

# Informace, recenze

## Co vypovídá pergamen

Pergamen – slovo, které na nás dýchne romantikou dávných časů. V době audio- a videopřehrávačů, digitálních fotoaparátů a kamer a mobilních telefonů si málokdo dokáže představit, že kdysi bylo jedinou možností uchování událostí a lidských představ jejich zaznamenání, ať už kresbou na skalních jeskynních stěnách nebo písmem vyrytým do pevného podkladu či později napsaným na různém typu psacích podložek.

Jedním z nejstarších „nosičů“ písma je *pergamen*, který se pro tento účel začal příležitostně používat už na přelomu 3. a 2. tisíciletí př. n. l. S rozvojem písma ve 2. století př. n. l. byl postup výroby pergamenu inovován v řeckém městě Pergamon (dnes turecká Bergama) a pergamen se stal až do rozšíření papíru nejdůležitějším záznamovým materiálem.

Mezi psacími podložkami má pergamen výjimečné postavení svým původem – vyrábí se totiž ze zvířecích kůží. Tyto kůže (teletiny, skopovice, koziny i jiné) se namočily do odchlupovací lázně, po uvolnění chlupových kořínků se odstranily chlupy z líce kůže na tzv. koželužském špalku a provedlo se mízdření, což je odstranění blan, zbytků masa a tuku z rubu kůže. Vzniklá holina se dále loužila ve vápenném mléce, potom brousila, čistila a nakonec se v mokřem stavu naplnila na dřevěný rám. V napnutém stavu se zvolna sušila a po usušení se v případě psacího pergamenu upravovala k psaní: povrch byl drsněn pemzou, plněn křídou a podobně. Pergamen se ovšem neužíval pouze jako nosič písma, běžné jsou pergamenové vazby i různé předměty: loutky, stínidla a jiné.

### Chemická stavba pergamenu

Základní stavební jednotkou pergamenu (a kůže vůbec) je vláknitá bílkovina kolagen (foto č. 1). Nejedná se ale o jednoduché rovné vlákno: řetězec aminokyselin je zkroucen do levotočivé šroubovice, tři tyto šroubovice navzájem kolem sebe ovinuté a mající společnou osu tvoří molekulu tropokolagenu. Pět molekul tropokolagenu, vzájemně posunutých o určitý interval, tvoří mikrofibrilu. Mikrofibrily se dále sdružují do fibril a větších vláknitých útvarů.

Ostatní látky tvořící pergamen již nejsou tak složité. Jedná se o globulární bílkoviny a glykoproteiny, vodu, tuk, malé množství vápenatých solí a různé dusíkaté sloučeniny.

Kůže v surovém stavu obsahuje kolagenová vlákna v neuspořádaném stavu, běžící všemi směry a navzájem se proplétající. Během napínání se některá vlákna trhají a to umožňuje zbývajícím vláknům orientovat se a uspořádat do vrstev rovnoběžných s povrchem. Globulární bílkoviny a glykoproteiny jsou stlačeny kolem vláken, která po usušení drží v napjatém stavu. Vznikne plošný materiál, hladký a pevný, který může být řezán, šit či lepen.

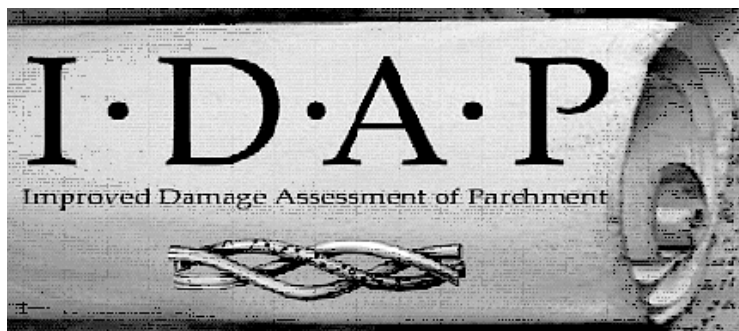
### Příčiny poškození pergamenu

Pergamen jako všechny organické látky stárne. Stárnutí je doprovázeno změnou vlastností jednotlivých stavebních jednotek, což způsobuje fyzické znehodnocení materiálu. Stupeň poškození pergamenu je závislý na kombinaci různých faktorů. Velmi důležitá je samotná podstata materiálu – kvalita výchozí suroviny, způsob zpracování, chemické složení apod. Mezi vnější faktory způsobující poškození nejen pergamenu, ale všech sbírkových předmětů patří faktory fyzikální (světlo, vlhkost prostředí a teplota), chemické (kyslík, znečištění ovzduší, zašpinění, nevhodné konzervační zákroky), biologické (plísňe a bakterie, hmyz a hlodavci) a mechanické.

Odolnost pergamenu proti přirozenému „stárnutí časem“ je velmi dobrá, což je dáno tzv. alkalickou rezervou (vysoký počet zásaditých látek, které chrání bílkoviny pergamenu před kyselou hydrolyzou). Přesto jsou pergameny ohrožovány nevhodnou vlhkostí prostředí (relativní vlhkostí nižší než 40 % a vyšší než 65 %), světlem (hlavně jeho UV složkou), znečištěným ovzduším a mechanickým poškozením.

### Tradice projektů a mezinárodní spolupráce při řešení problematiky kolagenních materiálů v Odboru ochrany knihovních fondů Národní knihovny ČR

V roce 1999 jsme byli vyzváni ke spolupráci při řešení plánovaného projektu Evropské unie s názvem „Improved Damage Assessment of Parchment“ (IDAP) – „Zlepšený odhad poškození pergamenu“. Navrhovatel



projektu a jeho koordinátor René Larsen, rektor Školy konzervování při Královské dánské akademii krásných umění v Kodani, spolupracuje s Národní knihovnou již delší dobu. Během let 1992–2001, kdy byly řešeny projekty Evropské unie „STEP Leather Project“, „ENVIRONMENT Leather Project“ a „Micromethods for the Analysis of Parchment“ (MAP) a projekty českého ministerstva kultury „Zastavení degradace historických kožených vazeb, pergamenů a jiných kožených výrobků způsobené vodou“ a „Restaurování iluminovaných rukopisů“, došlo k vzájemným návštěvám na pracovištích v Kodani a v Praze a k výměně poznatků získaných při řešení projektů. V roce 1996 bylo pracoviště Odboru ochrany knihovních fondů Národní knihovny ČR v rámci „ENVIRONMENT Leather Project“ zapojeno do praktického testování zkoušky koherence vláken kůže, společně s dalšími sedmi evropskými pracovišti. Vzorky historických i uměle zestárlých tříslučiněných usní byly zkoumány podle jednotných instrukcí a výsledky byly zasílány koordinátorovi ke statistickému zpracování. Cílem pokusu bylo ověřit metodu, kterou by se bez náročného přístrojového vybavení dal zjistit stav usně a stupeň její degradace.

V roce 1999 se budova Klementina stala místem 5. kontrakčního zasedání pracovní skupiny projektu MAP. Zároveň byl uspořádán jednodenní seminář „Úloha analytických metod při studiu, restaurování a konzervování starověkých rukopisů“ věnovaný problematice pergamenových svitků od Mrtvého moře.

To, že se Národní knihovna stala řádným spoluřešitelem dalšího projektu Evropské unie, bylo jen logickým vyvrcholením této rozsáhlé spolupráce.

## Cíle projektu IDAP

Řešení projektu IDAP začalo v roce 2002. Projekt zahrnuje tři hlavní cíle:

1. **Odhad poškození pergamenu:** jsou vybírány různé jednoduché nedestruktivní metody a techniky hodnocení pro odhad poškození pergamenu vizuálně a mikroskopicky. Tyto metody a techniky jsou vybírány na základě výsledků chemického, strukturálního a termochemického studia poškození pergamenu. Vybrané metody budou užívány profesionálními pracovníky při hodnocení, konzervování a restaurování pergamenu.
2. **Preventivní varovný systém:** bude vybrán určitý počet jednoduchých metod a technik odhadu poškození pergamenu. Ty by měly být typické pro nejdůležitější rysy poškození a vykazovat je v pokud možno co nejranějším stadiu u tzv. pergamenových senzorů (nové pergameny vyrobené tradičními metodami, uměle zestárlé), které se budou skladovat společně s historickými originály.
3. **Atlas poškození pergamenu v digitální formě:** databáze bude obsahovat všechny nezbytné a významné popisy v textu a fotografie charakteristik vývoje poškození pergamenu. Bude také zahrnovat opatření a doporučení pro skladování a ošetřování pergamenu v různém stavu poškození a bude volně přístupná všem zájemcům.

## Řešitelé projektu

Na řešení projektu se podílí osm hlavních řešitelů:

### *Škola konzervování, Královská dánská akademie krásných umění, Kodaň, Dánsko*

Zodpovídá za koordinaci administrativní a vědecké práce projektu, za vývoj a umístění snadno ovladatelné centrální databáze. Kromě jiného provádí experimenty s umělým stárnutím pergamenu pomocí teploty a vlhkosti. Zkouší různé jednoduché vizuální nedestruktivní zkušební metody a zkušební techniky s mikrovzorky pro stanovení poškození pergamenu pro užití v běžné praxi. Měří hydrotermální stabilitu mikrovzorků pergamenu pomocí termálního zařízení Mettler. Ve spolupráci s Dánskou technickou univerzitou, oddělením biochemie a výživy, provádí aminokyselinovou analýzu kolagenu pergamenu.

### *Nadace pro výzkum a technologii Hellas, Institut chemického inženýrství a vysokoteplotních chemických procesů, Patras, Řecko*

Provádí FT – Ramanovy spektroskopické studie pergamenů jak historických, tak nových nestárnutých i uměle stárnutých. Snaží se vytvořit kolekci spekter historických kolagenních materiálů a stanovit korelaci mezi stupněm poškození a pozorovanou podobou spektra. U uměle stárnutých vzorků se snaží zjistit poměr mezi jednotlivými polutanty a pozorovanými spektrálními změnami.

### *Londýnská univerzita, Birkbeck College, Velká Británie*

Charakterizuje pergamen z hlediska chemického složení (nukleární magnetická rezonance), viskoelastických vlastností a vlivu relativní vlhkosti na ně (dynamicko-mechanická termální analýza) a termooxidační stability (termogravimetrie).

### *Centrum výzkumu konzervování grafických dokumentů, Paříž, Francie*

Koordinuje pokusy s umělým stárnutím pergamenů a provádí stárnutí teplotou, vlhkostí, světlem a oxidy síry a dusíku. Provádí analýzy uměle stárnutých vzorků a historických pergamenů diferenční skanovací kalorimetří. K analýze hydrolyzy pergamenů používá kapalinovou a plynovou chromatografii s různými typy detekce pomocí hmotové spektroskopie.

### *Stirlingská univerzita, oddělení biologické a molekulární vědy, Velká Británie*

Soustřeďuje svou práci na mapování molekulárního strukturálního poškození kolagenu rentgenovou mikroskopickou technologií, provádí nedestruktivní rentgenovou difrakci vzorků.

### *Turínská univerzita, oddělení chemie IFM, Itálie*

K vizuálnímu sledování poškození pergamenu přispívá studiem struktury vláken pergamenu elektronovým mikroskopem. Studuje termochemické změny kolagenu za použití mikrokalorimetrie. Hydrotermální stabilitu kolagenových vláken sleduje pomocí vysoko citlivé diferenční skanovací kalorimetrie.

### *Královská knihovna, Kodaň, Dánsko*

Testuje a připomínkuje formulář a metody odhadu poškození pergamenu při studiu kolekce tzv. „španělských pergamenů“ z 13.–18. století. Spolupracuje na vytvoření snadno ovladatelné databáze z hlediska konečného uživatele.

*Národní knihovna České republiky, Praha, ČR*

Zatímco prvních šest pracovišť se zabývá převážně odbornými analýzami pergamentu, které mají odhalit stav jeho poškození v závislosti na skladování a historii konzervování, a vypracováním vizuálních metod hodnocení stavu poškození pergamentu, poslední dvě pracoviště jako koneční uživatelé tyto vizuální metody testují v praxi a shromažďují výsledky hodnocení historických pergamentů, které budou sloužit ke kvantifikaci výsledků a k určení vzájemného vztahu výsledků získaných vizuálními metodami a odbornými analýzami.

Pro druhou polovinu projektu byly jako koneční uživatelé přijaty další organizace: Národní archiv ve Švédsku a tři italské archivy.

## **Zapojení Národní knihovny ČR do projektu**

### ***Průzkum a popis pergamenových rukopisů***

Po celou dobu trvání projektu se v oddělení restaurování zabýváme průzkumem pergamenových rukopisů ze sbírek Národní knihovny. Začali jsme s průzkumem nejstarších pergamentů, ve druhé polovině projektu se soustředíme na rukopisy z 15. století a na pergameny v minulosti konzervované (fota č. 2, 3).

Při průzkumu je využíván, a tím i testován speciální formulář „Parchment Assessment Report“ vytvořený pro potřeby projektu. Formulář se skládá ze tří částí. Je opatřen podrobným návodem k použití, který obsahuje popis jednotlivých kategorií i názorné fotografie. Formulář se během projektu vyvíjí, pro druhou polovinu projektu bude užita mírně upravená a rozšířená verze.

V první části formuláře jsou uvedeny obecné údaje o pergamentu: signatura, vlastník, místo vzniku, datace, užití, podmínky skladování v minulosti a přítomnosti, konzervační ošetření, druh zvířete, z jehož kůže byl pergamen vyroben, barva a další vlastnosti a poškození pergamentu: výskyt transparentních oblastí, deformací (foto č. 4), povrchové kontaminace, pigmentace, odlišného zbarvení, biologického poškození – mikroorganismy, hmyzem (foto č. 5), hlodavci, poškození vodou (foto č. 6), ohněm, pozůstatků chlupů (foto č. 7), vápníku. Zaznamená se možnost odebrání vzorků a uloží fotografie rubu i líce pergamentu.

Protože historický pergamen je materiál značně nehomogenní, pro podrobnější popis jeho vlastností se volí konkrétní místo, tzv. specifická oblast (foto č. 8). Výběr specifické oblasti závisí na účelu, pro který se formulář vyplňuje. Jedná-li se o všeobecnou charakteristiku pergamentu, vybere se specifická oblast typická pro pergamen, když je cílem průzkumu popis poškození pergamentu, vybere se specifická oblast odrážející toto poškození.

Ve druhé části formuláře se popisují vlastnosti specifické oblasti nezávislé na straně (rubu či líci) pergamentu: tloušťka, pružnost, propustnost světla, vzhled a chování vláken ve vodě, schopnost oddělení mokřích vláken, deformace pergamentu.

Ve třetí části formuláře se definuje vzhled povrchu obou stran (rubu a líce) specifické oblasti pergamentu odděleně. Určuje se barva pergamentu a jeho případné ošetření, lesklost, zaznamenává se výskyt povrchové kontaminace, chlupových kanálků, zbytků chlupů, pigmenta-

ce, vápníku, biologického poškození, poškození vodou či ohněm, odlišné zbarvení a viditelnost vláknité struktury.

Některé vlastnosti se stanovují běžným způsobem, například tloušťka pergamentu se měří mikrometrem. Pro jiné vlastnosti byly definovány speciální metody: pružnost se určuje porovnáním pergamentu s plastickými fóliemi o různé tloušťce při ohýbání v prstech. Pro měření propustnosti světla bylo nutno vyrobit speciální lepenkový nástavec na lampu, pod který se položí zkoumaný pergamen, a pomocí expozimetru se změří světlo, které pergamen propustil.

Barva pergamentu je určována porovnáním s vybranými standardy z Colour Atlas 96, Natural Colour System, opět za přesně definovaných podmínek. Natural Colour System je v současnosti nejvýznamnější celosvětově rozšířený systém pro identifikaci barev. V Národní knihovně ČR a na dánských pracovištích je barva pergamentu navíc měřena spektrofotometrem (přístroj na měření závislosti množství odraženého světla na jeho vlnové délce v oblasti viditelného světla), který podává výsledky nezávislé na osobě pozorovatele.

V Národní knihovně jsou prováděny dvě speciální činnosti, které se týkají první části formuláře. V oddělení restaurování byly vyrobeny podle středověkých postupů psací pergameny z různých druhů zvířat: telete, ovce, kozy, daňka, srnce a králíka. Pracovní postup byl fotograficky zdokumentován. Celý povrch pergamentů byl zmapován makro- i mikrofotografiemi jak před broušením, tak i po broušení. Fotografie budou využity pro určování druhu zvířete, z jehož kůže byl pergamen vyroben.

Druhá činnost se týká biologického poškození pergamentu. Práce na tomto problému probíhá v Národní knihovně ve dvou liniích. Při průzkumu rukopisů je vytvářena sbírka fotografií biologického poškození pergamentů, z níž budou vybírány příklady do digitálního atlasu poškození. Zároveň jsou v mikrobiologické laboratoři uměle vytvářeny příklady konkrétního mikrobiologického poškození pergamentů. Cílem práce je vytvořit atlas biopoškození pergamentu. Měl by obsahovat základní informace o původci poškození (druh, podmínky růstu), fotografie různých fází růstu a fotografie pergamentu po odstranění mikroorganismů.

Dosud jsme s využitím formuláře pro hodnocení pergamentů, navrženým pro potřeby projektu, prozkoumali 33 rukopisů z 9.–15. století. Některé rukopisy jsou tvořeny několika odlišnými typy pergamentu (např. broušený a nebroušený), v tom případě se pro každý typ vyplňuje formulář samostatně. 50 formulářů bylo zaneseno do databáze projektu na internetu.

Během průzkumu pro potřeby mezinárodního projektu probíhá i průzkum restaurátorský. Svazek je – stejně jako při průzkumu IDAP prohlížen stránku po stránce a zaznamenává se stav svazku jako celku, jeho jednotlivých součástí (vazby, knižního bloku) a všechna zajímavá místa: vady pergamentu, iluminací, písma. Při mikroskopickém průzkumu je užíván stereomikroskop Olympus SZX 9 pohybuující se po speciální konstrukci, jež byla zhotovena pro potřeby projektu (foto č. 9). Vše se fotograficky dokumentuje, dosud bylo zhotoveno a popsáno 5000 digitálních snímků rukopisů.

Rukopisy jsou dále mechanicky čištěny a ukládány do ochranných obalů z nekyselých lepenky, která byla vyvinuta v Národní knihovně ČR během řešení projektu „Vývoj ochranných obalů pro ohrožený a vzácný knihovní fond“ (foto č. 10).

## Měření teploty smršťení

Další problematikou, kterou se v oddělení restaurování zabýváme v souvislosti s řešením projektu IDAP, je stanovování hydrotermálních vlastností pergamenů, konkrétně měření teploty smršťení. Jak již jsem se zmiňovala v úvodní části, molekuly kolagenu jsou vysoce organizované. Tuto vlastnost ztrácejí, jestliže jsou zahřáty ve vodě na 58–68 °C, kdy se uvolní příčné vazby mezi jednotlivými řetězci a molekuly kolagenu se smršťují až na jednu třetinu původní délky. Pro oddělení restaurování byl díky financím z projektu zakoupen termosystém FP900 firmy Mettler Toledo s měřicí celou FP82 (fota č. 11, 12). Pomocí tohoto zařízení je možno prostřednictvím měření teploty smršťení několika vláken pergamenu zjistit celkový stav pergamenu a stupeň jeho degradace. Dosud byla změřena teplota smršťení 42 pergamenů (fota č. 13, 14). Zjištěné hodnoty se pohybují mezi 39,5 °C (vysoký stupeň poškození) a 55,9 °C (velmi dobrý stav pergamenu). Při přípravě vzorků je sledována snadnost rozvláknování pergamenů, stav a chování pergamenových vláken v suchém stavu a po namočení destilovanou vodou (fota č. 15–18). Tyto vlastnosti vláken, stejně jako průběh smršťování, jsou zachyceny na digitálních fotografiích a archivovány.

Všechny výše uvedené činnosti budou v Národní knihovně ČR pokračovat i ve druhé polovině projektu. Národní knihovna se bude také významnou měrou spolupodílet na vytvoření atlasu poškození pergamenu, a to jak fotografiemi, tak popisem různých typů poškození.

## Organizace řešení projektu

Postup řešení projektů pod záštitou Evropské unie je přísně kontrolován. Řešitelský tým se schází jednou za půl roku. Na těchto schůzkách všichni prezentují své výsledky a oznamují plán práce na následující půl rok. Každý rok musí být předkládána zpráva s dílčími výsledky a prováděno vyúčtování přidělených financí. Jestliže jsou výsledky shledány jako nevyhovující, může být projekt zastaven.

V polovině projektu je uskutečněn tzv. „mid-term meeting“ za účasti komisaře Evropské unie. Protože projekt IDAP je právě ve své polovině, proběhl v září „mid-term meeting“ tohoto projektu. Komisařem Evropské unie pro tento projekt je Michél Chapuis, který má na starosti ještě dalších 20 projektů. Pro každý projekt je určen odborný poradce komisaře, v našem případě je to Jan Wouters z Královského institutu pro kulturní dědictví v Bruselu. „Mid-term meeting“ byl zahájen předvedením již dosažených výsledků umělého stárnutí a vybraných analytických metod, a internetové databáze. Potom se krátkými pěti-minutovými vystoupeními prezentovala jednotlivá řešitelská pracoviště.

Hodnocení dosavadního průběhu projektu komisařem a jeho poradcem bylo vesměs kladné. Protože je ale vyžadováno stoprocentní plnění plánovaného řešení, hlavní koordinátor musel vysvětlit příčinu některých drobných nedostatků, které byly způsobeny nepředvídatelnými komplikacemi během řešení projektu (povodně, stěhování některých pracovišť apod.). Celková vědecká úroveň projektu byla ale hodnocena jako velmi vysoká.

Projekt IDAP je řešen v rámci 5. výzkumného programu Evropské unie. Tento program stanovuje priority pro výzkum, technologický rozvoj a předváděcí aktivity

v Evropské unii pro období 1998–2002. Tyto priority byly vybrány na základě obecných kritérií, která odrážejí zvyšování průmyslové soutěže a kvalitu života v evropských městech.

5. výzkumný program má dvě odlišné části:

- program Evropského společenství (European Community), který pokrývá oblast výzkumu, technologického rozvoje a předváděcích aktivit, do nějž je zařazen projekt IDAP
- program Euratom, který zaštiťuje výzkum a výcvikové aktivity v jaderném odvětví.

Na řešení programu European Community byla určena částka 13 700 milionů euro.

Evropský výzkumný projekt IDAP se snaží zachytit a dešifrovat, co vypovídá pergamen o svém původu, minulosti a současném stavu. Ze všech těchto informací je možné odhadnout, jaká bude jeho budoucnost, a vytvořit takové podmínky, aby byla co nejdéle a k pergamenu co nejšetnější. Účast na řešení projektu IDAP tak pomáhá Národní knihovně ČR naplňovat jednu z jejích základních činností, kterou je ochrana a trvalé uchovávání historického fondu (Statut NK ČR z 25. 2. 2002, článek II/2d).

## Doporučená literatura:

- BLAŽEJ, A. a kol. *Technologie kůže a kožešin*. Praha : SNTL, 1984.
- ĐUROVIČ, M. a kol. *Restaurování a konzervování archiválií a knih*. Praha ; Litomyšl : Paseka, 2002. ISBN 80-7185-383-6
- SOUČKOVÁ, M. Teplota smršťení. In *X. seminář restaurátorů a historiků Litomyšl 1997*. Praha, 1999, s. 293-296.
- ZELINGER, J. a kol. *Konzervace pergamenu a jeho uložení*. Praha : Národní knihovna, 1992. ISBN 80-7050-137-5

Magda Součková  
Národní knihovna ČR

Na další straně následuje fotografická příloha □ □