

Porovnání fixativů pro techniku pastel

Kateřina Beranová | Alena Hurtová

Univerzita Pardubice, Fakulta restaurování, Litomyšl

KLÍČOVÁ SLOVA

pastel – fixace – ultrazvukový zmlžovač – hydroxypropylcelulóza – metylhydroxyetylcelulóza – vyzina – Paraloid B 72

KEY WORDS

pastel – fixation – ultrasonic mister – hydroxypropylcellulose – methylhydroxyethylcellulose – isinglass – Paraloid B72

THE COMPARISON OF FIXATIVES FOR THE PASTEL TECHNIQUE

The article is focused on comparison of fixatives for the soft pastel technique. Fixative solutions of isinglass, acrylic resin Paraloid B 72 and cellulose derivatives, namely hydroxypropylcellulose Klucel E, Klucel G and methylhydroxyethylcellulose Tylose MH 300 were tested. A considerate application method using ultrasonic mister was selected for fixation of the model samples. Fixation efficiency for particular fixative solutions was investigated and colour and also structural differences of pastel layer were observed after fixation. Aging resistance of model samples was evaluated after the application of accelerated aging induced by light and moist heat.

ÚVOD

Suchý pastel je uměleckou výtvarnou technikou, nacházející se na pomezí kresby a malby, působící nezaměnitelným matným vzhledem. Nanesená barevná vrstva vytváří vzdušnou a porézní strukturu¹¹ minimálně poje- něho pigmentu, ve které se světlo specificky láme a šíří do všech směrů.

Mechanická odolnost pastelové techniky je však velmi malá a souvisí přímo se strukturou pastelové vrstvy. Pastelové částice obklopené vzdu- chem volně ulpívají na podložce, k níž nejsou poutány pojivem. Míra adheze částic k podložce je závislá pouze na síle přítlaku při nanášení barevné stopy a na povrchové úpravě podložky. Pouto mezi barevnou vrstvou a podložkou je tak oproti ostatním výtvarným technikám mi- nimální.¹²¹

Pastelové objekty jsou citlivé vůči jakémukoli mechanickému namáhání. Poškození se projevuje oddělováním pastelových částic od podložky, jejich přeskupováním a velmi často ztrátou. K jejich úbytku dochází zejména otěrem při kontaktu s jiným povrchem, či pouhým dotykem na barevnou vrstvu. K výraznému sprášování přispívá taktéž proudění vzduchu, působení otřesů, nárazů a vibrací způsobených nešetrnou ma- nipulací a transportem.¹³¹ Stejný efekt může být zapříčiněn i bezkon- taktně v důsledku působení výkyvů okolní vlhkosti (s výrazným vlivem na hygroskopickou aktivitu podložky)¹⁴¹, nebo působením elektrosta- tických sil.¹⁵¹

Pastelová vrstva je také v důsledku své vysoce pórovité a propustné struktury minimálně chráněna proti působení okolního prostředí (kyslí- ku, vodě, vlhkosti, prachu, biologickým činitelům). Vystavena těmto ne- příznivým vlivům může tudíž degradovat mnohem rychleji než uzavře- nější barevné vrstvy s větším podílem pojiva.¹⁶¹

Pastel stejně jako uhlové kresby a další média se sprašující se barevnou vrstvou představují značnou výzvu v ochraně nijak nevázané, porézní pigmentové vrstvy.¹⁷¹ Zásadní roli v ochraně pastelových děl má pre- ventivní ochrana v podobě nastavení vyhovujících podmínek uložení, vystavování a transportu objektů. Doplňující možností je také fixace pastelové vrstvy, která si klade za cíl upevnit pastelové částice k nosné podložce.

EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

Naším cílem bylo porovnat vybrané fixační roztoky pro účely fixace su- chého pastelu. Testování probíhalo na vytvořených modelových vzor- cích. Snahou bylo omezit co nejvíce případný vznik strukturálních a s tím souvisejících barevných změn po fixaci. Tomu odpovídala i koncentrace použitých fixačních roztoků a výběr aplikační metody. U vzorků byla dále sledována účinnost fixace a odolnost při působení urychleného stárnutí.

1 | Při nanášení pastelu suchou cestou jsou pastelové částice náhodně zachytávány na vyvýšených místech nosné podložky s hrubým povrchem, čímž mezi nimi vznikají vzduchové kapsy. Carmi Weingrod, *Soft Pastels and Fixatives*, *American Artist* LVII, 1993, Sep. č. 614, s. 15.

2 | Karen Esser, *Art-Works with an Unfixed Paint Layer on Paper: Guidelines for Handling and Transport*, *Journal of Paper Conservation: IADA reports XII*, 2011, č. 2, s. 13.

3 | Stefan Michalski et al., *The Ultrasonic Mister – Applications in the Consolidation of Powdery Paint on Wooden Artifacts*, in: Valerie Dorge – Howlett, F. Carey (edd.), *Painted Wood: History and Conservation*, Los Angeles 1998, s. 498.

4 | Bart Ankersmit et al., *The Climate in Pastel Microclimate Cardboard Boxes When Exposed to Fluctuating Climates*, in: Janet Bridgland (ed.), *ICOM-CC 16th triennial conference Lisbon 19–23 September 2011: pre- prints*, Lisbon 2011, s. 1.

5 | Victoria S. Blyth, *Electrostatic Stabilizing Plate (E. S. P.): An alter- native method for stabilizing the flaking tendencies of works of art in pastel*, in: *Preprints of papers presented at the sixth annual meeting: Fort Worth, Texas, 1–4 June 1978*, Washington (DC), 1978, s. 21–22.

6 | Eric F. Hansen et al. (edd.), *Matte Paint*, *Waac Newsletter* XVIII, 1996, č. 2, <http://cool.conservacion-us.org/waac/wn/wn18/wn18-2/wn18-207.html>, vyhledáno 14. 3. 2016.

7 | Esser, *Art-Works* (pozn. 2), s. 13.

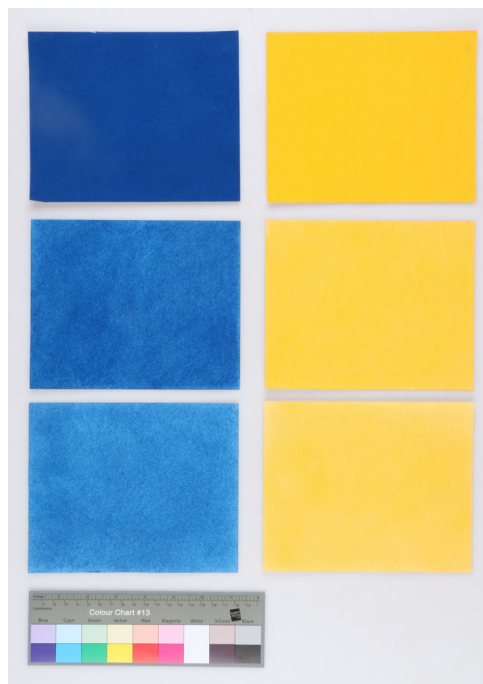
FIXAČNÍ ROZTOKY

Mezi testované roztoky byly zahrnuty deriváty celulózy, jmenovitě hydroxypropylcelulóza Klucel E (vodný a etanolvý roztok), Klucel G (etanolvý roztok) a metylhydroxyetylcelulóza Tylose MH 300 (vodno-etanolvý roztok v poměru 1:1). Ačkoliv tyto látky nacházejí v oboru restaurování a konzervace široké uplatnění, lze dohledat jen velmi málo studií⁸¹ zabývajících se jejich využitím pro účely fixace pastelové vrstvy. Z tohoto pohledu je lákavá především možnost přípravy čistě etanolvých roztoků pro fixaci v případě hydroxypropylcelulózy a také velmi dobrá chemická kompatibilita s papírovou podložkou pastelových děl. Pro porovnání výsledků jsme zařadili zástupce přírodního polymeru, vodný roztok vyziny, který je tradičně používaným konsolidantem a fixativem barevných vrstev s velmi dobrými pojivými vlastnostmi, a syntetický kopolymer akrylátovou pryskyřici Paraloid B 72 v etanolu.

TVORBA MODELOVÝCH VZORKŮ

Pro tvorbu modelových vzorků byly použity kvalitní umělecké suché pastely řady Rembrandt holandské značky Royal Talens ve čtyřech typických odstínech obsahujících kromě plniva (v tomto případě kaolin) pouze čisté pigmenty: bílá, okr žlutý, ultramarín tmavý a pruská modř [Tab. 1]. Jako nosná podložka byl zvolen filtrační papír Whatman Grade No 1. Ze tří testovaných způsobů nanášení pastelové vrstvy jsme použili způsob přímého vtírání pastelové tyčinky do povrchu hrubší strany filtračního papíru se snahou o co nejsytější tón. Tento způsob zajistil opticky nejjednodušší nános viditelný pouhým okem [Obr. 1]. Tuto skutečnost potvrdily i výsledky měření spektrofotometrem [Graf 1]. Takto byly připraveny modelové vzorky o velikosti 92 x 150 mm.

8 | Cristina Catanzaro, The fixing of pastel artworks. Study and experimentation, in: *1th Meeting „Youth in the Conservation of Cultural Heritage“*, s. 6–7, http://www.academia.edu/4192014/THE_FIXING_OF_PASTEL_ARTWORKS._STUDY_AND_EXPERIMENTATION, vyhledáno 14. 3. 2016.



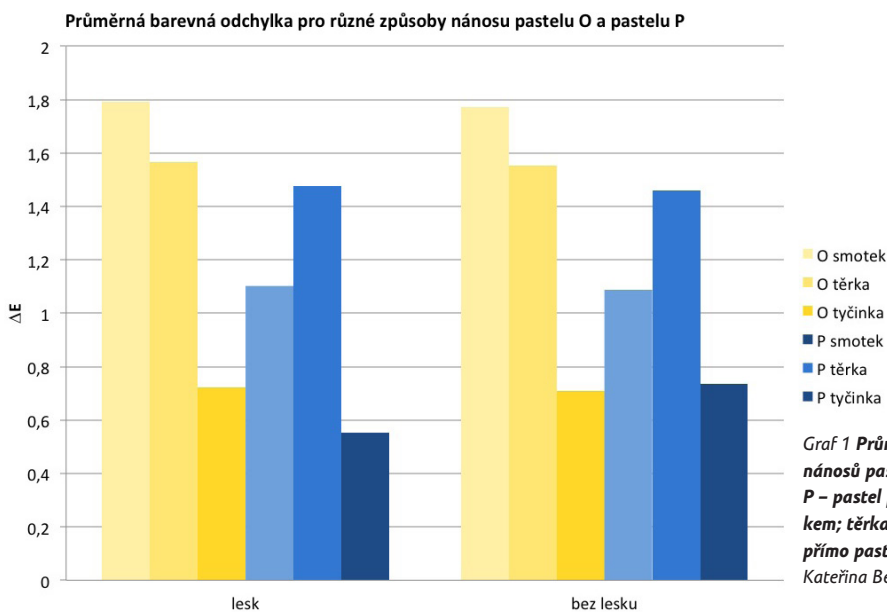
Obr. 1 Zkoušky nanášení pastelu na filtrační papír Whatman Grade No. 1: a) přímé nanášení, b) nanášení pomocí třerky, c) nanášení pomocí vatového smotku; pastel žlutý okr a pruská modř. Foto: Kateřina Beranová

číslo barvy	komerční název (dále uváděny v textu)	colour index Name Code	stabilita (uvedená výrobce na obalu)	zkratka používaná v grafech
100,5	bílá	PW6	+++	T
202,5	žlutý okr	PY139	++	O
506,5	ultramarín tmavý	PB29/PB15	+++	U
508,5	pruská modř	PB27/PB29	+++	P

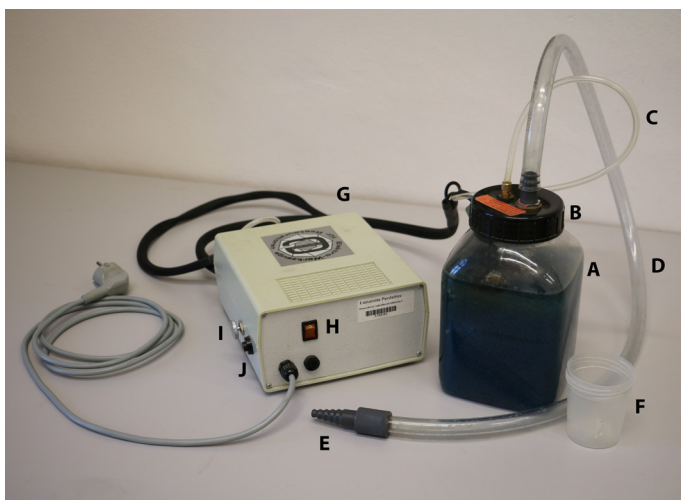
Tab. 1 Základní informace o pastelech Rembrandt

FIXACE MODELOVÝCH VZORKŮ

Pro nanášení fixačních roztoků jsme se rozhodli využít velmi šetrnou a v praxi ověřenou metodu využívající ultrazvukových vln k převedení látky z kapalného stavu na aerosol. K tomuto účelu jsme použili přístroj ultrazvukový minizmlžovač (Ultraschall-Vernebler W/A/Vn II výrobce Günther Engelbrecht GmbH Německo) [Obr. 2], který je schopen



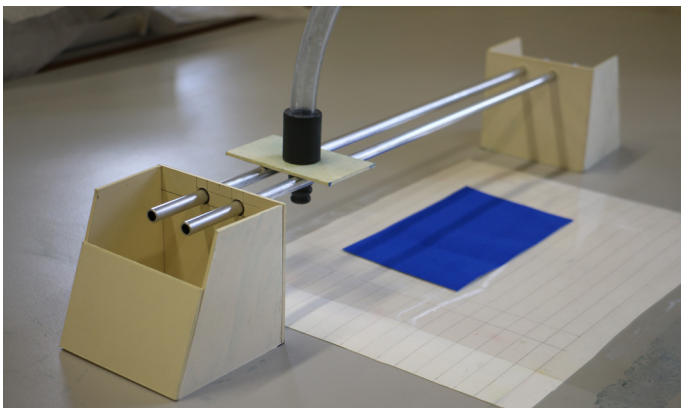
Graf 1 Průměrná barevná odchylka různých způsobů nánosu pastelu, 2^o pozorovatel: O – pastel žlutý okr; P – pastel pruská modř; smotek – nános vatovým smotkem; těrka – nános papírovou těrkou; tyčinka – nános přímo pastelovou tyčinkou. Graf: Alena Hurtová, Kateřina Beranová



Obr. 2 Ultrazvukový minizmlžovač, výrobce Günther Engelbrecht GmbH: A. čtyřhranná láhev, B. šroubovací uzávěr, C. transportní hadička na vzduch, D. pracovní hadice, E. výstupní měnitelná tryska, F. zásobní nádobka, G. regulační zařízení (síťový adaptér), H. kolébkový spínač, I. tlumicí šroub s rýhovanou hlavou, J. spínač na přerušení výroby transportního vzduchu. Foto: Kateřina Beranová

vyvíjet kapičky v rozsahu 1–10 μm . Přístroj zajišťuje velmi dobře kontrolovatelnou několikanásobnou aplikaci pouze silně zředěného roztoku fixační látky (s ohledem na její viskozitu). Tato skutečnost nám zabránila v testování Klucelu M a Klucelu H s vyšší molekulovou hmotností (ani při koncentraci 0,25 hmotnostních procent nebyl ultrazvukový minizmlžovač schopen vyvíjet z roztoku aerosol).

Pro zajištění rovnoměrnosti nánosu fixačního roztoku na modelový vzorek byla vytvořena jednoduchá konstrukce [Obr. 3]. Sestavena byla z lepenkových přířezů propojených dvěma hliníkovými trubkami, které posloužily jako vodící trasa pro výstupní trysku ultrazvukového minizmlžovače a zajistily tak její prostorovou stabilitu. Tímto způsobem byla tryska umístěna kolmo nad vzorkem ve vzdálenosti 50 mm, posun trysky byl veden ručně v rychlosti cca 4 mm/s. Průběžným posouváním modelového vzorku pod konstrukci byly nanášeny pruhy ve vzdálenosti 150 mm (tak, aby se vzájemně nepřekrývaly a souvisle na sebe navazovaly). Další vrstva nánosu byla provedena vždy kolmo na předchozí směr.



Obr. 3 Podpůrná konstrukce pro nanášení adheziv. Foto: Kateřina Beranová

Aplikace probíhala při pokojové teplotě v rozmezí 23–24 °C a vlhkosti 47–51 %. U etanolových roztoků jsme se rozhodli aplikaci nerealizovat v odtahové digestoři, která by mohla ovlivnit průnik adhezivní látky do struktury pastelové vrstvy.¹⁹¹

U finálních modelových vzorků jsme výrazně potlačili vznik barevných změn zavedením zhruba jednodominutových pauz mezi jednotlivými nánosy vodných roztoků. Fixace vodnými roztoky fixativ byla provedena ve dvou vrstvách, vodno-etanolovým roztokem ve dvou vrstvách a etanolovými roztoky ve čtyřech vrstvách. Pro prvotní testování byly připraveny roztoky o koncentraci 0,25 hmotnostních procent, ovšem pro fixaci finálních modelových vzorků byla zvednuta koncentrace na 0,5 hmotnostních procent.¹⁹¹

MĚŘENÍ BAREVNOSTI

Měření bylo provedeno kompaktním přenosným spektrofotometrem CM – 2600d (Konica Minolta, Japonsko) za stanovených podmínek: světelný zdroj D65 simulující denní osvětlení, úhel pozorovatele 2° a 10°, průměr měřené plochy 8 mm, sekvence tří snímků, měření SCI (s leskem) a SCE (bez lesku).¹¹¹ Jako jednotná podložka při měření bylo zvoleno 8 listů filtračního papíru Whatman Grade No. 1.

Měření barevnosti byla stanovena nejvhodnější metoda nanášení pastelové vrstvy, zaznamenány změny barevnosti modelových vzorků po fixaci a urychleném stárnutí a vyhodnocena účinnost fixačních roztoků.

MĚŘENÍ HMOTNOSTI

Měření probíhalo na laboratorních vahách KERN & Sohn GmbH, PLJ 700–3CM (max. 750 g, min. 0,02 g). Vzorky byly před a po nanesení váženého média aklimatizovány v klimatizované místnosti při relativní vlhkosti 50 ± 4 % a teplotě 22 ± 2 °C po dobu nejméně 36 hodin. Měření hmotnosti byl zjišťován hmotnostní přírůstek tří testovaných metod nanášení a hmotnostní přírůstek čtyř zvolených pastelových odstínů.

9 | Při práci v digestoři dochází k rychlejšímu odpařování nosné látky (rozpuštědla) ještě předtím, než pevný podíl roztoku (poživová látka) dosáhne povrchu pastelové vrstvy. Tento jev výrazně omezuje penetraci roztoku do fixované vrstvy. Sylvia M. Rodgers, Consolidation/Fixing/Facing, in: *Paper Conservation Catalog*, Washington (DC) 1988, http://cool.conservation-us.org/coolaic/sg/bpg/pcc/23_consolidating-fixing-facing.pdf, vyhledáno: 14. 3. 2016.

10 | Důvodem ke zvýšení koncentrace byly především obavy z nedostatečného zafixování pastelové vrstvy, což by mělo za následek výrazné komplikace při měření účinnosti fixačních roztoků.

11 | *Návod k obsluze přístroje Spektrofotometr CM-2600d, Ovládací program SpectraMagic NX (Konica Minolta)*, Katedra chemické technologie, Fakulta restaurování, Univerzita Pardubice, 2015. s. 5.

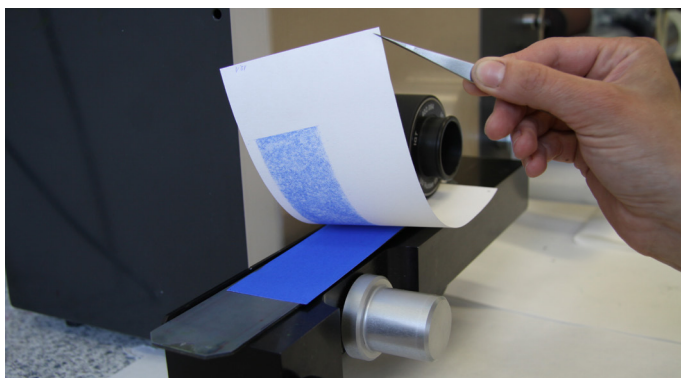
MĚŘENÍ ÚČINNOSTI FIXACE

Pro vyhodnocení účinnosti fixace na pastelovou vrstvu bylo důležité zvolit vhodnou měřicí metodu, která by byla schopná zaznamenat změnu v adhezi pastelových částic k podložce za přesných a definovatelných podmínek měření.

V současnosti se pro testování soudržnosti barevných a podkladových vrstev využívá tzv. *peeling test* nebo také *tape test*¹²¹. Tato metoda, ačkoli primárně vyvinutá pro měření koheze ve vrstvách omítek či v povrchových úpravách na dřevě či kameni,¹³¹ již byla použita i pro vyhodnocení účinnosti fixace pastelové vrstvy na plátně.¹⁴¹ Při testování této metody jsme však nedosáhli prokazatelných výsledků. Nebylo možné ani použít oděrové saně Huber, které se používají pro testování mechanické odolnosti barevných vrstev proti odírání.¹⁵¹ Testování tímto způsobem bylo příliš drastické pro vyhodnocení zpevnění pastelové vrstvy.

Pro měření účinnosti fixace jsme použili potiskovací přístroj IGT C1, který primárně slouží pro testování nánosu tiskových barev. Přístroj nám poskytl rovnoměrně působící tlak na vzorek s přesně definovatelnou silou působení.¹⁶¹

Nastříhané pruhy modelových vzorků o velikosti 46 x 150 mm byly položeny na desku tiskového úseku přístroje pastelovou vrstvou směřující vzhůru a následně překryty čistým pruhem filtračního papíru Whatman. Takto připravené vzorky prošly mezi dvěma válci (spodním tlakovým válcem a horním tiskovým s pryžovým povrchem UV Rubber 65 shore A, 402.084) při působení nejmenší možné síly 100 N. Při tomto procesu došlo k přenesení volných pastelových částic na filtrační papír [Obr. 4]. Pro bílý pastel byl zvolen černý komerční papír pro lepší viditelnost přeneseného pastelu. Výsledné transfery byly následně na několika místech měřeny spektrofotometrem a porovnávány s naměřenými výsledky nefixovaného modelového vzorku.



Obr. 4 Potiskovací přístroj IGT C1, průběh testování účinnosti fixativ. Foto: K. Beranová

URYCHLENÉ STÁRNUTÍ VLHKÝM TEPEM

Modelové vzorky byly podrobeny urychlenému stárnutí vlhkým teplem po dobu 30 dní při 80 °C a 65% relativní vlhkosti v klimatické komoře BMT Climacell® 404 podle normy ISO 5630/3.

12 | Principem je využití rovnoměrné lepivosti komerčně vyrobených lepicích pásek, které jsou k testovanému povrchu přiloženy, na určitou dobu zatíženy a následně šetrně odstraněny. Při tom je vždy každý ústřížek lepicí pásky zvážen před a po testování. Míra adheze se pak stanovuje porovnáním hmotnostního přírůstku získaného na nezápevněném vzorku se zpevněným vzorkem. Miloš Drdáký – Zuzana Slížková, In situ peeling tests for assessing the cohesion and consolidation characteristics of historic plaster and render surfaces, *Studies in Conservation*, LX, 2015, č. 2, s. 121–130.

13 | Drdáký, In situ (pozn. 12), s. 121–122.

14 | Catanzaro ve své studii použila speciální lepicí pásku firmy 3M: Scotch™, kterou přiložila lepicí vrstvou na testovanou plochu a rovnoměrně ji zatížila (zhruba 145 g na 50 cm²). Získala tak transfer o ploše 9,5 cm². Porovnáním hmotnostních přírůstků stanovila úspěšnost testovaných fixačních prostředků. Catanzaro, The fixing (pozn. 8), s. 5–6.

15 | Lenka Bártlová at al., Vliv rozpouštědel na vlastnosti papíru a na vybrané tiskové černě, in: *XIV. seminář restaurátorů a historiků*, Praha 2012, s. 83–84.

16 | IGT Testing Systems. IGT Testers Ink C1, <http://www.igt.nl/igt-testers/ink/c1-1075592512>, vyhledáno 14. 3. 2016.

URYCHLENÉ STÁRNUTÍ SVĚTLEM

Modelové vzorky se nechaly stárnout v Q-sun Xenon Test Chamber při vlnové délce 420 nm a intenzitě záření 1,20 W/m². Proces byl zastaven po 550 hodinách, neboť došlo ke znehodnocení vzorků v důsledku působení silného proudu vzduchu v komoře.

Rozhodli jsme se tedy vzorky podrobit působení slunečního světla. Pro tento test byly vybrány vzorky s bílým pastelem, ultramarínem tmavým a zúžený výběr několika vzorků s pruskou modří a žlutým okrem. Vzorky byly pro tento účel zmenšeny na velikost 46 x 150 mm. Pro testování bylo vybráno okno s dvojitým sklem na hlavní budově školy Fakulty restaurování Univerzity Pardubice, které je orientováno na jižní světovou stranu. Vzorky byly upevněny k čisté okenní tabuli z vnitřní strany okna, připevněné na okrajích pomocí roztoku metylhydroxyethylcelulózy k přířezu z alkalické lepenky archivní kvality AlphaCell. Lepenka byla po obvodu opatřena distančním rámečkem vytvořeným taktéž z alkalické lepenky. Lepenkový přířez se vzorky byl k oknu prachotěsně přilepen lepicí páskou. Expozice probíhala po dobu 30 dní a zhruba 486 hodin slunečního záření¹⁷.

17 | Počet hodin byl vypočítán na základě délky jednotlivých dnů v měsíci červenci roku 2016 pro oblast Litomyšl. Informace o čase východu a západu slunce dostupné online na <http://calendar.zoznam.sk/sunset-cz.php?city=3077920>, vyhledáno 1. 8. 2016.

INFRAČERVENÁ SPEKTROMETRIE

Pomocí infračerveného spektrofotometru s Fourierovou transformací (FTIR) Nicolet 380 a ART krystalem bylo zkoumáno materiálové složení námi zvolených pastelových odstínů. Měření bylo provedeno přímo na vzorcích bez jakékoli úpravy.

SKENOVACÍ ELEKTRONOVÁ MIKROSKOPIE

Povrchová struktura modelových vzorků po nanesení pastelové vrstvy a změny po její fixaci byly pozorovány elektronovým mikroskopem MIRA 3 LMU (Tescan) s energiodisperzním analyzátozem Bruker Quantax 200 při režimu vysokého vakua a urychlovacím napětím 5.0–10.0 kV. Všechny vzorky byly pozlaceny v naprašovacímu systému Q 150R ES Quorum zlatovodivou vrstvou, která se doporučuje pro pozorování povrchově nerovných vzorků. Na kusových vzorcích pastelu bylo také provedeno prvkové složení.

OPTICKÁ MIKROSKOPIE

Povrchová struktura modelových vzorků a změny po fixaci a urychleném stárnutí byly pozorovány optickým mikroskopem Nikon Universal Design Microscope UDM, Eclipse LV 100D-U. Osvědčilo se použití bočního osvětlení, které lépe vykreslovalo povrch vzorků.

VÝSLEDKY A DISKUZE

MATERIÁLOVÉ SLOŽENÍ PASTELŮ

Všechny čtyři testované pastely Rembrandt značky Royal Talens obsahují podíl hlinitokřemičitanů, síranu barnatého a uhličitanu vápenatého. Bílý pastel obsahuje titanovou bělobu (oxid titaničitý), ultramarín tmavý obsahuje syntetický ultramarín (hlinitokřemičitan sodný s obsahem síry), pruská modř je tvořena pruskou modří (hexakvanoželeznatan železito-draselný). Ve žlutém okru bylo detekováno stopové množství železa. Předpokládané pojivo organického původu nebylo možné infračervenou spektroskopii odhalit, obsažené množství bylo pod mezí detekce.

ZKOUŠKY NANÁŠENÍ PASTELU

Ze tří zvolených způsobů nanášení pastelu na filtrační papír byl pro tvorbu finálních vzorků zvolen způsob přímé aplikace pastelovou tyčinkou. Homogenitu tohoto způsobu nánosu bylo možné pozorovat pouhým okem [Obr. 1] a potvrdilo ji i měření spektrofotometrem [Graf 1]. Pastelová vrstva rovnoměrně zakrývá nosnou podložku. Současně dochází k nanesení většího množství pastelové hmoty, které se projevuje výrazným hmotnostním přírůstkem oproti ostatním způsobům nánosu.

NANESENÁ VRSTVA PASTELU

Největší schopnost ulpívání pastelu na povrchu filtračního papíru byla zaznamenána u bílého pastelu a žlutého okru. Modré pastely, především pruská modř, byly mnohem pevnější, tvrdší a méně lámavější. Při nanášení bylo nutné působit mnohem větším tlakem, čímž docházelo k částečnému vytrhávání vláken z povrchu filtračního papíru, což se projevilo výrazně nižším hmotnostním přírůstkem oproti bílému pastelům a žlutému okru.

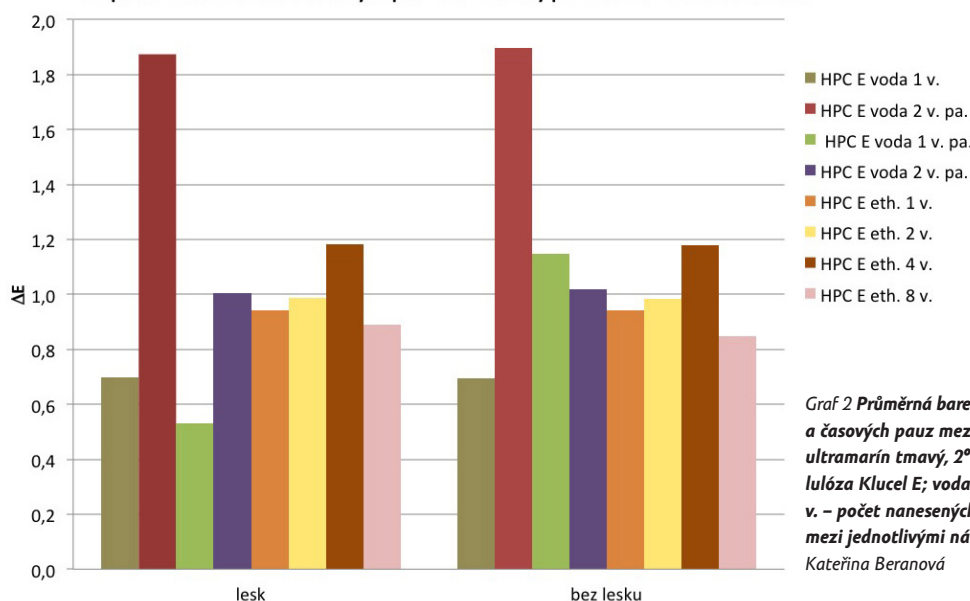
Odlíšný byl i povrch nanesené vrstvy jednotlivých pastelů při zvětšení. Bílý pastel vytvořil velmi kompaktní a hutnou vrstvu, žlutý okru nadýchanou a vzdušnou strukturu. Nejvíce uvolněných vláken filtračního papíru bylo možné pozorovat u obou modrých pastelů. Svou tvrdostí při nanášení způsobily největší narušení povrchu filtračního papíru.

VLIV FIXATIV NA PASTELOVOU VRSTVU

Větší vliv na změnu barevnosti pastelové vrstvy (v našem případě ultramarínu tmavého) ukázala aplikace vodního roztoku fixativa (v našem případě vodný roztok Klucelu E o koncentraci 0,25 hmotnostních procent) bez časových pauz mezi jednotlivými nánosy. Výrazná změna byla pozorovatelná už po druhé vrstvě nánosu. Při aplikaci stejného množství vrstev nánosů za využití časových pauz během nanášení se významně snižuje barevná změna pastelu. Posun v barevnosti ovlivněný počtem

nánosů etanolového roztoku je velmi nízký, ačkoliv mírně narůstá se zvyšujícím se počtem nanesených vrstev. Barevná odchylka zaznamenaná u osmi nanesených vrstev pravděpodobně odráží chybné měření [Graf 2].

Vliv počtu vrstev nánosů a časových pauz mezi nánosy při fixaci na změnu barevnosti

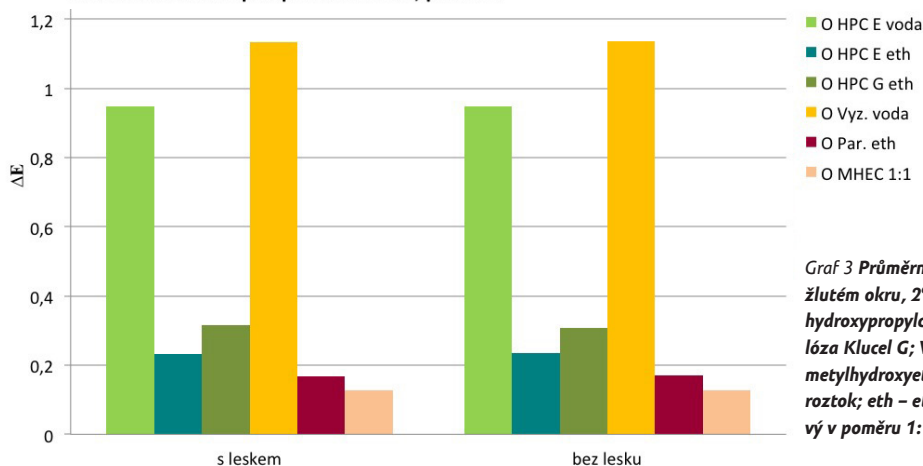


Graf 2 Průměrná barevná odchylka vlivem počtu vrstev nánosů a časových pauz mezi nánosy při fixaci HPC E voda a eth., ultramarín tmavý, 2° pozorovatel: HPC E – hydroxypropylcelulóza Klucel E; voda – vodný roztok; eth – etanolový roztok; v. – počet nanesených vrstev na vzorek; pa. – časová pauza mezi jednotlivými nánosy při fixaci. Graf: Alena Hurtová, Kateřina Beranová

K nejvýraznějším povrchovým změnám po fixaci pastelové vrstvy došlo fixací Paraloidem B 72 v etanolu. Současně bylo možné pozorovat při zvětšení optickým mikroskopem výrazné zhutnění a vyrovnání povrchu pastelu především u žlutého okru a ultramarínu tmavého. Výraznější změny povrchové struktury byly zaznamenány u všech vzorků s pruskou modří. U bílého pastelu se neprojevila žádná výraznější změna pravděpodobně díky tomu, že vrstva již po nanesení působila výrazně hutněji a kompaktněji v porovnání s ostatními pastelovými vrstvami. To bylo potvrzeno i vyhodnocením celkové barevné odchylky, která byla pro bílý pastel naprosto zanedbatelná. Znatelné barevné odchylky ΔE bylo možné pozorovat u pastelových vzorků fixovaných vyzinou a Klucelcem E ve vodě [Graf 3; Graf 4]. Další hodnoty ΔE pro ostatní fixativy byly velmi nízké. Zkoumáním povrchu vzorků skenovacím elektronovým mikroskopem nebylo možné jednoznačně určit případné změny struktury pastelu po nanesení fixativu.¹⁸⁾

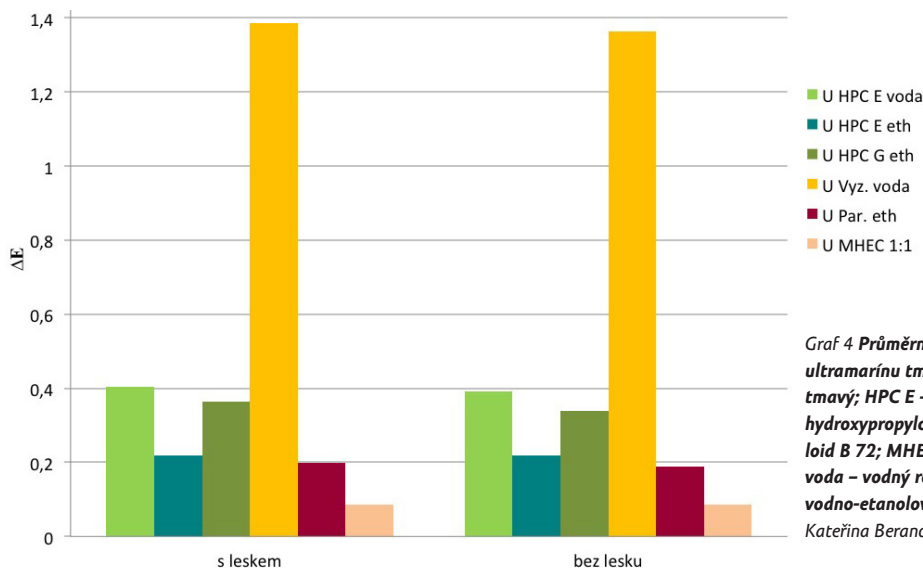
18 | Při zkoumání vzorků elektronovým mikroskopem navíc může dojít v důsledku působení nabitých elektronů k pozměnění povrchové struktury pastelových vzorků. V tomto ohledu se pro takto citlivé vzorky doporučuje spíše bezpečnější, ačkoliv méně detailní metoda zkoumání při zvětšení optickým mikroskopem. Vincent Daniels, The effects of water treatments on paper with applied pastel or powder pigment, *The paper conservator* XXII, 1998, č. 1, s. 32–33.

Změna barevnosti po aplikaci fixativů, pastel O



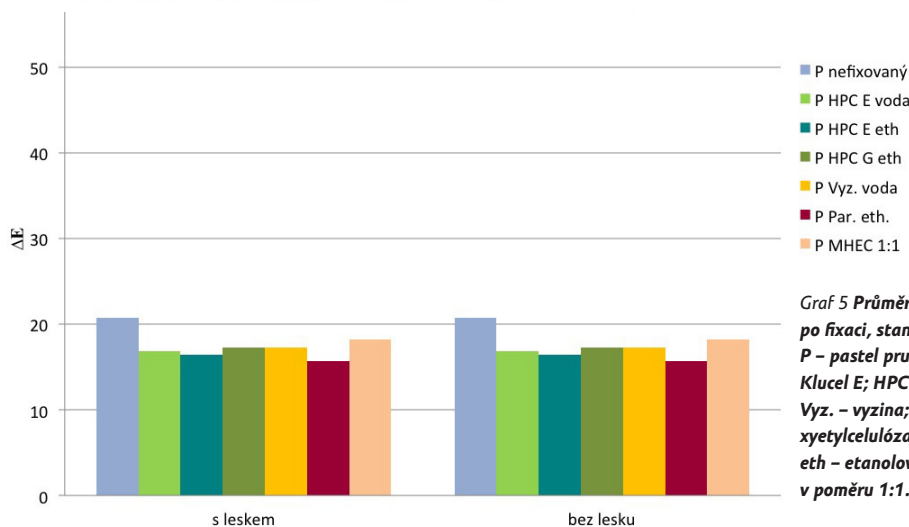
Graf 3 Průměrná barevná odchylka po aplikaci fixativů na žlutém okru, 2° pozorovatel: O – pastel žlutý okr; HPC E – hydroxypropylcelulóza Klucel E; HPC G – hydroxypropylcelulóza Klucel G; Vyz. – vyzina; Par. – Paraloid B 72; MHEC – metylhydroxyetylcelulóza Tylose MH 300; voda – vodný roztok; eth – etanolový roztok; 1:1 – roztok vodno-etanolový v poměru 1:1. Graf: Alena Hurtová, Kateřina Beranová

Změna barevnosti po aplikaci fixativů, pastel U



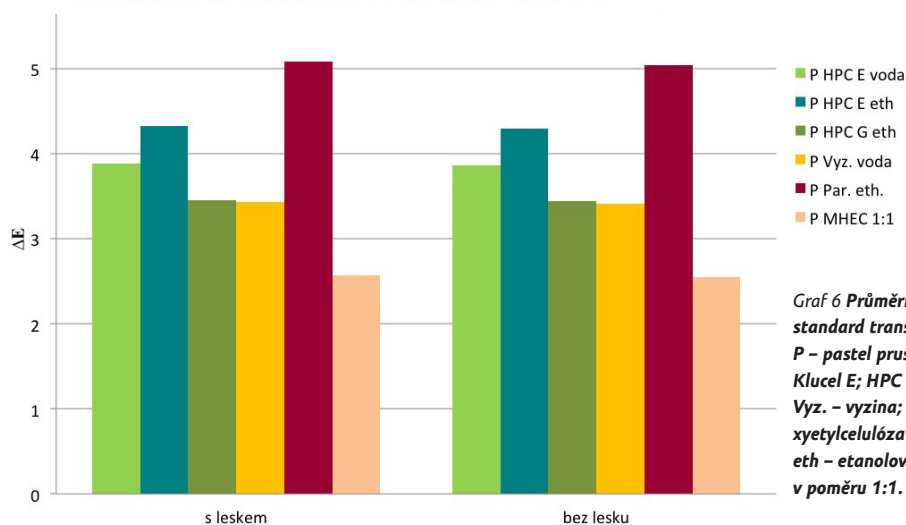
Graf 4 Průměrná barevná odchylka po aplikaci fixativů na ultramarín tmavém, 2° pozorovatel: U – pastel ultramarín tmavý; HPC E – hydroxypropylcelulóza Klucel E; HPC G – hydroxypropylcelulóza Klucel G; Vyz. – vyzina; Par. – Paraloid B 72; MHEC – metylhydroxyetylcelulóza Tylose MH 300; voda – vodný roztok; eth – etanolový roztok; 1:1 – roztok vodno-etanolový v poměru 1:1. Graf: Alena Hurtová, Kateřina Beranová

Transfer pastelu P po fixaci, standard podložka Whatman



Graf 5 Průměrná barevná odchylka transferu pruské modři po fixaci, standard podložka Whatman, 2° pozorovatel: P – pastel pruská modř; HPC E – hydroxypropylcelulóza Klucel E; HPC G – hydroxypropylcelulóza Klucel G; Vyz. – vyzina; Par. – Paraloid B 72; MHEC – metylhydroxyetylcelulóza Tylose MH 300; voda – vodný roztok; eth – etanolový roztok; 1:1 – roztok vodno-etanolový v poměru 1:1. Graf: Alena Hurtová, Kateřina Beranová

Transfer pastelu P po fixaci, standard transfer pastel P nefixovaný



Graf 6 Průměrná barevná odchylka transferu pruské modři, standard transfer pastel P nefixovaný, 2° pozorovatel: P – pastel pruská modř; HPC E – hydroxypropylcelulóza Klucel E; HPC G – hydroxypropylcelulóza Klucel G; Vyz. – vyzina; Par. – Paraloid B 72; MHEC – metylhydroxyetylcelulóza Tylose MH 300; voda – vodný roztok; eth – etanolový roztok; 1:1 – roztok vodno-etanolový v poměru 1:1. Graf: Alena Hurtová, Kateřina Beranová

ÚČINNOST FIXATIV

Účinnost fixativ byla stanovena hodnotami naměřenými spektrofotometrem. Ze získaných výsledků je zřejmé, že fixační schopnost fixativů byla v použitých koncentracích velmi podobná, avšak s odlišnou účinností pro jednotlivé testované pastely.

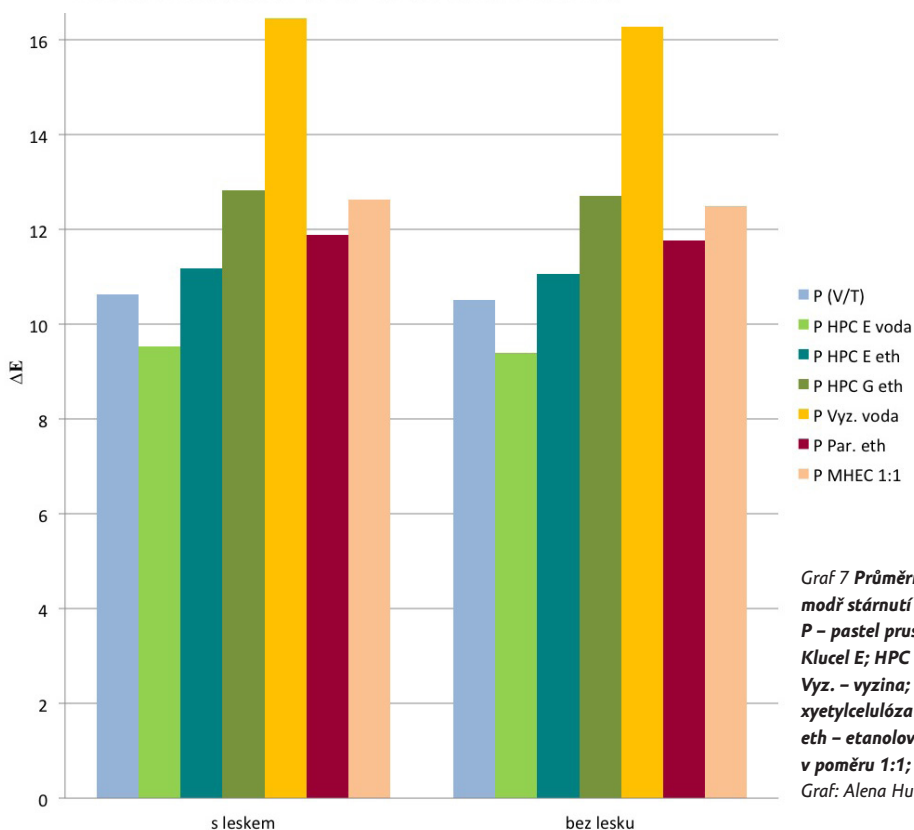
U bílého pastelu je možné pozorovat viditelné zpevnění u fixace vyzinou a o něco menší po fixaci Paraloidu B 72. Ultramarín tmavý byl nejlépe zpevněn roztokem vyziny. U pruské modři byly výsledky zpevnění pro většinu použitých fixačních roztoků podobné až na metylhydroxyetylcelulózu [Graf 5; Graf 6]. U žlutého okru nebyly získané výsledky průkazné.

ODOLNOST VŮČI STÁRNUTÍ VLHKÝM TEPEM

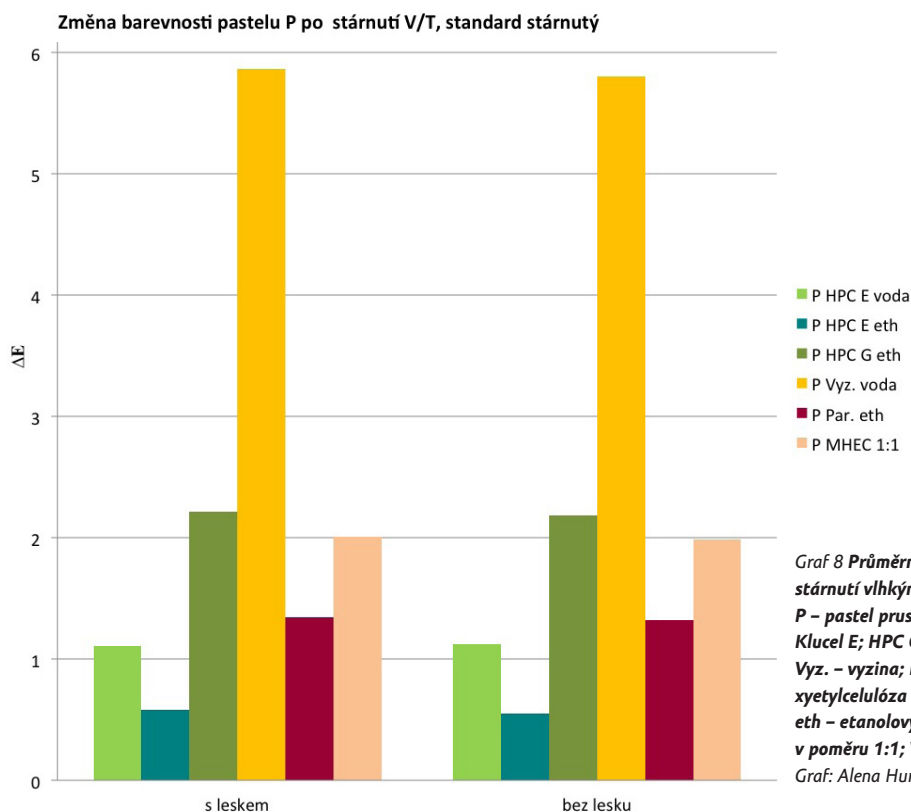
Vlivem stárnutí vlhkým teplem byly zaznamenány velmi malé barevné odchylky u bílého pastelu a ultramarínu tmavého v hodnotách $\Delta E = 2$. K mnohem výraznějším změnám barevnosti došlo u pruské modři [Graf 7; Graf 8] a žlutého okru. Z velké části se jednalo o změny vyvolané samotným pastelem. Změny v posunu barevnosti vyvolané po stárnutí přímo fixativy byly spíše nízké. K výraznější změně přispěla především vyzina v případě pruské modři.

Při porovnání snímku z optického mikroskopu je zřejmé, že v případě žlutého okru i pruské modři došlo k výraznému vyhlazení a ztěžknutí pastelové vrstvy v důsledku urychleného stárnutí vlhkým teplem.

Změna barevnosti pastelu P po stárnutí V/T, standard nestárnutý



Graf 7 Průměrná barevná odchylka pro pruskou modř stárnutí vlhkým teplem, 2^o pozorovatel P – pastel pruská modř; HPC E – hydroxypropylcelulóza Klucel E; HPC G – hydroxypropylcelulóza Klucel G; Vyz. – vyzina; Par. – Paraloid B 72; MHEC – metylhydroxyetylcelulóza Tylose MH 300; voda – vodný roztok; eth – etanolový roztok; 1:1 – roztok vodno-etanolový v poměru 1:1; V/T – stárnutí vlhkým teplem.
Graf: Alena Hurtová, Kateřina Beranová



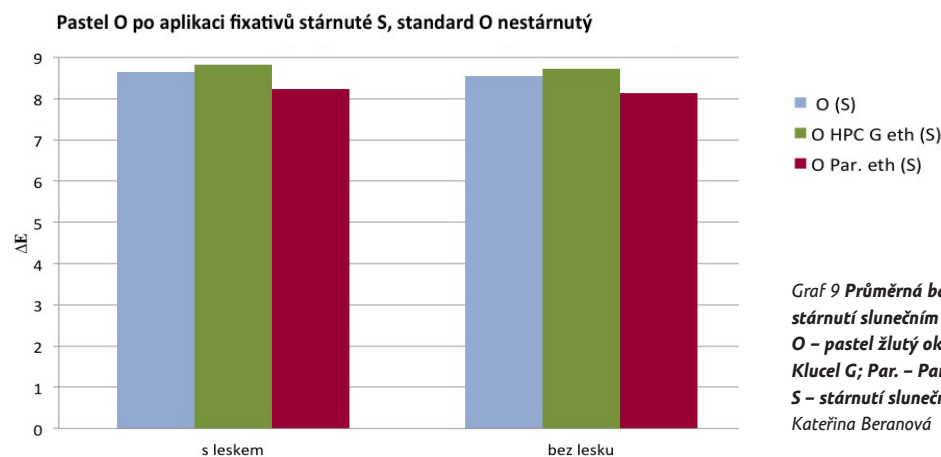
Graf 8 Průměrná barevná odchylka pro pruskou modř, stárnutí vlhkým teplem, 2° pozorovatel
 P – pastel pruská modř; HPC E – hydroxypropylcelulóza Klucel E; HPC G – hydroxypropylcelulóza Klucel G; Vyz. – vyzina; Par. – Paraloid B 72; MHEC – metylhydroxyetylcelulóza Tylose MH 300; voda – vodný roztok; eth – etanolový roztok; 1:1 – roztok vodno-etanolový v poměru 1:1; V/T – stárnutí vlhkým teplem.
 Graf: Alena Hurtová, Kateřina Beranová

ODOLNOST VŮČI SVĚTELNÉMU STÁRNUTÍ

Barevná odchylka vypočítaná z naměřených hodnot po stárnutí slunečním světlem, která by byla způsobena přítomností fixativu v pastelové vrstvě, byla pro všechny testované vzorky v zanedbatelných hodnotách. Pravděpodobně se ve vzorcích nacházelo jen velmi malé množství fixativa, nebo byly vzorky při stárnutí vystaveny příliš malému osvětlení, aby se projevila barevná změna v celkovém kontextu.

Podobně jako u urychleného stárnutí vlhkým teplem se projevila výrazná nestabilita žlutého okru [Graf 9]. U tohoto pastelového odstínu uvádí výrobce nižší světelnou stabilitu přímo na obalu [Tab. 1] a také námi provedené materiálové složení poukazuje na velmi malé množství železa obsaženého v pastelu. Velmi nízkou světelnou stabilitu pastelových žlutí různých výrobců dokládá ve své studii i Flieder.^{19]}

19 | Françoise Flieder, Study of the conservation of pastels, in: N. S. Brommelle – Garry Thomson (edd.), *Science and technology in the service of conservation: ICC preprints of the contributions to the Washington congress, 3–9 September 1982*, London 1982, s. 71–74.



Graf 9 Průměrná barevná odchylka pro žlutý okr, stárnutí slunečním světlem, 2° pozorovatel
 O – pastel žlutý okr; HPC G – hydroxypropylcelulóza Klucel G; Par. – Paraloid B 72; eth – etanolový roztok; S – stárnutí slunečním světlem. Graf: Alena Hurtová, Kateřina Beranová

ZÁVĚR

Při fixaci modelových vzorků s pastelovou vrstvou byla ověřena šetrnost aplikační metody ultrazvukově vyvíjeného aerosolu, v našem případě ultrazvukovým minizmlžovačem. Při vhodném nastavení vnějších parametrů bylo možné zajistit homogenitu nánosu a několikanásobnou aplikací silně zředěných roztoků bylo možné se vyvarovat výrazným barevným změnám pastelové vrstvy po fixaci. Značného omezení vlivu fixačních roztoků na změny barevnosti pastelové vrstvy bylo dosaženo časovými pauzami mezi jednotlivými nánosy u vodných roztoků fixativ. Použitý vodno-etanolový a etanolový roztoky měly obecně menší vliv na barevné změny.

Dobré fixační schopnosti byly potvrzeny především u roztoku vyziny. Účinnost fixačních roztoků v zafixování pastelové vrstvy při stejné koncentraci roztoků se však lišila podle typu fixovaného pastelu. Nejmenší fixační účinky byly ve většině případech zaznamenány v porovnání s ostatními testovanými fixativy u metylhydroxyetylcelulózy Tylose MH 300. S velkou pravděpodobností byl námi použitý roztok již příliš viskózní pro dostatečný průchod ultrazvukovým minizmlžovačem, v důsledku čehož došlo zřejmě k menšímu fixačnímu účinku na pastelovou vrstvu. Podobný problém byl pozorován i u etanolového roztoku hydroxypropylcelulózy Klucelu G.

Nejmenší vliv měly fixativy na změnu barevnosti bílého pastelu, který se výrazně lišil od zbylých použitých pastelů. V tomto případě souvisely minimální naměřené změny s hutnou povrchovou strukturou tohoto pastelu. Výraznější změny barevnosti byly zaznamenány u zbylých pastelů po fixaci roztokem vyziny a hydroxypropylcelulózy Klucelu E ve vodě. Výrazné změny ve struktuře byly při zvětšení pod optickým mikroskopem sledovány u vzorků fixovaných akrylátovou pryskyřicí Paraloidem B 72 v etanolu. Největší změny v povrchové struktuře po fixaci byly patrné u vzorků s pastelem pruská modř.

Po urychleném stárnutí vlhkým teplem došlo k nárůstu barevné odchylky modelových vzorků. Ta byla způsobena ve velké míře nestabilitou samotných pastelů. Pouze u pruské modři pak byla i značně ovlivněna v důsledku přítomnosti fixačního roztoku vyziny. U žlutého okru a pruské modři byly pozorovány i výrazné strukturální změny při zvětšení optickým mikroskopem. Opodstatnění pro nestabilitu žlutého okru je možné hledat v materiálovém složení. Nižší stabilitu uvádí u tohoto pastelu také výrobce. Po stárnutí světlem nebyly na vzorcích zaznamenány viditelné změny v důsledku aplikace fixativů, zřejmě díky malému osvitu nebo v důsledku malého množství přítomných fixativ. Ke značné změně barevnosti přispěla světelná nestabilita žlutého okru.

V našem výzkumu jsme postupovali vůči modelovým vzorkům při fixaci méně destruktivním způsobem, což se odrazilo i na ne vždy jasně definovatelných výsledcích měření barevné odchylky. Ačkoli tento šetrný způsob zacházení se vzorky více odpovídá restaurátorské praxi, nejsme v mnoha ohledech schopni z našich výsledků stanovovat jednoznačné závěry. Výzkum by bylo možné jistě obohatit o další testování například u metylhydroxyetylcelulózy, kterou by bylo možné použít v nižší koncentraci zajišťující lepší průchodnost vyvíjecím přístrojem.

U ostatních fixačních roztoků by bylo zajímavé vyzkoušet fixační účinnost většího počtu nanesených vrstev, především pak u etanolových roztoků, kde byla závislost barevných změn na počtu nanesených vrstev mnohem menší než u vodných roztoků. Nabízí se také použití novějších a výkonnějších zařízení pro šetrnou aplikaci fixativ. V současné době je na trhu k mání například aerosolový generátor AGS2000 poskytující snadnou manipulaci a údajně lepší fixační schopnosti.²⁰ Také způsobem testování účinnosti fixace na modelové vzorky by bylo možné se dále zabývat a zlepšovat jej (například snížením působeného tlaku na vzorek).

20 | Andrea Pataki-Hundt, Funktionsweise von Nebulizern und eine Neuentwicklung für organische Lösungsmittelsysteme, in: Birgit Geller (red.) *Arbeitsblätter des Arbeitskreises Nordrhein-Westfälischer Papierrestauratoren: 20. Fachgespräch der NRW-Papierrestauratoren am 4. und 5. April 2011 in Bielefeld-Sennestadt, Neuss 2012*, s. 69.

Publikovaný článek vychází ze stejnojmenné diplomové práce vytvořené na Fakultě restaurování Univerzity Pardubice v akademickém roce 2015/2016 pod vedením Ing. Aleny Hurtové.

POUŽITÉ MATERIÁLY

- Ethanol 96% p.a. (C₂H₅O),
Ing. Petr Švec – PENTA s. r. o.
- Filtrační papír Whatman Grade
No. 1 gramáž 87 g/m²,
GE Healthcare Life Sciences
- Klucel® E; Klucel® G; Klucel® M;
Klucel® H (hydroxypropylcelulóza)
Kremer Pigmente GmbH & Co. KG
- Paraloid™ B 72 (polyakrylátová pryskyřice)
Kremer Pigmente GmbH & Co. KG
- Soft Pastel Rembrandt, Royal Talens
- Tylose® MH 300 (methylhydroxyetylcelulóza)
Kremer Pigmente GmbH & Co. KG
- Vyzina (Deffner & Johann)