

Metodika průzkumu a konzervace iluminací středověkých rukopisů

BcA. Jana Dřevíková, Ing. Martina Ohlidalová, PhD.

Průzkum iluminací středověkých rukopisů je založen na zmapování malířské techniky iluminátora, poškození iluminací a analýze použitých materiálů. Skládá se ze čtyř prolínajících se kroků - celkové fotodokumentace stavu iluminací, průzkumu techniky malby, jejich vzniku, průzkumu fyzického stavu iluminací a jejich materiálové analýzy pomocí nedestruktivních analytických metod. K interpretaci získaných výsledků slouží čtyři přílohy této metodiky: *Příloha 1_Modelový příklad Krok 1, 2, 3; Příloha 2_Atlas techniky malby iluminací; Příloha 3_Atlas poškození iluminací a Příloha 4_Atlas spekter standardů nejběžnějších pigmentů a barviv středověkých iluminací české provenience*. Prezentována metodika průzkumu byla zvolena s vědomím, že zvolený přístup neumožňuje získání všech informací o studovaných iluminacích, ale pouze informací dostupných bez vnějšího zásahu do malby. Po vyhodnocení výsledků průzkumu je nutné provést fixaci problematických míst iluminací před jakoukoliv další manipulací s rukopisem či jeho vystavováním [autorský abstrakt].

Klíčová slova

nedestruktivní průzkum, technika malby, fyzický stav iluminací, analýza barevných vrstev, XRF analýza, infračervená reflektografie, UV-VIS spektroskopie, fixace, ultrazvukový rozprašovací přístroj, aerosolový generátor, dávkovací přístroj

Úvod

Průzkumu iluminací středověkých rukopisů je založen na zmapování malířské techniky iluminátora, poškození iluminací a analýze použitých materiálů. Získané informace přináší nové poznatky nejen pro historiky umění, ale zejména pro restaurátory, kteří na základě dostupných informací mohou zvolit nejvhodnější způsob konzervace. Odpovědný přístup pro průzkum iluminací středověkých rukopisů vychází z vědeckého poznání a zkušeností vymezujících jednotlivé mezioborové postupy.

Iluminace středověkých rukopisů

Významné knihy byly ve středověku velmi bohatě iluminovány. Nejčastěji se jednalo o bohaté zdobení písmen na počátku textu, či jednotlivých kapitol tzv. iniciály, nebo samostatná vyobrazení, zv. miniatury.

Technika iluminací se v principu nelišila od nejstarších dob vzniku až do začátku 15. stol. Každý iluminátor používal jiné postupy a materiály, ale obecná pravidla receptur se většinou shodují. Před začátkem vzniku iluminace bylo nutno nejprve podložku budoucího rukopisu povrchově upravit a nanést vhodný podklad (nejčastěji se jednalo o rozbroušení povrchu pergamentu, zatírání

vaječného bílku či pergamenového klišu nebo zatírání vaječného bílku s plavenou křídou). Iluminace byly doplněny do vznikajícího dokumentu většinou, až když byl text kompletní. Iluminátor nejprve provedl podkresbu připravované iluminace olověnou, měděnou nebo stříbrnou tužkou. Tyto obrysy potom v dalším kroku zvýraznil černým nebo barevným inkoustem. Potom provedl v celém rukopise zlacení plátkovým zlatem a až poté začal pracovat s barvami. Ty si každý iluminátor připravoval sám a nanášel je štětci v několika vrstvách do požadovaného odstínu. Těsně před nanášením na pergamen se pigmenty a barviva smíchaly s pojivem, které zajišťovalo přilnavost barvy k pergamenu a velmi rychle zasychalo. Nejčastěji se jednalo o arabskou gumu, vaječný bílek nebo vyzinu (klíh z plovacích blan jesetera). Vznik iluminace byl postupný, nejprve byly vybarveny všechny motivy jedné barvy a až poté se přistoupilo k barvě další. Poslední operací byla většinou malba drobných ornamentů na zlatě nebo stříbře černým nebo červeným inkoustem a dokončení jemných detailů zlatem. Hotové iluminace iluminátor ještě přelakoval arabskou gumou nebo vaječným bílkem a přešetřil kamencem.

Výběr používaných materiálů barevných vrstev iluminací byl po staletí dosti omezen, příliš se neměnil a byl závislý hlavně na zdrojích pigmentů a finančních možnostech objednavatelů. Při přípravě minerálních pigmentů bylo nutné vždy daný pigment utřít do požadované hrubosti a zbavit ho nežádoucích nečistot plavením. Při přípravě barviv se příslušné části rostlin také nejprve třely za sucha v misce nebo na kameni a poté ještě s vodou. Z rozdrčených částí se potom dělaly výluhy (ve vodě, octu, víně, moči, louhu nebo vápně), ke kterým se nakonec přidávala nějaká stabilizující látka (nejčastěji kamenec, ale i potaš, vinný kámen atp.). Nejběžnější pigmenty a barviva středověkých iluminací shrnuje *Tabulka 1*. Iluminace na pergamenu měly většinou za základ olovnatou bělobu.

Tabulka 1 Přehled nejběžnějších pigmentů a barviv středověkých iluminací české provenience.

barva	pigmenty a barviva
červená	rumělka, minium, bolus, červené okry, skupina červených dřev
žlutá	auripigment, šafrán, žluté okry, masikot, olovnatocínčitá žluť
zelená	měděnka, malachit, rostlinná zelená barviva, země zelená
modrá	azurit, ultramarín, modrá rostlinná barviva
bílá	křída, olověná běloba, bílé hlinky, sádra
hnědá	umbra, bistr, hnědý okr
černá	uhlíková čern, železagalový inkoust

Poškození iluminací

Ztráta a poškození barevných vrstev iluminací má mnoho příčin. Poškození jsou často způsobena nedokonalou technikou malby či výběrem nebo přípravou podložky, a v mnoha

případech také nevhodnou manipulací a uložením rukopisů. Často k tomu také přispívá nevhodná volba pigmentů, pojiva či způsob nanášení malby. V takových případech mluvíme o tzv. systémových chybách malíře. Mezi nejběžnější systémové chyby malíře patří použití barvy s malým obsahem plniva, která dnes vede k jejímu zpráškovatění. Další častou chybou malíře je nekvalitně provedené zlacení. Plátkové zlato bylo často při leštění probroušeno, nebylo aplikováno ve správný okamžik, bylo provedeno neodborně či poliment neobsahoval dostatečné množství pojiva atp. Za systémovou chybu malíře je také považována silná malba na zlacení, která se manipulací s rukopisem v průběhu let poškozovala a dnes se často odlupuje. V zásadě platí, že pokud malíř provedl v rukopise kvalitní zlacení, jsou také dnes dochované barevné plochy ve velmi dobrém stavu.

Mezi nejběžnější typologické jevy popisující degradaci barevné vrstvy iluminací patří sprašování, odlupování a chemické změny v barevné vrstvě. U reálných případů se ale často jedná o kombinaci těchto poškození.

- **Sprašování** – jedná se o poškození, při kterém se uvolňují jednotlivé částičky pigmentu v případě snížené soudržnosti směsi pigmentu a pojiva barevné vrstvy. Sprašování může zasahovat poměrně velké oblasti iluminace nebo se může týkat jen jednoho pigmentu. Největší tendenci k sprašování mají černé a modré pigmenty.
- **Odlupování** – je poškození, které vzniká v případě silnějších barevných vrstev při nanášení barev na sebe. S rostoucí tloušťkou malby jsou kohezní síly uvnitř barevné vrstvy větší než adhezní, což tedy znamená, že pevnost barevné vrstvy je větší než její přilnavost k pergameni. Tato skutečnost potom může vést k odlupování barevných vrstev. Vše může být ještě podpořeno mechanickým namáháním stránek rukopisů. K odlupování je zvláště náchylné zlacení provedené na plastický podklad. Často se jedná o silnou vrstvu bolusu, na níž se potom klade plátkové zlato. Vzhledem k povaze a síle bolusového podkladu dochází často k jeho zkřehnutí, popraskání a odlupování. Větší náchylnost k odlupování byla také vysledována u modrých, zelených a žlutých pigmentů.
- **Chemické změny v barevné vrstvě** – jedná se o změny, které mohou probíhat zejména na některých pigmentech. Příkladem tohoto typu poškození může být koroze kovových tuší nebo měďnatých pigmentů. Poškození kovových tuší je nejčastěji zastoupeno černáním olovnaté běloby, černáním stříbra, běláním zinkových tuší, korozí mosazných a bronzových tuší. Měďnaté pigmenty v zelených oblastech mohou způsobit degradaci pojiva, která má za následek jeho sprašování. Toto poškození měďnatými pigmenty většinou probíhá stupňovitě. Barva nejprve difunduje na druhou stranu podložky, poté papír nebo pergamen zhnědne. V dalším stupni koroze se začínají drobit vlákna podložky, dochází k prasklinám

a jeho proděravění. Pokud jsou ale zrna pigmentu dobře obalena pojivem, tak se koroze mědi nevyskytuje.

Konzervace iluminací středověkých rukopisů

Fixace problematických míst je minimálním možným opatřením, které lze provést před vystavováním rukopisu s poškozenými barevnými vrstvami a jeho další manipulací. Vzhledem k tomu, že se v případě iluminací jedná o rozměrově velmi malé malby, mohlo by dojít bez vhodného ošetření ke ztrátám nedožrnné umělecké a historické hodnoty. Vyhodnocení nutnosti stabilizace barevné vrstvy iluminací musí být provedeno vyškoleným odborníkem se zkušeností na tuto problematiku.

Pro konzervaci poškozené barevné vrstvy iluminací lze použít několik metod. Metoda fixace ultrazvukovým rozprašováním vhodná především pro sprášující se barevné vrstvy byla vyvinuta v Canadian Conservation Institute v roce 1989. V tomto roce ji poprvé odborné veřejnosti představil technolog restaurování Michalski. Metoda lokální fixace dávkovacím přístrojem byla vyvinuta Prof. Fuchsem v roce 1994. Její výhodou je oproti fixaci štětcem snazší kontrola průběhu fixace a dokonalé dávkování fixativa pod nadzdvihnuté krakely a uvolněné šupiny barevné vrstvy. Kapky fixativa (předem regulovaných velikostí) se dávkuje pomocí stlačeného vzduchu řízeného elektrickým impulsem. Další možností fixace iluminovaných rukopisů je aktivace původního pojiva vystavením iluminace zvýšené relativní vlhkosti. Metoda vyvinutá konzervátorem Barteltem z hlediska dlouhodobé účinnosti není v praxi ověřená.

Fixace by vždy měla probíhat v místnosti s kontrolovaným klimatem s relativní vlhkostí vzduchu v rozmezí 55-75 %. Pro správnou volbu relativní vlhkosti prostředí je nutné vždy vzít v úvahu aktuální stav daného rukopisu (např. napadení plísněmi atp.). Díky vyšší relativní vlhkosti vzduchu aplikované fixativum vysychá pomalu a pomalu se odpařuje také rozpouštědlo, čímž se vytváří rovnoměrná vrstva fixativa v celé barevné vrstvě včetně podkladu. V sušším prostředí se fixativum vysušuje a odpařuje příliš rychle, a proto zůstane na povrchu barevné vrstvy. Pokud je podložka barevné vrstvy navíc navlhčená (např. pokud je pergamen vystaven zvýšené relativní vlhkosti vzduchu) je podpořena penetrace fixativa díky kapilárním silám i do vláken pergamenu.

Postup průzkumu

Prezentovaný průzkum iluminací je prováděn pouze analytickými metodami bez odběru vzorků barevné vrstvy, který je vzhledem k velikosti a vzácnosti iluminace nežádoucí. Tento přístup k průzkumu ovšem neumožňuje získání všech dostupných informací, s čímž je nutné již od začátku

počítat. Konkrétně není možné tímto přístupem jistě identifikovat zejména použité organická barviva a pojiva barevných vrstev iluminace. Tyto informace je možné při použití vypracovaného postupu získat pouze chemickou analýzou již odpadnutých částí barevných vrstev, které se často nachází ve hřbetě knižního bloku.

Prezentována metodika průzkumu byla zvolena na základě ideje, že cílem průzkumu není získání maximálního počtu informací o iluminaci, ale pouze dostupných informací bez vnějšího zásahu do malby.

Technické vybavení

- **Fotoaparát** – pro fotodokumentaci studovaných iluminací a jejich fyzického stavu. V rámci výzkumného záměru NK ČR byl použit digitální fotoaparát Nikon D70 se zábleskovým zařízením Wafer.
- **Prosvětlující destička** – jako zdroj světla při průzkumu iluminace v procházejícím světle. V rámci výzkumného záměru NK ČR byla použita prosvětlující destička IP22 2DG (PEL).
- **Stereomikroskop s příslušenstvím** - pro průzkum techniky malby, fyzického stavu a kontrolu průběhu fixace barevných vrstev iluminací. Stereomikroskop musí být umístěn na stabilním rámu, díky němuž je možné jej šetrně posouvat nad rukopisem bez dotyku s originálem. V rámci výzkumného záměru NK ČR byl použit stereomikroskop Olympus SZX9 s digitálním mikrofotografickým zařízením Olympus DP 12 (Olympus).
- **Infračervená digitální kamera** - pro průzkum iluminace metodou infračervené reflektografie. V rámci výzkumného záměru NK ČR byla použita infračervená digitální kamera Hamamatsu C2741 (Hamamatsu) v kombinaci s filtry 680 a 850 nm.
- **Rentgen-fluorescenční analyzátor** - pro průzkum prvkového složení barevných vrstev. XRF analyzátor musí být vybaven vhodným držákem, který umožní bezpečnou bezkontaktní analýzu. V rámci výzkumného záměru NK ČR byl použit přenosný XRF analyzátor Niton XLT (Thermo scientific).
- **UV-VIS spektrometr** – pro průzkum prvkového složení barevných vrstev. UV-VIS spektrometr musí být vybaven reflekční měřicí sondou spojenou se spektrometrem optickým kabelem. V rámci výzkumného záměru NK ČR byl použit UV-VIS spektrometru AvaSpec-2048-2 s Xe- výbojkou (Avantes). Získaná spektra byla zpracována v programu AvaSoft.
- **Forezní světelný zdroj** - pro identifikaci barevných vrstev v široké škále úzkého spektra světelného zdroje. Vhodný zejména pro lokalizaci novodobých přemaleb. V rámci výzkumného záměru NK ČR byl použit světelný zdroj Omnichrome Spectrum 9000 (Melles Griot) vybavený kapalinovým světlovodem.

Dávkovací přístroj – pro fixaci krakel barevných vrstev iluminací. V rámci výzkumného záměru NK ČR byl použit dávkovací přístroj Dosiergerät KD, Köhler GmbH Germany (BELO Restaurierungsgeräte GmbH).

Aerosolový generátor – pro celoplošnou konsolidaci sprašujících barevných vrstev iluminací. V rámci výzkumného záměru NK ČR byl použit aerosolový generátor AGS 2000 (BECKER PRESERVOTEC), vyvinutý v Canadian Conservation Institut pro fixaci sprašující barevné vrstvy.

Praktický postup

Průzkum iluminací a středověkých rukopisů začínáme nezbytným studiem literárních pramenů a historických fotografií rukopisu a jeho iluminací s cílem získání maximálního množství dostupných informací tak, abychom neobjevovali věci již známé a rukopis nebyl zbytečně namáhán. Postup průzkum a konzervace iluminací středověkých rukopisů probíhá v následujících krocích:

Krok 1: celková fotodokumentace stavu iluminací rukopisu

Krok 2: průzkum techniky malby

Krok 3: průzkum poškození barevných vrstev iluminací

Krok 4: materiálová analýza iluminací pomocí nedestruktivních metod a vyhodnocení získaných výsledků porovnáním s databází standardů vzniklých v rámci výzkumného záměru NK ČR

Krok 5: fixace poškozených míst barevné vrstvy iluminací

Průzkum a fixace by měla být provedena v místnosti se stálými klimatickými podmínkami prostředí vhodnými pro práci s malbou na pergamenu (tj. relativní vlhkostí prostředí 50-55 % a teplota 16-18 °C). V průběhu všech částí manipulujeme s rukopisem velmi opatrně v bavlněných rukavicích za použití speciálních stojanů nebo podpůrných molitanových klínů v kombinaci s různými typy drobných těžítek. Těžítka nikdy nepokládáme na barevnou vrstvu iluminací. Vždy při průzkumu pečlivě sledujeme dobu vystavení rukopisu zdroji světelného záření tak, aby byla co nejnižší. Výběr vhodné metody fixace je nutné provést na základě výsledku průzkumu (zejména na typu a míře poškození barevných vrstvy iluminací). Pokud je iluminace silně poškozena odlupováním barevné vrstvy a při průzkumu jsou zachyceny volně ležící krakely malby, je vhodné provést fixaci již v rámci mikroskopického průzkumu v *Kroku 2 a 3*.

Krok 1: celková fotodokumentace stavu rukopisu

Při průzkumu rukopisu nejprve zdokumentujeme všechny iluminace rukopisu. Pokud se v rukopisu nachází iluminace s prázdnou zadní stranou, fotograficky ji zdokumentujeme také v procházejícím světle po podložení prosvětlující destičky. Při celkové fotodokumentaci je vždy k pravému dolnímu rohu iluminace přikládáno papírové měřítko. V případě větších rozměrů rukopisu je nutné každou iluminaci detailně zdokumentovat podle předem rozdělených segmentů, v kterých jsou iluminace studovány ve všech krocích průzkumu.

Pořízenou fotodokumentaci dobře archivujeme, neboť bude sloužit pro budoucí porovnání fyzického stavu jednotlivých iluminací. Na modelovém příkladu iluminovaného rukopisu XIV A 13 je prezentován průzkum obsahující **Krok 1, 2 a 3**, který je součástí této metodiky *Příloha 1*.

Krok 2: průzkum techniky malby

Průzkum techniky malby iluminací se nejčastěji provádí současně s *Krokem 3*. V případě větších iluminací se musí vždy přísně dodržovat a dobře lokalizovat místa zkoumání. Správně zpracované výsledky průzkumu mohou v budoucnu složit jako další zdroje bádání o vzniku a původu konkrétní iluminace místo dalšího zatěžování originálu. Pro správné vyhodnocení a interpretaci získaných výsledků je nezbytná znalost iluminátorských technik a receptur, znalost kontextu a zároveň blízká spolupráce s historikem umění. Doplnující pomůckou interpretace získaných výsledků při průzkumu techniky malby iluminací je **Atlas techniky malby**, který tvoří *Přílohu 2* této metodiky.

Stereomikroskopie

Každá iluminace rukopisu se detailně prohlédne pod stereomikroskopem a zdokumentuje digitálním mikrofotografickým zařízením. Stereomikroskopií se vyhodnotí vrstvení malby studované iluminace (tzn., jak iluminátor postupoval při vzniku iluminace a zda se v iluminaci nachází podmalba a podkresba, jak byly kladeny jednotlivé barevné vrstvy, zda jsou v iluminaci přítomny závěrečné konturovací linky či pozdější retuše). V případě výskytu zlacení/stříbření se iluminace také prohlédne v procházejícím světle při podložení prosvětlující destičky. Pokud se v procházejícím světle jasně rýsují přesné obrysy překrývajících se plátků, lze konstatovat použití plátkového kovu. V případě použití práškového kovu jsou jasně vidět jednotlivá zrna namletého kovu pod stereomikroskopem.

Infračervená reflektografie

Každá iluminace rukopisu se detailně prohlédne také pomocí infračervené digitální kamery. Podle typu kamery, zvolených světel a ovládacího softwaru je nezbytné, aby vhodné parametry byly nastaveny na zkušební vzorku a ne přímo na studované iluminaci. Při optimální kombinaci nastavení (tzn. poskytující jasný ostrý obraz) se každá iluminace fotograficky zdokumentuje přes dostupné IR filtry. Nejideálnější kombinací je dvojice filtrů propouštějící infračervené záření od vlnových délek 680 nm a 850 nm. Pro filtry propouštějící vlnové délky vyšší než 1000 nm je nezbytný zdroj světla emitující záření vyšších vlnových délek. V průběhu našich experimentů na zkušebních vzorcích bylo zjištěno, že použití takových světelných zdrojů působí rychlé přehřátí iluminace (tzn., že iluminace přesychá a podložka se začíná kroutit), a proto bylo od jejich aplikace na reálných objektech ustoupeno. Použití těchto světelných zdrojů a filtrů lze doporučit pouze při nezbytném rozlišení typu černého inkoustu na papírové podložce [KECSKEMÉTI, 2006].

Srovnáním pořízených infračervených fotografií s dokumentací pořízenou v *Kroku 1* se vyhodnotí případné změny iluminátora v kompozici malby studované iluminace (tzn. nejčastěji místa s odlišnou podkresbou realizované malby).

Krok 3: průzkum poškození barevných vrstev iluminací

Průzkum poškození fyzického stavu iluminací se nejčastěji provádí současně v průběhu stereomikroskopického průzkumu v *Kroku 2*. Vyhodnocují se a fotograficky dokumentují místa barevných vrstev poškozených krakelací a sprašováním pigmentů, místa se ztrátami barevné vrstvy, barevnými změnami a místa s mechanickým či biologickým poškozením. Doplňující pomůckou interpretace průzkumu fyzického stavu iluminací je ***Atlas poškození iluminací***, který tvoří *Přílohu 3* této metodiky a modelový postup fotodokumentace a vyhodnocení fotografovaných detailů pomocí stereomikroskopu v průzkumu techniky malby a poškození na vybraném rukopisu XIV A 13 v *Příloze 1*.

Výsledkem průzkumu fyzického stavu iluminací je lokalizace míst s akutní potřebou fixace barevné vrstvy iluminací a podklad pro budoucí porovnávání fyzického stavu jednotlivých iluminací.

Krok 4: materiálová analýza

Materiálová analýza iluminací se provádí vždy v kombinaci s výsledky získanými mikroskopickým průzkumem v *Kroku 2* (např. že zelená vrstva je směsí modrého a žlutého pigmentu). Vyhodnocení získaných výsledků probíhá porovnáním s databází standardů. Doplňující

pomůckou interpretace získaných výsledků analýzy barevných vrstev iluminací je **Atlas spekter standardů nejběžnějších pigmentů a barviv středověkých iluminací české provenience**, který tvoří Přílohu 4 této metodiky. Všechna analyzovaná místa se zaznamenají a dostupnými metodami se vždy analyzují stejná místa. Za potvrzené výsledky je možné považovat až sesbíraná data z jednotlivých analýz, která se potvrdí minimálně dvěma metodami. V případě výskytu odpadnutých částí barevných vrstev je možné sesbírané vzorky nechat externě analyzovat metodou infračervené mikrospektroskopie pro identifikaci organických barviv a pojiv barevných vrstev studované iluminace.

Rentgen-fluorescenční analýza

Při použití rentgenfluorescenční analýzy je třeba před měřením prohlédnout revers folia, protože případná barevná vrstva nanesená proti měřenému aversu může komplikovat správné stanovení prvkového složení analyzovaného místa. Rentgen snímá informace o prvkovém složení analyzované plochy do určité hloubky pergamenu či papíru, často skrz jeho tloušťku. Při analýze prvků by se mělo vždy postupovat od čistých barev po jejich směsi, snáze se eliminují případné omyly při interpretaci. Před začátkem průzkumu se musí studovaná iluminace podložit vhodnou podložkou, kterou neprojde rentgenový paprsek. Tím se zaručí, že výsledek analýzy bude získán pouze z jednoho folia a ne z celé tloušťky rukopisu. V průběhu našich experimentů se osvědčila jako vhodná separační vrstva tenká polykarbonátová deska. Po kalibraci přístroje na pracovní teplotu místnosti se přenosný analyzátor nastaví na místo analýzy. Pomocí držáku je možné zajistit bezkontaktní analýzu do cca 0,5 cm nad foliem. Vždy se nejprve provede prvková analýza samostatné podložky bez barevné vrstvy a až poté se proměří plochy jednotlivých barevných vrstev. Interpretuje se vždy odečtené rentgen-fluorescenční spektrum barevné vrstvy a podložky. Pro správnou interpretaci prvkového složení je vždy nezbytné získané výsledky kombinovat se zjištěními získanými při stereomikroskopickém průzkumu v *Kroku 1* (např. že analyzovaná modrá barva je směsí modrého a bílého pigmentu).

UV-VIS spektroskopie

Po sestavení měřící aparatury se měřící reflexní sonda opatrně umístí na analyzované místo, které se poté proměří v módu reflektance. V případě používaného spektrometru je jako nejvhodnější nastavení doporučeno na rozsah měření 200 – 800 nm, 1 impuls při 30 opakování spektra a integrální čas 30 s. Interpretace získaných UV-VIS spekter jednotlivých barevných vrstev se provede porovnáním s databází UV-VIS spekter známých standardních vzorků na základě charakteristických maxim a inflexních bodů získaných UV-VIS spekter. Díky známých charakteristikám jednotlivých standardů lze rozlišit také směsi pigmentů a barviv.

Průzkum forezním světelným zdrojem

Výskyt některých pigmentů lze potvrdit také sledováním charakteristické barvy barevné vrstvy po ozáření světlem o určité vlnové délce. Pro identifikaci barevných vrstev je nejvhodnější použít vlnové délky 500 nm, 550 nm a 600 nm při šířce světleného toku 25 nm. Pro ozáření vzorků světelnými toky těchto parametrů je nutné použít kapalinový světlovod a ochranné brýle oranžové a červené barvy. Níže uvedená *Tabulka 2* shrnuje přehled pigmentů vyskytujících se ve středověkých rukopisech spolu s jejich charakteristickou barvou po ozáření vše uvedenými vlnovými délkami. V případě barviv vykazuje vysokou fluorescenci vždy pojivo barevné vrstvy, které září světle žlutou barvou při osvětlení světelným tokem o vlnové délce 500 nm (nejvíce fluoreskuje vaječný protein ze žloutku). V případě černých pigmentů a inkoustů je ve všech případech pozorována pouze černá barva a tato metoda tedy není pro jejich rozlišení vhodná.

Tabulka 2 Přehled barevnosti nejběžnějších pigmentů a barviv středověkých iluminací po ozáření světelným paprskem o vlnové délce 500, 550 a 600 nm.

pigment / barvivo	500 nm	550 nm	600 nm
olovnatá běloba	tmavě šedá	zářivě bílá	zářivě bílá
křída	bílá	světle šedá	světle šedá
sádra	bílá	světle šedá	světle šedá
rumělka	tmavě červená	černá	modrošedá
minium	žlutohnědá	hnědošedá	bílá
brazilské dřevo	světle fialová	šedá	světle šedá
bolus	tmavě fialová	černá	šedomodrá
šafrán	žlutohnědá	světle šedá / červená	světle šedá
auripigment	šedohnědá	šedá	světle hnědá
masikot	šedohnědá	světle šedá	šedá
žlutý okr	tmavě hnědá	tmavě šedá	tmavě šedá
olovnatocínčitá žluť	světle žlutá	bílá	bílá
realgar	tmavě hnědá	tmavě šedá	světle šedá
malachit	světle modrá	tmavě šedá	tmavě modrá
měděnka	tmavě modrá / černá	tmavě šedá	černomodrá
země zelená	hnědá	tmavě šedá	šedohnědá
azurit	tmavě modrá	tmavě šedá	tmavě modrá / černá
indigo	modrofialová / černá	šedočerná	tmavě modrá / černá
ultramarin	tmavě modrá	šedočerná	tmavě modrá / černá
hnědý okr	vínově hnědá	šedočerná	šedočerná
umbra	hnědá	šedočerná	tmavě šedá
bistr	hnědá	šedočerná	tmavě šedá

Krok 5: stabilizace míst s akutní potřebou fixace

Pro nejpoškozenější místa s akutní potřebou fixace je možné použít zejména dvě metody ošetření. První je metoda lokálního ošetření barevné vrstvy pomocí štětce, nebo dávkovacího

přístroje koncentrovanějším roztokem vhodného fixativa s předaplikací vhodného rozpouštědla. Další účinnou možností je celková konsolidace barevné vrstvy, zejména pomocí aerosolového generátoru fixativem o nízké koncentraci v přítomnosti rozpouštědla. Výběr nejvhodnější metody ošetření záleží zejména na typu a míře poškození barevné vrstvy. Množství použitého fixativa by totiž mělo vždy odpovídat pouze potřebnému množství pro obnovení barevné vrstvy k povrchu podložky. Aplikace obou metod fixace musí být kontrolována pod stereomikroskopem.

Jako nejvhodnější fixativa pro obě metody fixace lze doporučit pojiva, která vykazují dobré chemicko-fyzikální vlastnosti a jsou s nimi dobré zkušenosti při fixování iluminací. Jedná se zejména o vyzinu, pergamenový klíč (ten ale může být riskantní při fixaci organických barviv díky nižší hodnotě pH) nebo želatinu. Při výběru vhodného pojiva pro provedení fixace by měly být vždy zohledněny výsledky provedeného průzkumu a také to, jaký typ pojiva, pigmentů a barviv bylo použito v konkrétním iluminovaném rukopise. Nejlepší zkušenosti v NK ČR byly s aplikací nebělené vyziny v destilované vodě, jejíž koncentrace se pohybovala v rozmezí 0,5-2 hm. % na základě metody její aplikace.

Metoda ošetření dávkovacím přístrojem

Ošetření dávkovacím přístrojem je nejvhodnější použít v případě nutného fixování jednotlivých odpadávajících krakel barevné vrstvy miniatur. Výhodou této metody je hlavně kontrolované dávkování fixativa. Na ošetřované místo se nejprve nanese kapka ethanolu štětcem pro snížení povrchového napětí podložky, která usnadní penetraci fixativa po jeho nanesení. Poté se za použití dávkovacího přístroje nanese pod krakelu odpovídající množství fixativa (např. 2 % vodný roztok vyziny). Celý proces musí probíhat s maximální opatrností a přesností. Při aplikaci nevhodně velkého množství fixativa může dojít k odplavení zcela uvolněných šupin barevné vrstvy od podkladu. Dále je nutné dávat pozor na vznik vzduchových bublin, které se mohou tvořit v kapkách fixativa a které by mohly způsobit drobný posun fixovaných šupin. Při této lokální fixaci může snadno dojít k tvorbě map u silně znečištěné barevné vrstvy či světlých míst po aplikaci koncentrovanějšího fixativa (např. u bílého polimentu v místech chybějícího plátkového zlacení).

Metoda celoplošné konsolidace

Celoplošnou konsolidaci je nejvhodnější použít na ošetření barevné vrstvy poškozené především sprašováním pigmentů. Celá stránka, na které bude fixace probíhat, se podloží silnějším filtračním papírem. Poté se fixativum (0,5-1 hm. % vodný roztok vyziny) aplikuje v podobě jemného aerosolu (aerosolovým generátorem) rovnoměrně po celém povrchu ošetřovaného místa. Po ošetření by nikdy nemělo dojít k viditelnému posunu odstínů barevné

vrstvy po fixaci. Proto je vhodné aplikovat fixativum nejprve o koncentraci 0,5 hm %, aby se vyhodnotil jeho účinek na změnu barevnosti. Až pokud ke změně barevnosti nedošlo a fixace není dostatečná, je možné aplikovat fixativum o koncentraci 1 hm. %. Z pohledu změny barevnosti je nejriskantnější ošetření tmavých barev, u kterých může snadno dojít k určitým změnám odstínu a vzniku lesku na povrchu. Při celkové fixaci aerosolovým generátorem dojde současně k očištění prachových částic z povrchu barvených vrstev a tím k mírnému projasnění barev. Při aplikaci je nutné kontrolovat, zda nedochází k penetraci barevné vrstvy do vláken pergamenu. Dále je nutné v průběhu fixace kontrolovat, aby v trubici vedoucí k aplikační části přístroje nedocházelo ke kondenzování kapek fixativa.

Seznam použitých zdrojů

ČECHÁK, T.; MUSÍLEK, L.; TROJEK, T.; KOPECKÁ, I. Použití rentgenové fluorescenční analýzy pro studium památek. *Československý časopis pro fyziku*. 2005, roč. 55, č. 5, s. 415-419. ISSN 1804-8536.

ČECHÁK, T.; TROJEK, T.; KOPECKÁ, I.; MUSÍLEK, L. Průzkum památek metodou rentgenfluorescenční analýzy. In *Sborník XIII. semináře restaurátorů a historiků, Třeboň 2006*. Praha : Národní archiv, 2007, s. 122-130. ISBN 974-80-86712-48-2.

DERNOVŠKOVÁ, J. *Problémy konsolidace barevné vrstvy a vlastnosti fixativ*. Praha, 2002. Závěrečná zpráva projektu KZ00P020LK008.

DŘEVÍKOVSKÁ, J. *Průřez technikami knižní malby iluminovaného rukopisu – Technologie iluminace*. Praha, 2002. Závěrečná zpráva projektu KZ00P020LK008.

EASTAUGH, N. aj. *Pigment Compendium – A Dictionary of Historical Pigments*. Elsevier, 2004. 46 s. ISBN-10: 0750657499.

HLOUŠKOVÁ, D. *Problémy fixace barevné vrstvy*. Praha : Státní restaurátorské ateliéry, 1991.

HOCHLEITNER, B. *Analysis of Paint Layers by Light Microscopy, Scanning Electron Microscopy and Synchrotron induced X-Ray Micro-Diffraction*. Presented at the Conference: Art 2002, June 2003, Antwerp, Belgium.

KECSKEMÉTI, I; SEPPÄLÄ, M. False-Colour Infrared (FCIR) imaging with standard digital camera. *Papier Restaurierung*. 2006, vol. 7, no. 1, s. 18-23. ISSN 1563-2628.

MAHEUX, A. F.; MCWILLIAMS W. The Use of the Ultrasonic Mister for the Consolidation of a Flaking Gouache Painting on Paper. *The Book and Paper Group ANNUAL*. 1995, vol. 14.

PATAKI, A. *Einflussgrößen auf den Farbeindruck von pudernden*. Dissertation der Staatlichen Akademie der Bildenden Künste. Stuttgart, 29. November 2005.

PAULUSOVÁ, H.; TROJEK, T.; WEBEROVÁ, L. Analýza železozalových inkoustů a barevné vrstvy fondu desek zemských a dvorských pomocí rentgenfluorescence. In *Sborník XIII. semináře restaurátorů a historiků, Třeboň 2006*. Praha : Národní archiv, 2007, s. 131-137. ISBN 974-80-86712-48-2.

PORTER, CH. The meaning of colour and why analyse. In *Care and conservation of manuscripts 10*. Copenhagen . Museum Tusulanum Press; University of Copenhagen, 2008, s. 71-80. ISBN 978-87-635-0794-3.

QUANDT, A. Recent Developments in the Conservation of Parchment Manuscripts. *The Book and Paper Group ANNUAL*. 1996, vol. 15.

VNOUČEK, J. *Restaurování iluminovaných rukopisů*. Praha, 2002. Závěrečná zpráva projektu KZ00P02OLK008.

WEHLING, B. aj. Investigation of Pigments in Medieval Manuscripts by Micro Raman Spectroscopy and Total Reflection X-Ray Fluorescence Spectrometry. *Microchimica Acta*. 1999, vol. 130, s. 253-260. ISSN 1436-5073.

ZELINGER, J. a kol. *Konzervace pergamenu a jeho uložení*. Praha, 1992.