. At the same time, they are often made of materials that are not of very high quality and lasting, and, likewise, the production processes and techniques used are not very highly developed from a technological point of view. On the other hand, a considerable degree of improvisation is evident both in terms of production techniques and in the variety or atypicality of the materials used.
Before these objects were integrated into museum collections, the historical or cultural value of these objects was not particularly well understood. For this reason, in the past, they often suffered damage, losing their mechanical properties and being contaminated in many ways because of negligent and careless handling and storage.
Restoration of such objects often means in situ processes applied to a wide range of materials including, for example, paper and its products, wood and wood-based products, plastics, metals, plant elements, textiles, etc. The overall variety of materials, their treatment and use, but above all the degree of degradation, require properly selected cleaning methods that are sufficiently effective but, at the same time, harmless to the original. One such method is the use of hydrogel cleaning systems, which provide controlled moisture exposure and have shown promising results within the framework of methodological assistance in the interinstitutional cooperation between the Museum of East Bohemia in Hradec Králové and the East Bohemian Museum in Pardubice.
Keywords: conservation, restoration, architectural models, hydrogels, cleaning, interinstitutional cooperation

Architektonické modely jsou prostorové objekty vzniklé v rámci projektování či rekonstrukce a představují výsledky tvůrčího procesu architektů, historiků a dalších odborníků. V průběhu dějin se modely lišily jak po stránce provedení, tak z hlediska své funkce. Přesto jim zůstává společný základní rys – názorné trojrozměrné ztvárnění architektonického záměru [Schindlauer, 2000; Elser, 2012; Schilling, 2018]. Architektonické modely mohou nést historickou, kulturní, místopisnou i uměleckohistorickou hodnotu. Právě proto je otázka jejich ochrany a restaurování ve sbírkách paměťových institucí mimořádně důležitá a aktuální. Vzhledem k řadě faktorů může restaurování takových předmětů představovat pro konzervátory značnou výzvu. Absence standardizovaných výrobních postupů i rozmanitost použitých materiálů kladou vysoké nároky na individuální přístup při plánování a realizaci konzervačních a restaurátorských zásahů. Zkušenosti s restaurováním architektonických modelů jsou v odborné literatuře zatím zastoupeny spíše okrajově [Delidow, 2013; Bamforth, 2004; Marques, 2004; Nash, 2018]. Výzkumy a publikace na toto téma mají praktickou i teoretickou hodnotu pro rozvoj oboru.

ARCHITEKTONICKÉ MODELY V PROJEKČNÍ PRAXI POVÁLEČNÝCH PARDUBIC

Předmětem našeho příspěvku jsou modely ze sbírky Východočeského muzea v Pardubicích. Motivem k jejich bližšímu průzkumu i restaurování je příprava výstavy *Život na sídlišti: Pardubice 1945–2000* (Východočeské muzeum v Pardubicích, 2025–2026).

Na úvod shrneme okolnosti jejich vzniku, způsoby, jakými s nimi původci pracovali, a zamyslíme se nad jejich typologií. Jádrem příspěvku je podrobný popis restaurování vybraného vzorku předmětů.

Z četných modelů architektury ve sbírce Východočeského muzea v Pardubicích se prozatím pozornosti dočkaly jen ty nejstarší. Vznikly na sklonku 19. století pro potřebu Národopisné výstavy v Praze [Horká, 1992; Tempír, Bureš a Procházka, 1996, s. 16]. Muzejní spolek získával modely i později (na výstavě představíme model pardubické obytné čtvrti od Františka Kalivody, vzniklý za Protektorátu).[1] Další soubor 27 architektonických modelů převedených do muzejní sbírky na podzim roku 1975 z majetku Městského národního výboru v Pardubicích prozatím pozornosti vesměs unikal.[2] Našly své místo na půdě pardubického zámku, kde muzeum sídlí. Utrpěly poškození prudkými výkyvy teplot a vlhkosti i zatékáním dešťové vody.

Největší část z muzejní kolekce architektonických modelů vznikla v socialistických projekčních organizacích. Model experimentální školy Studánka vzešel z činnosti Výzkumného ústavu školských staveb a zařízení v Praze (v prosinci 1959 byl vystaven na mezinárodním sympoziu o školské architektuře)[3] Několik dalších modelů vyrobili účastníci architektonických soutěží (zejména při konkurzu na pardubickou operní scénu v roce 1961) a ostatní vznikly dílnách pardubického Stavoprojektu.[4]

Nejstarším modelem ze Stavoprojektu v muzejní sbírce je zhmotnění představy Jana Krásného o sídlišti Polabiny od Huga Studničky.[5] Obsahuje dílčí odlišnosti proti úvodnímu projektu, vznikl tak nejspíš ještě před jeho vypracováním.

Ze stejné ruky vzešel i model zachycující zamýšlené sídliště Přednádraží.[6] Studnička jej vyrobil pro potřebu poradního sboru pro architekturu, jehož členové konzultovali jednotlivé stavební záměry v socialistických Pardubicích. Pro potřeby sboru vzniklo v roce 1955 přinejmenším 6 modelů celku i částí.[7] Na sklonku padesátých let připravil Hugo Studnička i model zimního stadionu.[8]

Po častější přípravě modelů, která měla podle něj zkvalitnit architektonické návrhy, volal v lednu 1965 architekt Lubomír Driml.[9] V dalších letech skutečně počet modelů připravených Stavoprojektem výrazně stoupnul. Jeho kolega František Příborský (do pardubického Stavoprojektu nastoupil v roce 1965) na tehdejší praxi vzpomíná následovně:

„Modely se dělaly v úrovni územních plánů. Dneska se dají dělat ve 3D, úplně jinak. Tenkrát jsme lepili vrstevnici jednu na druhou, vyřezávali jsme, aby se dosáhlo nějakého výškového uspořádání. […] Ty modely byly docela pracně udělané, jak říkám, na těch dřevěných podkladech s vyřezávanými vrstevnicemi z lepenek a z balzy vyřezávanými patry objektů. Čili ta práce, pokud se to dělalo, tak byla docela náročná."[10]

Urbanistické i architektonické modely Stavoprojekt často vystavoval. Urbanisté jejich prostřednictvím vysvětlovali urbanistické záměry veřejnosti, ale i představitelům místní správy.[11]

Princip využívání modelů pro prověřování urbanistických souvislostí zamýšlených objektů i pro zkoumání možností utváření konkrétních staveb ve Stavoprojektu během šedesátých let pevně zakořenil. Typickou ukázkou je případ modelů výškového domu v centru sídliště Polabiny III. Příprava „jednoduchého pracovního modelu" v zadaném měřítku 1 : 500 byla pevnou součástí podnikové soutěže vypsané v prosinci 1968. Na jaře příštího roku již model mohli obdivovat čtenáři pardubických novin *Zář*.[12]

V průběhu sedmdesátých let architekti Stavoprojektu prostřednictvím modelů opakovaně prověřovali možnosti řešení dostavby náměstí Budovatelů. Dochovaný model má ráz rychlé skicy, čemuž odpovídají i fotografie nezachovaných variant.[13] Naopak do podrobností vypracovaný byl model sídliště Karlova ulice, který v prostoru ilustroval plány Lubomíra Drimla (1974).[14]

O pět let později představil Soběslav Macas poradnímu sboru pro architekturu v modelu návrh sídliště Fáblovka, nakonec neuskutečněného.[15] K tématu sídliště v sousedství Cihelny se o dekádu později vrátil jeho bratr Josef Macas. Soběslav Macas tehdy připravoval dostavbu sídliště Polabiny, na rozdíl od Josefova návrhu uskutečněnou.[16]

V 80. letech dosáhlo vrcholu vystavování modelů. Pokračovala dřívější praxe prezentace ve výkladech obchodů. Takto byl vystaven třeba model závodiště na třídě Míru (1985).[17] Návštěvníci jej mohli vidět i o rok později s další pěticí modelů ve výstavní síni Parku kultury a oddechu. Na témže místě v roce 1987 vystavovalo Městské urbanistické středisko ve spolupráci s Východočeským muzeem další modely, mj. ze soutěže na integrovaný dům na náměstí Budovatelů.[18]

Nepochybně nejvýznamnější výstavu spojenou s prezentací modelů připravilo v roce 1985 Východočeské muzeum. Jmenovala se *40 let budování Pardubic*. Modely, včetně těch, které v současnosti procházejí restaurováním, na ní sloužily k propagandisticky zabarvené oslavě bytové a občanské výstavby socialistické éry.[19]

Po stručném přehledu využívání architektonických modelů v projekční praxi poválečných Pardubic je na místě shromážděné příklady sumarizovat. Modely v pardubických architektonických ateliérech vznikaly zcela běžně po celou socialistickou éru, zpravidla z levných a dostupných materiálů. Jejich autoři nejčastěji využívali sádru, sololit, papír, dřevo, ale i plast, smirkový papír či nové koření a molitan jako stromy. Nevznikaly s ohledem na velkou trvanlivost, což je vedle někdejšího nevhodného uložení důvod nevyhovujícího stavu modelů v muzejní sbírce. Převažují mezi nimi modely velkých měřítek (1 : 2 000 – 5 ks, 1 : 1 000 – 5 ks, 1 : 500 – 9 ks, 1 : 200 – 1 ks, 1 : 100 – 1 ks, 1 : 50 –1 ks, zbytek neurčeno). Typologicky tak většina modelů z muzejní sbírky patří mezi modely urbanistické, několik málo kusů pak mezi modely solitérních budov. Primárně sloužily projektantům pro ujasnění urbanistických koncepcí i architektonických detailů. Pomáhaly také vysvětlovat záměry investorům a veřejnosti.

MEZIINSTITUCIONÁLNÍ SPOLUPRÁCE A ZKOUMÁNÍ ZPŮSOBŮ A METOD RESTAUROVÁNÍ MODELŮ

Kombinace různých materiálů a potřeba restaurovat architektonické modely in situ v rámci přípravy výstavy *Život na sídlišti: Pardubice 1945–2000* vedla k žádosti o metodickou pomoc Muzea východních Čech v Hradci Králové. Některé z architektonických modelů vybraných pro výstavu nesly stopy intenzivního znečištění, zateklin a také mechanického poškození. Před svým zařazením do sbírek muzea byly dlouhodobě uloženy v nevyhovujících podmínkách, které způsobily jejich rozsáhlá poškození. Před samotným restaurátorským zásahem byla provedena základní dokumentace zahrnující fotografie před restaurováním, popis stavu, průzkum i suché čištění povrchových nečistot. Restaurátorský záměr se soustředil zejména na odstranění výrazných skvrn a zateklin, které narušovaly vizuální celistvost modelů, viz obr. 1 a obr. 2.

Po zvážení různých metod čištění navrhla Maria Borysenko, odborná pracovnice Muzea východních Čech v Hradci Králové, využití hydrogelových systémů. Ve spolupráci s Ondřejem Ziklem, restaurátorem Východočeského muzea v Pardubicích, byly provedeny zkušební testy čištění. Na základě pozitivních výsledků byla tato metoda zvolena jako vhodné řešení pro následné čištění.

Obr. 1 Detail Modelu MO4 / Detail of the Model MO4

Obr. 2 Detail Modelu MO5 / Detail of the Model MO5

HYDROGELY

Metoda čištění povrchu hydrogely si získala v restaurování pevné místo díky své efektivitě a možnosti použití pro širokou škálu různých materiálů, jako jsou například papír, textil, malba, nástěnné malby nebo kovy. Hydrogely umožňují kontrolované, netoxické, lokální a šetrné čištění i tam, kde nelze použít vodu nebo organická rozpouštědla. Jsou ideální volbou pro restaurování předmětů přímo na místě [Baglioni et al. 2012; Möller, 2014; Borysenko, 2021].

Hydrogely jsou založeny na polymerní bázi, přičemž jejich klíčovou výhodou je možnost přizpůsobit vlastnosti výsledného gelu konkrétním potřebám. Během přípravy lze upravovat jejich hydrofilitu, mechanickou pevnost či elasticitu, což umožňuje jejich využití i u materiálů citlivých na vlhkost.

Při restaurování papírových děl poškozených degradací je možné přidávat do gelů rozpouštědla, čímž se omezí pronikání vlhkosti do díla a zamezí bobtnání podkladu. Do gelů lze přidávat dále magnetické nanočástice, mikroemulze, enzymy i cheláty. Anorganická nanočásticová plniva se mohou do gelů přidat v malých množstvích za účelem zlepšení jejich mechanických, vodivých, optických, transportních a chemických vlastností nebo tepelné stability. Hydrogely s magnetickými nanočásticemi se nazývají ferogely a pohyb takových gelů lze kontrolovat pomocí vnějšího magnetického pole. Výzkumná skupina Baglioni navrhla použití magnetických gelů s nanočásticemi $CoFe_2O_4$ při restaurování fresek a dalších citlivých maleb. Tyto gely lze po ukončení čisticího procesu odstranit pomocí magnetu, aniž by došlo k přímému kontaktu s čištěným materiálem, čímž se minimalizuje riziko dalšího poškození čištěného povrchu [Baglioni, Giorgi a Chelazzi, 2012]. Jedinečnou vlastností magnetických nanokrystalů je také jejich schopnost generovat teplo při vystavení vysokofrekvenčnímu střídavému magnetickému poli. Tato vlastnost je v současnosti široce využívána v medicíně, ale nabízí také potenciální uplatnění při práci s památkovými objekty – například pro aktivaci enzymů během čištění povrchů [Domingues et al., 2013; Furlan – Lattuada, 2014, s. 71–107]. Hydrogely umožňují přesné vymezení hranic čištěné oblasti a snadné odstranění z povrchu bez nutnosti následného vymývání [Möller, 2014; Borysenko, 2021; Carretti et al., 2010; Casoli et al., 2013].

Podle typu příčných vazeb rozlišujeme tři základní typy hydrogelů:

- chemické hydrogely,
- fyzikální hydrogely,
- hybridní hydrogely (kombinace obou předchozích typů).

Každý z výše uvedených typů má specifické vlastnosti, které lze cílené využít při restaurování různých objektů [Möller, 2014; Carretti et al., 2010; Casoli et al., 2013].

Na základě průzkumu a charakteru poškození architektonických modelů MO4 a MO5 byly pro jejich čištění zvoleny dva typy gelů: Agar a Gellan. Jedná se o polysacharidy, které nacházejí uplatnění v různých průmyslových i výzkumných oblastech, včetně restaurování. Agar je lineární strukturální polysacharid tvořený směsí agarózy a agaropektinu, získávaný z červenofialových řas (tzv. agarofytů) [Armisén – Galatas, 2009]. Agar se používá mimo jiné v potravinářství, mikrobiologii, medicíně či v restaurování. Významnou vlastností agarových a agarózových gelů je jejich termoreverzibilita – schopnost opakovaného gelování a tavení při nízké koncentraci ve vodě, doprovázená výraznou hysterezí [Lahaye, 1991].

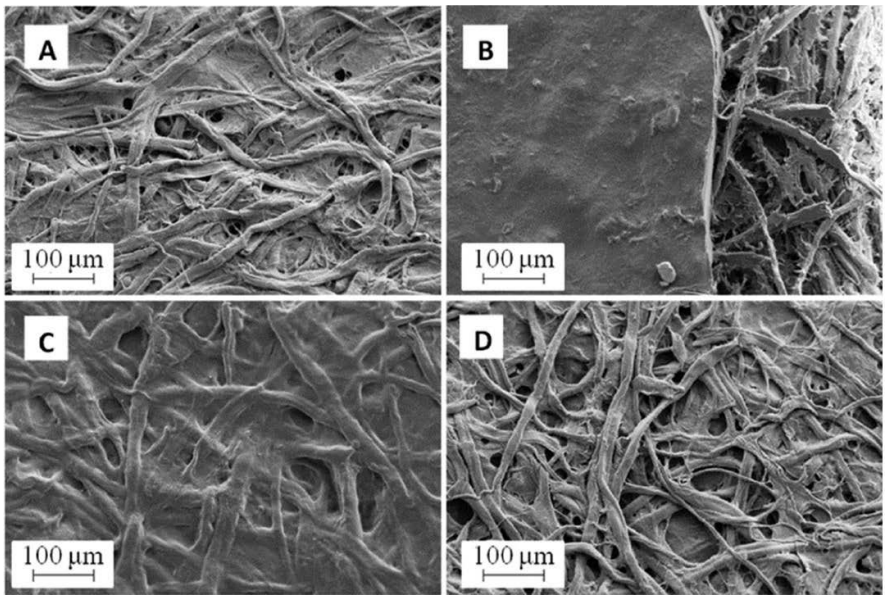
Gellan gel je aniontový polysacharid rozpustný ve vodě, který je produkován bakteriemi rodu Sphingomonas. Gelace nastává již při velmi nízkých koncentracích, běžně od 0,1 %. Gellan gel existuje ve dvou základních formách: s nízkým obsahem acylových skupin (vytváří pevné a křehké gely) a s vysokým obsahem acylů (umožňuje tvorbu měkčích a pružnějších gelů). Díky své schopnosti vytvářet stabilní gely při velmi nízkých koncentracích a schopnosti zajišťovat stabilizaci, strukturování či texturování se gelanový gel postupně uplatnil v různých oborech, zejména v potravinářství, kosmetickém průmyslu a medicíně [Abdl Aali – Al-Sahlany, 2024].

Tyto hydrogely vykazují vyšší účinnost při čištění celulózových vláken papíru ve srovnání s gely střední viskozity, jako je například Klucel G [Casoli et al., 2013].

Podle studie autorů Mazzuca, C., Micheli, L., Carbone, M., Basoli, F., Cervelli, E. ad. je Gellan gel účinnější při odstraňování nečistot a degradačních produktů, a to bez narušení původní struktury papíru než běžné vodné čištění (obr. 3) [Mazzuca et al., 2014].

Agar a Gellan jsou gely, které se osvědčily jako účinné prostředky při odstraňování hydrofilních nečistot. Nepoškozují papírový podklad a nezpůsobují jeho dlouhodobou degradaci [Micheli et al., 2014]. Účinnost hydrogelů spočívá v jejich schopnosti sorbovat nečistoty z čištěného povrchu. Agarový gel se vyznačuje pevnější strukturou, žlutavým zabarvením a snadnou manipulací, což usnadňuje jeho sejmutí z plochých nebo mírně tvarovaných povrchů bez rizika mechanického poškození. Gellan gel naproti tomu nabízí vyšší flexibilitu, transparentnost a lepší přizpůsobení členitým a citlivým podkladům, kde je zapotřebí těsnější kontakt s povrchem. Oba typy gelů umožňují řízené dávkování vlhkosti, šetrné zacházení s podkladem a kontrolovaný průběh čištění [Micheli et al., 2014; Mazzuca et al., 2014; Carretti et al., 2010; Möller, 2014].

Hydrogely lze na povrch čištěného objektu aplikovat několika způsoby v závislosti na charakteru materiálu a míře jeho poškození. Nejčastější metodou je přímá aplikace ve formě předem připravených gelových listů, které se pokládají na rovné nebo lehce členité povrchy. Z odlitého listu je možné vyříznout přesné tvary



Obr. 3 *SEM snímek: (A) čistý papír, (B) papír částečně pokrytý škrobovou pastou (která je základem lepidla), (C) papír pokrytý škrobovou pastou po čištění Gelan gelem, (D) papír pokrytý škrobovou pastou po očištění Gelan gelem s hydrolytickými enzymy [Mazzuca et al., 2014] / SEM image of (A) clean paper, (B) paper partially covered with starch paste (which is the base of the adhesive), (C) paper covered with starch paste after cleaning with Gelan gel, (D) paper covered with starch paste after cleaning with Gelan gel with hydrolytic enzymes [Mazzuca et al., 2014]*

skvrn a zateklin čištěných partií. Tento způsob nabízí dobrou kontrolu prováděného čištění a gel je možné po ukončení čištění snadno sejmout [Carretti et al., 2010; Casoli et al., 2013].
Alternativně lze gel aplikovat v tekuté formě přímo na povrch a nechat jej ztuhnout, čímž se dosáhne lepší přilnavosti k reliéfnímu nebo členitému povrchu – tato metoda je obzvlášť výhodná při použití Gellan gelu díky jeho flexibilní konzistenci a transparentnosti [Mazzuca et al., 2014; Borysenko, 2021].
Při práci s velmi citlivými nebo degradovanými materiály lze využít aplikaci přes separační vrstvu, jako je např. japonský papír nebo netkaná textilie. Tato bariéra minimalizuje přímý kontakt gelu s podkladem [Baglioni et al., 2012], je také vhodnější pro celoplošné čištění papírových objektů.
V případě lokálního čištění se mohou gely aplikovat i bodově pomocí pipet, stříkaček nebo tampónů, což umožňuje precizní zásah v malých nebo silně znečištěných oblastech [Isca et al., 2015]. Zajímavou možností je také aplikace gelu ve formě strouhaného obkladu nebo čistící tyčinky připravené odlitím do injekční stříkačky [Cremonesi, 2016].

POPIS MODELŮ

Restaurované modely byly zhotoveny z různorodých materiálů a k jejich tvorbě byly použity rozmanité techniky – tisk, inkoust, olejové a akvarelové barvy či aplikace kombinovaných materiálů. Modely vznikaly v různých časových obdobích a mnohé z nich nesly stopy předchozích zásahů, provedených v průběhu jejich existence. Na jejich povrchu byly nalezeny zbytky lepicích pásek a lepidel, skvrny pravděpodobně od polyvinylacetátových disperzí, stopy po otírání vlhkým hadrem a další typy neodborných čištění a oprav.
Vzhledem k vysokému počtu modelů se autoři tohoto článku rozhodli podrobně popsat restaurátorský zásah u dvou plně pohledových urbanistických modelů sídlištní výstavby Dubina v Pardubicích, označených jako MO4 a MO5, zhotovených v měřítku 1 : 2 000 podle návrhu architekta Jana Třeštíka. Tyto modely představují zajímavý případ z hlediska využití gelových čisticích systémů, protože vykazovaly výrazné znečištění a současně i značnou míru materiálové degradace.

Obr. 4 *Pohledová strana Modelu MO5 před restaurováním. Rozměry: 705 × 703 × 46 mm / View side of the Model MO5 before restoration. Dimensions: 705 × 703 × 46 mm*

Obr. 5 *Pohledová strana Modelu MO4 před restaurováním. Rozměry: 701 × 700 × 46 mm / View of the MO4 Model before restoration. Dimensions: 701 × 700 × 46 mm*

Modely byly v minulosti uloženy v nevhodných klimatických podmínkách a manipulace s nimi byla nešetrná, což vedlo k mechanickému poškození, znečištění povrchů a vzniku zateklin. Tyto výrazně ohraničené zatekliny, které se soustředily podél pravé hrany modelu MO4 a dolní hrany modelu MO5, působily vizuálně velmi rušivě, ale představovaly i riziko pro další degradaci papíru. Papír strojní výroby vykazoval značný podíl krátkých vláken a následkem dlouhodobé degradace a pravděpodobně i biologického napadení (např. rybenkami nebo pisivkami) došlo k četným poškozením a ztrátám povrchové vrstvy včetně tisku.
Nejzávažnějším mechanickým poškozením bylo odtržení a ztráta některých dřevěných segmentů, které při separaci poškodily nebo zcela odstranily část podkladového papíru. Na několika místech rovněž chyběla semena pimentovníku napodobující vegetaci, jiná vykazovala mechanická nebo biologická poškození. Povrchové znečištění se nacházelo na všech částech modelu, zatímco skvrny byly lokalizovány zejména na papírových plochách. Lepicí pásky, jejichž adhezivní složka postupem času degradovala, zanechaly na povrchu lokální změny barevnosti.

RESTAUROVÁNÍ, POSTUP A PROCES APLIKACE GELŮ

V případě modelů MO4 a MO5 bylo nutné provést čištění metodou in situ (obr. 6, 7), přičemž čištěná papírová vrstva byla významně degradovaná, hygroskopická a pevně fixovaná na podklad z dřevovláknité desky (sololitu). Tyto skutečnosti výrazně omezily možnosti použití tradičních metod. Proces čištění proto vyžadoval přesnou regulaci množství vlhkosti a maximální kontrolu interakce mezi gelem a povrchem, aby se zamezilo průniku komponentů a degradačních produktů ze sololitového podkladu. Aplikace gelu byla časově limitována intervaly mezi 2 až 4 minutami, přičemž každé působení bylo průběžně vizuálně kontrolováno. Celý proces byl opakován ve více cyklech, a to až do dosažení požadovaného čisticího efektu (obr. 8, 9, 10, 11).
Z důvodu prevence zatékání v důsledku čištění bylo před nanesením gelů použito vzdálené jemné zvlhčení papírové podložky. Tento krok napomohl rovnoměrné distribuci vlhkosti a předešel jejímu nekontrolovanému šíření v materiálové

Obr. 6 *Detail Modelu MO4 v průběhu restaurování: proces lokální aplikace hydrogelu v místě zateklin / Detail of the MO4 Model during restoration: the process of local application of hydrogel on moisture ingress stains*

Obr. 7 *Hydrogel po čištění – je pozorovatelná změna barvy v důsledku vsáknutí nečistot a degradačních produktů z hmoty papíru do struktury gelu / Hydrogel after cleaning — there is an observable change in color due to the absorption of impurities and degradation products from the paper pulp into the gel structure*

Obr. 8 *Detail Modelu MO5 v průběhu restaurování: proces lokální aplikace hydrogelu v místě zateklin / Detail of the MO5 Model during restoration: the process of local application of hydrogel on moisture ingress stains*

Obr. 9 *Hydrogel po čištění – je pozorovatelná změna barvy v důsledku vsáknutí nečistot a degradačních produktů z hmoty papíru do struktury gelu / Hydrogel after cleaning — there is an observable change in color due to the absorption of impurities and degradation products from the paper pulp into the gel structure*

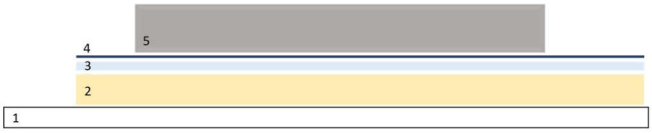
Obr. 10 Detail modelu MO5: stav před a čištěním hydrogelem / Detail of the MO5 Model: condition before and after cleaning with hydrogel

Obr. 11 Detail modelu MO5: v průběhu čištění gelovými systémy je viditelný pozitivní výsledek / Detail of the MO5 Model: during cleaning with gel systems, a positive result is visible

struktuře. V jednotlivých případech, kdy bylo potřeba zajistit lepší kontakt gelu s povrchem, bylo použito drobné závaží. Schéma aplikace gelů je uvedeno na obr. 12.
Vedle samotného čištění byla v rámci restaurátorského zásahu provedena řada dalších úkonů, které lze shrnout následovně:

- fotodokumentace děl a restaurátorský průzkum,
- suché mechanické očištění povrchu za použití polyuretanových houbiček, kaučukové pryže Clenmaster a štětců s jemným chlupem,
- měření hodnot pH v oblasti zateklin na pohledové straně modelu,
- sejmutí starých transparentních lepicích pásek z povrchu plánu po zahřátí temperovaným proudem teplého vzduchu,
- odstranění zbytků adhezivních vrstev po lepicích páskách,
- řízené čištění zateklin gelovými čisticími systémy,
- konsolidace narušených vrstev papírové podložky plánu za použití směsi pšeničného škrobu a 4% vodného roztoku Tylose MH 6000,
- přilepení uvolněných částí papírové podložky zpět k podkladu za použití adhezivní směsi škrobu a Tylose MH 6000,
- doplnění ztrát papírové podložky v místě odtržených modelů budov tmelem z mikrocelulózy,
- doklížení povrchově narušených lokalit papírové podložky před aplikováním retuší,
- aplikování lokální napodobivé retuše akvarelovými barvami v místě ztrát originální papírové podložky a jejich doplňků,
- zpětné dolepení oddělených dřevěných komponentů zpět do původních pozic na originálu,
- vyhotovení dřevěných komplementů chybějících modelů budov z příslušných dřevin analogicky odvozených od originálu a situovaných podle dispozic plánu a projektu,
- vyhotovení ochranného obalu a ukládacího systému pro vhodné trvalé deponování zrestaurovaného objektu,
- závěrečná fotodokumentace stavu po restaurování a vyhotovení zprávy o restaurátorském zásahu.

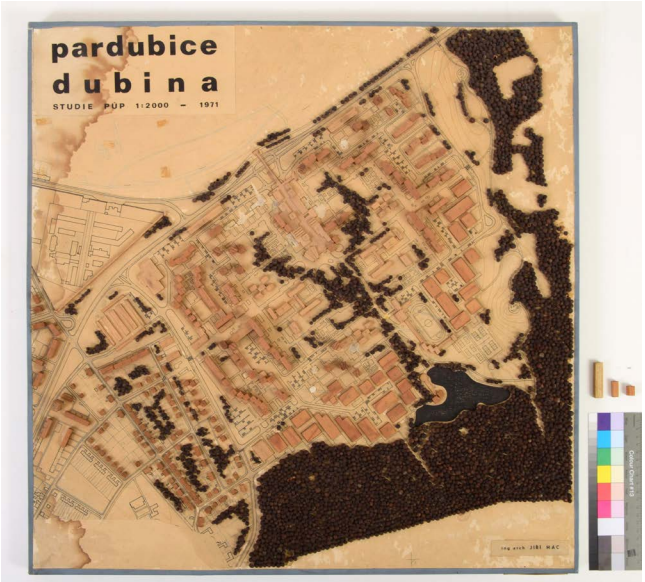
Restaurování architektonických modelů pozvedlo estetickou hodnotu a zajistilo důstojnou prezentaci odkazu vizuální tvorby architektů. Úprava podmínek dlouhodobého uložení navíc napomáhá kjejich trvalé ochraně a bezpečí. Součástí restaurátorského zásahu je i závěrečná dokumentace a doporučení týkající se manipulace, vystavování a trvalého uložení celého souboru architektonických modelů. Doporučujeme udržovat stabilní teplotu na 18 °C (± 2 °C), relativní vlhkost vzduchu v rozmezí 45–50 % (± 5 %), zdroj světelného záření ve výstavních prostorech i depozitářích nesmí produkovat světlo v ultrafialové oblasti, intenzita osvětlení by neměla překročit 100 lx a doba osvitu 50 000 lx·h.



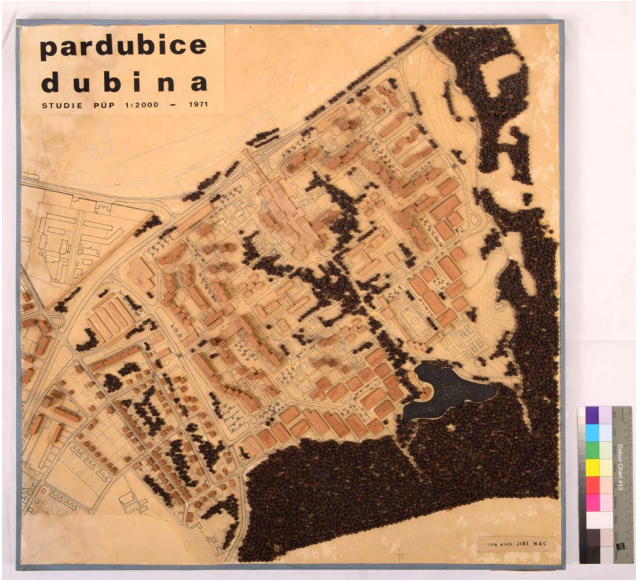
Obr. 12 Postup použití gelu po zvlhčení okolí místa čištěné skvrny: 1. Plexisklo/podložka 2. Objekt 3. Gel (Gellan/Agar) 4. Melinex 5. Závaží (v případě potřeby) / Procedure for using the gel after wetting the area around the stain to be cleaned: 1. Plexiglas/pad 2. Object 3. Gel (Gellan/Agar) 4. Melinex 5. Weight (if necessary)

Obr. 13 Detail modelu MO4: stav před čištěním gelovými systémy / Detail of the MO4 model: condition before cleaning with gel systems

Obr. 14 Detail modelu MO4: v průběhu čištění gelovými systémy je viditelný pozitivní výsledek / Detail of the MO4 model: during cleaning with gel systems, a positive result is visible



Obr. 15 Pohledová strana Modelu MO5 před restaurováním / View of the MO5 model before restoration



Obr. 16 Pohledová strana Modelu MO5. Po čištění gelovými systémy je viditelný pozitivní výsledek / View of the MO5 model. After cleaning with gel systems, a positive result is visible

Obr. 17 Pohledová strana Modelu MO4 před čištěním gelovými systémy / View of the MO4 model before cleaning with gel systems

Obr. 18 Pohledová strana Modelu MO4. Po čištění gelovými systémy je viditelný pozitivní výsledek / View of the MO4 model. After cleaning with gel systems, a positive result is visible

ZÁVĚR

Jedním z témat, kterému se tento příspěvek věnuje, je význam zachování architektonických modelů a jejich umělecká, kulturní i historická hodnota. Mnohé z těchto modelů byly vytvořeny s mimořádnou kreativitou, která ale představuje další výzvu při jejich konzervovaní a restaurování.

Obnova architektonických modelů je komplikovaná zejména tím, že neexistovala jednotná technologie jejich výroby. Každý model tak vyžaduje individuální přístup založený na předchozím výzkumu. Použité materiály se u modelů výrazně liší kvalitou, protože jejich trvanlivost zpravidla nebyla záměrem. Rozmanitost použitých materiálů vyžaduje zapojení restaurátorů různých oborů, aby bylo možné zvolit adekvátní metody zásahu. K tomu se přidává i skutečnost, že modely bývají značně poškozené a znečištěné. Často totiž byly vnímány pouze jako technické pomůcky, nikoli jako předměty s kulturním či uměleckým významem.

Použití hydrogelů se v praxi osvědčilo jako efektivní metoda při odstraňování hydrofilních nečistot z architektonických modelů. Jednou z předností hydrogelů je možnost jejich variabilní přípravy, díky čemuž se dají přizpůsobit specifickým požadavkům i různým povrchům. Umožňují přesné dávkování vlhkosti, a proto jsou vhodné i pro citlivé artefakty, které nesnášejí přímý kontakt s vodou.

Dlouhodobé zkušenosti i vědecké výzkumy potvrzují, že hydrogely představují účinný nástroj kontrolovaného čištění a patří mezi spolehlivé metody využitelné při restaurování předmětů kulturního dědictví.

PODĚKOVÁNÍ

Autoři děkují Janě Malé, vedoucí konzervátorského a restaurátorského oddělení Východočeského muzea v Pardubicích, a restaurátorovi Ondřeji Ziklovi za inspirativní a přínosnou spolupráci a dodání fotografií do článku. Zároveň vyjadřují poděkování panu doc. Mgr. Petru Grulichovi, Ph.D., řediteli Muzea východních Čech v Hradci Králové, a panu Mgr. Tomáši Libánkovi, řediteli Východočeského muzea v Pardubicích, za podporu a iniciování spolupráce mezi oběma institucemi. Právě díky jejich úsilí mohla být tato spolupráce navázána.

POZNÁMKY

[1] Sbírka Východočeského muzea v Pardubicích, inv. č. MO 66.

[2] Sbírka Východočeského muzea v Pardubicích, inv. č. MO1; MO9; MO10; MO11; MO12; MO13; MO2; MO3; MO4; MO5; MO6; MO7; MO8; MO14; MO15; MO16; MO17; MO18; MO19; MO20; MO29; MO30; MO21; MO31; MO32; MO22; MO23.

[3] Sbírka Východočeského muzea v Pardubicích, inv. č. MO9; Přestavba školství v socialistických zemích, *Architektura ČSR*, 1960, ro 19. 4., s. 217–226.

[4] Sbírka Východočeského muzea v Pardubicích, inv. č. MO12–MO19; Josef Kittrich, Jan Krásný, Soutěž na vyřešení operní a baletní scény v Pardubicích, *Architektura ČSR*. 1962, ro 21, č. 9, s. 555–561.

[5] Sbírka Východočeského muzea v Pardubicích, inv. č. MO0021.

[6] Sbírka Východočeského muzea v Pardubicích, inv. č. MO0030.

[7] Státní oblastní archiv Hradec Králové (dále SOA Hradec Králové), archivní oddělení Zámrsk (dále AO Zámrsk), Stavoprojekt (nezpracováno).

[8] Sbírka Východočeského muzea v Pardubicích, inv. č. MO0003.

[9] Zápis z výroční členské schůze Závodní organizace Komunistické strany Československa Stavoprojekt Pardubice 29. 1. 1965, SOkA Pardubice, Okresní výbor Komunistické strany Československa Pardubice, inv. č. 733, kart. ukl. č. 441.

[10] Rozhovor s Františkem Příborským, 28. 4. 2025, Sbírka Východočeského muzea v Pardubicích, inv. č. OH0024.

[11] Pardubice v proměnách, *Zář*, ro 17, 1963, 6. 8., č. 63, s. 3.

[12] Podmínky soutěže na dostavbu centra Polabin, prosinec 1968, SOkA Pardubice, MěstNV Pardubice, inv. č. 1719, kart. 890; Miloslav Mládek, Vyšší, než Zelená brána, *Zář*, 1969, ro 25, č. 26, s. 1.

[13] Nesbírkový model je uchováván v pomocném fondu Východočeského muzea v Pardubicích.

[14] Sbírka Východočeského muzea v Pardubicích, inv. č. MO65.

[15] Zápis ze schůze Poradního sboru pro architekturu, 25. dubna 1979, SOkA Pardubice, MěstNV Pardubice, kniha 582.

[16] MACAS, Soběslav, Dostavba Polabin, *Zář*, 1989, ro 44, č. 22, s. 2.

[17] Něž bude Velké Pardubické sto let, *Zář*, 36–40, 1985, 27. 9., č. 76, s. 4.

[18] Architektura našeho kraje, *Zář,* 31–41, 1986, 9. 9., č. 71, s. 1. – *Zář*, 31–41, 1986, 12. 9., č. 72, s. 3; Milada Velehradská, Pardubice známé neznámé, *Zář,* 32–42, 1987, 28. 4., č. 33, s. 3.

[19] 40 let budování Pardubic, *Zář,* 36–40, 1985, 24. 5., č. 40, s. 3; fotodokumentace výstavy je uložena v pomocném fondu Východočeského muzea v Pardubicích.

LITERATURA

- ABDL Aali Rak a AL-SAHLANY, STG. Gellan Gum as a Unique Microbial Polysaccharide: Its Characteristics, Synthesis, and Current Application Trends. Online. *Gels*. 2024, **10**(3), s. 183. Dostupné z: doi.org/10.3390/gels10030183. PMID: 38534601; PMCID: PMC10970089.
- ARAKI, Choji. Some recent studies on the polysaccharides of agarophytes. *Proc. int. Seaweed Symp*. 1966, **5**, s. 3–17.
- ARMISÉN, Rafael. a GALATAS, F. Agar. Online. *Handbook of Hydrocolloids*. 2009, s. 82–107. Dostupné z: doi.org/10.1533/9781845695873.82.
- BAGLIONI, Piero; GIORGI, Rodorico a CHELAZZI, David. Nano-materials for the conservation and preservation of movable and immovable artworks. Online. *International Journal of Heritage in the Digital Era 1* (Supplement 1). 2012, s. 313–318. Dostupné z: doi. org/10.1260/2047-4970.1.0.313.
- BAMFORTH, N. *V&A Conservation Journal*. 2004, č. 48, s. 8–9.
- BORYSENKO, Maria. Gels: Effective instruments for cleaning of graphical works. *International Journal of Arts and Social Science.* 2021, **4**(4).
- CARRETTI, Emiliano; BONINI, Massimo; DEI, Luigi; BERRIE, Barbara H; ANGELOVA, Lora V; BAGLIONI, Piero a WEISS, Richard G. New Frontiers in Materials Science for Art Conservation: Responsive Gels and Beyond. *Accounts of Chemical Research.* 2010, **43**(6), s. 751–760.
- CASOLI, Antonella; CREMONESI, Paolo; ISCA, Clelia; GROPPETTI, Roberto; PINI, Stefano a SENIN, Nicola. Evaluation of the effect of cleaning on the morphological properties of ancient paper surface. *Cellulose*. 2013, **20**(4), s. 2027–2043.
- CREMONESI, Paolo. Surface cleaning? Yes, freshly grated Agar gel, please. *Studies in Conservation.* 2016, 61(6), s. 362–367
- DELIDOW, Margo. Architectural Models: Materials, Fabrication, and Conservation Protocols. Online. *Journal of the American Institute for Conservation*. 2013, 52(1), s. 1–12. Dostupné z: doi.org/ 10.1179/0197136012Z.0000000001.
- DOMINGUES, Joana. A. L.; BONELLI, Nicole; GIORGI, Rodorico., FRATINI Emiliano; GOREL Florence a BAGLIONI Piero. Innovative Hydrogels Based on Semi-Interpenetrating p(HEMA)/PVP Networks for the Cleaning of Water-Sensitive Cultural Heritage Artifacts. Online. *Langmuir*. 2013, **29**(8), s. 2746–2755. Dostupné z: doi.org/10.1021/ la3048664.
- ELSER, Oliver. *Das Architekturmodell: Werkzeug, Fetisch, kleine Utopie.* Zürich – Frankfurt am Main: Scheidegger & Spiess.
- FURLAN, Marco a LATTUADA, Marco. *Use of Magnetic Nanoparticles for the Preparation of Micro- and Nanostructured Materials, in Advanced Hierarchical Nanostructured Materials*. 2014. ISBN: 9783527333462 9783527664948.
- HORKÁ, Hana. *Modely zemědělských staveb ve fondech muzejí v Pardubicích a Přelouči.* Východočeský sborník historický, II, s. 205–220.
- ISCA, Clelia; FUSTER-LÓPEZ, Laura a YUSA-MARCO, Dolores a CASOLI, Antonella. An evaluation of changes induced by wet cleaning treatments in the mechanical properties of paper artworks. *Cellulose*. 2015, **22**(5), s. 3047–3062.
- LAHAYE, Marc. Chemical structure and physico-chemical properties of agar. *Hydrobiologia*. 1991, **221**(1), s. 137–148. Dostupné z: doi.org/10.1007/bf00028370.

- MARQUES, Sofia. Mixed media object: large and fragile structure. *V&A Conservation Journal*. 2004, č. 48, s. 13–15.
- MAZZUCA, Claudia; MICHELI, Laura; CARBONE, Marilena., BASOLI, Francesco; CERVELLI, Eleonora; IANNUCCELLI, Simonetta; SOTGIU, Silvia. a PALLESCHI, Antonio. Gellan hydrogel as a powerful tool in paper cleaning process: A detailed study. *Journal of Colloid and Interface Science*. 2014, **416**, s. 205–211.
- MICHELI, Laura; MAZZUCA, Claudia; CERVELLI, Eleonora a PALLESCHI, Antonio. New Strategy for the Cleaning of Paper Artworks: A Smart Combination of Gels and Biosensors. *Advances in Chemistry*. 2014, článek 10.
- MÖLLER, Lotta. *Cleaning of Watercolour Drawings: A study of the use of Gellan gum gel on water sensitive media*. 2014. [nepublikovaná práce / report].
- NASH, Lisa. Online. 7. 8. 2018. Dostupné z: Victoria and Albert Museum, https://www.vam.ac.uk/blog/projects/architectural-models-a-conservationperspective.[cit. 2025-05-15].
- SCHILLING, Alexander. *Architektur und Modellbau: Konzepte, Methoden, Materialien*. Basel: Birkhäuser, 2018.
- SCHINDLAUER, Martin. *Das Architekturmodell: Esperanto der Architektur, oder, Architektur, die man versteht*. Linz: Landesverlag, 2000.
- TEMPÍR, Zdeněk; BUREŠ, Pavel a PROCHÁZKA, Lubomír. Modely lidových staveb ze sbírek muzeí České republiky. *Český lid*. 1996, **LXXXIII**(1), s. 13–20.
- ZIKL, Ondřej. *Zpráva o restaurátorském zásahu*. Restaurátorské oddělení Východočeského muzea v Pardubicích, 26. 5. 2025, s. 1–3.