

SLOVNÍČEK VĚDECKÝCH METOD AUTENTIZACE

ANALÝZA OTISKŮ PRSTŮ A DNA

Vzhledem k tomu, že jsou umělecká díla předměty, s nimiž se v průběhu let nějak nakládalo, je pochopitelné, že k určení toho, kdo s daným dílem manipuloval, lze využít také otisky prstů a zkoumání vzorků DNA. Uplatňování těchto metod i u uměleckých děl je relativní novinkou. Jako je tomu však v kriminalistice obecně, i v případě umění mohou být důkazy občas zmanipulované. Byly zaznamenány případy, kdy kriminalisté získali podezření, že padělatel umístil na umělecké dílo otisky prstů či vzorek DNA záměrně, aby vyšetřovatele vlákal do forenzní pasti.

DENDROCHRONOLOGIE

Zkoumání stáří dřeva je jednou z metod, které se obejdu bez nejmodernějších technologií. Spočívá v měření letokruhů a posléze v porovnávání jejich velikosti a posloupnosti s počítačovými databázemi letokruhů. Díky tomu lze určit, jak starý byl strom, z jehož dřeva byla deska obrazu vytvořena. Tato metoda funguje nejlépe u stromů, jako je dub, jenž se používal pro výrobu obrazových desek v severní Evropě. Topol, který byl – díky své odolnosti vůči dřevokaznému hmyzu – oblíbený v Itálii, pravidelné letokruhy nevytváří, takže určit stáří jeho dřeva touto metodou je obtížnější, viz Wiesemanová (2010), str. 12.

ENERGIOVĚ DISPERZNÍ RENTGENOVÁ ANALÝZA (ENERGY DISPERSIVE X-RAY – EDX)

EDX vychází z výsledků zjištěných rastrovacím elektronovým mikroskopem (viz níže). Na základě těchto výsledků mohou vědci analyzovat složení jednotlivých vrstev na příčném řezu. EDX sice nedokáže přesně určit, o jakou barevnou vrstvu se jedná, umí ale identifikovat, které chemické prvky obsahuje (olovo, měď, železo atd.). Vědci pak musejí rozhodnout, zda takové chemické složení odpovídá nějakému barvivu nebo laku.

CHROMATOGRRAFIE A HMOTNOSTNÍ SPEKTROMETRIE

Aby bylo možné zjistit, z jakých organických složek se konkrétní barva skládá, je potřeba ji na tyto složky rozložit. K tomu se využívá například chromatografie, při níž se vzorek zkoumané barvy rozpustí a plyny, jež se při tom uvolní, se zachytí a analyzují. Plyn se dále v zahřáté separační koloně rozkládá na molekulární komponenty, které jsou posléze měřeny hmotnostním spektrometrem připojeným k chromatografu. Výsledkem tohoto procesu je takzvaná GC-MS analýza (kde GC znamená *gas chromatography*, tedy plynová chromatografie, a MS *mass spectrometer*, tedy hmotnostní spektrometr).

INFRAČERVENÁ SPEKTROSKOPIE S FOURIEROVOU TRANSFORMACÍ (FTIR)

Při této metodě jsou vzorky barev ozařovány infračervenými paprsky. Protože materiály pohlcují toto záření při různých vlnových délkách, může být vlnová délka záření klíčem k určení těchto materiálů. Barvy se téměř vždy skládají z několika pigmentů barviv a pojiv, což jejich analýzu jen znesnadňuje. Navíc až do devatenáctého století si každý umělec mohl své oblíbené barevné odstíny sám dle vlastních „receptů“. Guercino například používal na první pohled rozeznatelnou tmavou břidlicovou modř a Yves Klein si jak známo vytvořil a patentoval vlastní kobaltovou modř, kterou je dnes možné koupit v každém obchodě s výtvarnými potřebami. Díky FTIR je možné určit také pojiva, jako vejce nebo lněný olej, a odhalit neobvyklé materiály, jež mohou být důvodem pro pochybnosti o pravosti díla: například novodobé materiály (některé druhy novodobých pigmentů či akrylátové pryskyřice) nebo šelak, který by se na autentických malbách vyskytovat neměl.

INFRAČERVENÉ ZÁŘENÍ (IR)

Díky využití té části elektromagnetického spektra, kterou bez pomoci vědy nejsme schopni prostým okem vidět, může infračervené záření odhalit vrstvy skryté pod povrchem obrazu. Pigmenty s pojivy, jež jsou ve viditelném světle neprůhledné, se v infračervené části spektra často stávají průsvitnými až průhlednými a pod nimi tak vystupují přípravné kresby a takzvané *pentimenti* (autorské změny nebo úpravy díla). Uhlíková černá, kterou umělci často používali pro přípravné kresby, se tímto způsobem zobrazuje nejlépe, protože infračervené záření pohlcuje a na IR snímcích tak zůstává tmavá. Tuto metodu lze uplatnit v infračervené fotografii nebo při infračervené reflektografii (IRR), která k fotografování této části světelného spektra využívá speciální kameru.

„OTISKY PRSTŮ“ UMĚLECKÝCH DĚL

Tato zatím nepříliš rozšířená metoda využívá extrémně zvětšené digitální fotografie miniaturních výsečí povrchu uměleckého díla. Tyto výseče jsou posléze tribologicky změřeny, to znamená, že dojde ke zmapování nerovnosti jejich povrchu. Tuto techniku vynalezl a vyvinul Dr. Bill Wei z Nizozemského institutu pro kulturní dědictví. V současnosti představuje jednu z nejslibnějších metod, jak umělecká díla ve stávajících sbírkách bezpečně identifikovat.

RADIOKARBONOVÁ METODA DATOVÁNÍ

Tento postup, označovaný též jako datování metodou uhlíku izotopu C14, je ze všech zde uváděných metod zřejmě nejnámější. Spočívá v rozrušení mikroskopického množství organického vzorku (obsahujícího uhlík) a v zachycení plynů, které se při tom uvolní. Funguje pouze u organismů (rostlin a živočichů), které přijímaly uhlík ze vzduchu. Počítač zaznamená množství záření v radioizotopu uhlíku C14 (prvku, který se vyskytuje ve všech organických materiálech) a na jeho základě pak spočítá, jak dlouhá doba uplynula od chvíle, kdy daný organismus zemřel či přestal růst. V takovém okamžiku totiž míra radiace izotopu uhlíku C14 začíná díky procesu radioaktivního rozpadu klesat. Vzhledem k tomu, že vědci vědí, jaká by měla být radiace izotopu C14, a znají rychlost, kterou tato radiace klesá (poločas rozpadu, tedy jak dlouho trvá, než se radiace sníží na polovinu), umějí díky radiaci izotopu C14 určit, kdy tento radioaktivní rozpad začal. Radiokarbonová metoda datování byla vynalezena v roce 1949 a lze ji aplikovat na organické materiály až 50 tisíc let staré (ve starších materiálech už nezbývá dostatečné množství izotopu uhlíku C14), a to s přesností až zhruba 200 let. Hodí se tedy mnohem více při rozhodování, zda nějaký archeologický objekt (mumie) je z roku 500 či 2000 př. n. l., než k určování, zda je konkrétní dřevěná plastika skutečně Donatellovo dílo z roku 1415. Pro organický materiál pocházející z 50. let 20. století a z doby mladší platí jiná pravidla (kvůli radiaci z jaderných pokusů) a jeho stáří lze často určit s přesností na jeden rok. Nicméně i tyto testy lze obejít: zjistilo se, že padělatelé z Číny vpravují radioaktivní izotop do padělaných váz injekcemi tak, aby radiokarbonová analýza odpovídala domnělé době jejich vzniku, přestože byly vyrobeny v současnosti.

RAMANOVA SPEKTROSKOPIE

Laserové paprsky s nízkou intenzitou se využívají k identifikaci molekulární struktury organických a anorganických pigmentů. Ty jsou určovány na základě rozptylu laserových paprsků určitých vlnových délek (Ramanovo spektrum) při průchodu pigmentem a srovnání tohoto rozptylu s údaji z databázi.

RASTROVACÍ ELEKTRONOVÝ MIKROSKOP (SEM - SCANNING ELECTRON MICROSCOPE)

Pokud restaurátoři chtějí prozkoumat umělecké dílo opravdu detailně, mohou využít rastrovací elektronový mikroskop. Ten do zkoumaného vzorku vyzařuje svazek elektronů a zaznamenává, jak reagují s částicemi povrchu a těsně pod povrchem. Odhalují tak topografii povrchu uměleckého díla (vzpomeňme například texturu van Goghových maleb) a dokonce i chemické složení pigmentů. Rastrovací elektronový mikroskop umožňuje až stotisícinásobné zvětšení, což je ve srovnání s klasickým optickým mikroskopem, jenž zvětšuje padesátinásobně, značný rozdíl.

RENTGENOVÁ DIFRAKČNÍ ANALÝZA (X-RAY DIFFRACTION - XRD)

Při XRD se využívají rentgenové paprsky, které se v kontaktu s krystalickou strukturou pigmentu charakteristickým způsobem rozptýlí a vytvoří tak unikátní vzor, jakýsi „otisk prstu“ daného pigmentu. Analýzou těchto vzorů je pak možné určit typ pigmentu, podobně jako kriminalisté studují stopy krve pocházející ze střelných ran.

RENTGENOVÁ FLUORESCENČNÍ SPEKTROMETRIE

U některých metod, které zde uvádíme, dochází při analýze ke zničení nepatrného množství zkoumaného materiálu. Snahou badatelů je používat samozřejmě v maximální míře neinvazivní, nedestruktivní analytické metody. Rentgenová fluorescenční analýza dokáže určit prvky obsažené v povrchu uměleckého díla a ve vrstvách těsně pod povrchem, aniž by je sebemeně narušila. Jiné takto šetrné metody pocházejí z oblasti medicíny, například optická koherentní tomografie (OCT), která zkoumá umělecká díla obdobně, jako lékaři vyšetřují pacienti pomocí CT skeneru.

RENTGENOVÁ RADIOGRAFIE

Přestože si rentgen spojujeme především s medicínským vyšetřením kostí, je téměř od svého vzniku v roce 1896 využíván také ke zkoumání obrazů. Na povrch obrazu se umístí film citlivý na rentgenové paprsky a poté je zkoumáný předmět prosvícen ze zadní (obraz) nebo spodní strany (plastika). Rentgenové záření zanechá po průchodu obrazem na filmu stopu. Většina materiálů, které se v malbě používají, je pro rentgenové paprsky vcelku dobře prostupná; ty materiály, které paprsky pohlcují více, například olovená běloba, se na výsledném negativním snímku zobrazí jako světlejší a tedy viditelnější. Rentgenová radiografie se využívá při odhalování vnitřní konstrukce či doplňků dřevěných plastik nebo k lokalizaci podmalby popř. podkresby, které dokládají tvůrčí proces, v jehož průběhu umělec experimentoval s rozvržením postav a předmětů na výsledném díle.

UV FLUORESCENČNÍ MIKROSKOPIE A POLARIZAČNÍ SVĚTELNÁ MIKROSKOPIE

Podobně jako geologové zkoumají jednotlivé geologické vrstvy Země, mohou i restaurátoři prozkoumat jednotlivé pigmentové vrstvy, a sice na mikroskopickém příčném řezu malbou. Tyto příčné řezy by měly odhalit také podkladové vrstvy malby (gesso) i laky na jejím povrchu a mohou být předmětem dalšího vědeckého zkoumání. Ultrafialové záření aplikované na příčný řez napomůže určit jednotlivé složky, které byly pro malbu použity. Polarizační světelná mikroskopie zase využívá speciální mikroskop s polarizačním filtrem, díky němuž lze sledovat krystalickou strukturu vzorků barev. To vědcům prozradí, které pigmenty jsou v nich přítomné – podobně jako zkoumání krevního vzorku odhalí patogeny v krevním oběhu.

ULTRAFIALOVÉ (UV) ZÁŘENÍ

Nasvícení malby ultrafialovým zářením způsobuje fluorescenci (světélkování) některých jejích složek. Díky tomu lze dobře rozpoznat, kde bylo dílo dříve retušováno či restaurováno. Například přírodní pryskyřice, užívaná starými mistry jako lak, září v UV světle obvykle žlutě. Pokud určitá část malby takto nesvětélkuje, může to také znamenat, že původní povrch malby byl v tom místě přemalován a daná část je tedy mladší než malba samotná.

VYSOKOÚČINNÁ KAPALINOVÁ CHROMATOGRFIE (HIGH PERFORMANCE LIQUID CHROMATOGRAPHY - HPLC)

Vysokoučinná kapalinová chromatografie funguje na bázi kapaliny, jejíž pomocí prosákne zkoumaný vzorek porézním materiálem, který od sebe oddělí jednotlivé složky vzorku. Tato metoda je využívána především k identifikaci organických barviv.