

Univerzita Pardubice

Fakulta restaurování

**Metody čištění uměleckých děl na papírové
podložce**

Mgr. Veronika Wanková

Bakalářská práce

2013

Univerzita Pardubice
Fakulta restaurování
Akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Mgr. Veronika Wanková**
Osobní číslo: **R09014**
Studijní program: **B8206 Výtvarná umění**
Studijní obor: **Restaurování a konzervace uměleckých děl na papíru a souvisejících materiálech**
Název tématu: **Metody čištění uměleckých děl na papíru**
Zadávací katedra: **Ateliér restaurování uměleckých děl na papíru**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Studentka v rámci bakalářské práce shrne metody čištění uměleckých děl na papíru na základě literární rešerše. Výběr metody, vhodné pro čištění vaječné tempery potvrdí na sérii testů na modelových vzorcích se simulovaným poškozením (obdobným jako na restaurovaném originálu). Po interpretaci všech zkoušek studentka použije zvolené metody v restaurátorském zákroku na dvou přidělených dílech. Rozsah: soupis metod používaných k čištění uměleckých děl testování metod čištění na modelových vzorcích metodika čištění uměleckých děl na papíře s ohledem na jeho materiálové složení (vaječná tempera) komplexní restaurátorský zásah na přidělených dílech: Dva psi na dálnici I. (Miloš Síkora) Dva psi na dálnici II. (Miloš Síkora)

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury: **viz příloha**


Vedoucí bakalářské práce:

Mgr. art. Veronika Kopecká

Ateliér restaurování uměleckých děl na papíru

Datum zadání bakalářské práce: **30. října 2012**

Termín odevzdání bakalářské práce: **9. srpna 2013**


Ing. Karol Bayer
děkan

L.S.


Mgr. art. Veronika Kopecká
vedoucí ateliéru

V Litomyšli dne 23. května 2013

Príloha zadání bakalářské práce

Seznam odborné literatury:

Baglioni, P., Giorgi, R., Soft and hard nanomaterials for restoration and conservation of cultural heritage, University of Florence 2006. Brandi, C., Teorie restaurování, Tichá Byzanc, Praha 2002. Cennini, C., Kniha o umění středověku. Praha, 1946. Cremonesi, P., L'uso degli enzimi nella pulitura di opere policrome, 2002. Dyková, B., Využití enzymů v restaurátorské praxi, Sborník Brno 2003. Ďurovič, M., a kol., Restaurování a konzervování archiválií a knih, Paseka 2002. Ericsson, H., M., Usage Recommendations for alpha-Amylases: Maximizing Enzyme Activity while Minimizing Enzyme - Artifact Binding Residues, 1992 university of Texas. Hégr, M., Technika Malířského umění. Umělecká beseda 1941. Chlubnová, I., Možnosti odstraňování kaseinových přemalů pomocí enzymů, Litomyšl 2002. Kelly, F., Art Restoration, Newton Abbot: David and Charles, 1971. Kiplik, D.I., Technika Malby, 1952 Orbis Praha. Knut, N., The restoration of paintings, Konemann 1999. Kolektiv autorů, Modern works, modern problems? Tate gallery London 1994. Kopecká, I., Nejedlý V., Průzkum Historických materiálů. Grada 2005. Kubička, R., Zelinger, J., Výkladový slovník, Grada 2004. Makeš, F., Enzymatic consolidation of painting, London 1982. Makeš, F., Enzymatic consolidation of the portrait of Rudolf II. As "Vertumnus" by G. Archimboldo with a new multi enzyme preparation isolated from Antarctic krill, Goeteborg 1988. Makeš, F., Enzymatic examination of the authenticity of a painting attributed to Rembrandt, Goteborg 1992. Makeš, F., Novel enzymatic technologies to safeguard cultural heritage, Goteborg 2006. Martan, M., Restaurátorský postup a praktické využití enzymů při odstraňování klišoškrobové rentoláže, Zprávy památkové péče 63/2003/5. Paulusová, H., Využití enzymu v konzervační praxi, Sborník Národního technického muzea v Praze 1991. Segal, J., Cooper, D., The use of enzymes to release adhesives, 1977. Slánský, B., Techniky Malby I, II, Paseka Litomyšl 2003. Šimůnková, E., Karhan, J., Pigmenty, barviva a metody jejich identifikace, VŠCHT PRAHA 1993. Šimůnková, E., Bayerová, T. Pigmenty. Praha, 1999. Vodrážka, Z., Rauch, P., Enzymologie, VŠCHT Praha 1991. Wedelbo, R., The use of enzymes for restoration purposes, Bruxelles. Wolbers, R., Cleaning painted surfaces, London 2000. Zelinger, J. a kol., Chemie v práci konzervátora a restaurátora, Academia 1987.

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracovala samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využila, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byla jsem seznámena s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně Univerzity Pardubice (Dislokované pracoviště – Fakulta restaurování, Litomyšl).

V Litomyšli dne 27. července 2013

Veronika Wanková

Poděkování

Chtěla bych na tomto místě poděkovat zejména vedoucí mé bakalářské práce Mgr. art. Veronice Kopecké za její trpělivost, odborný dozor, věnovaný čas a připomínky, dále Ing. Evě Dytrychové za ochotu a cenné rady, PhMr. Bronislavě Bacílkové za konzultace a mému příteli Tomášovi za korektury a užitečné postřehy. Děkuji rodině a přátelům za poskytnutí zázemí pro úspěšné dokončení bakalářské práce.

Anotace

Práce se věnuje metodám čištění uměleckých děl na papíru. Cílem je restaurovat dvě díla provedená technikou tempery, jež vznikla mísením vejce, piva a průmyslově vyrobené temperové barvy, a to způsobem, který se na modelových vzorcích prokáže jako nejlepší. Záměrem restaurování bude eliminace bílých skvrn na povrchu barevné vrstvy.

Klíčová slova

papír, vaječná tempera, metody čištění, degradace bílku

Title

Methods for cleaning artworks on paper

Annotation

The thesis deals with methods used for cleaning artworks on paper. A specific method that will show to be the best on model samples will be used for restoration of two paintings containing tempera that had been created by mixing eggs, beer and manufactured tempera colour. The aim of the restoration intervention is to eliminate white spots on a surface of a coloured layer.

Keywords

Paper, egg tempera, cleaning methods, eggwhite degradation

Obsah

1. Úvod.....	- 10 -
2. Praktická část – restaurování	- 11 -
2.1 Předměty restaurování.....	- 11 -
2.2 Popis děl	- 12 -
2.2.1 Typologický popis	- 12 -
2.2.2 Popis stavu děl před započítím restaurátorských prací	- 13 -
2.3 Průzkum děl	- 14 -
2.3.1 Neinvazivní metody průzkumu	- 14 -
2.3.2 Invazivní metody průzkumu	- 16 -
2.3.3 Realizace průzkumu	- 16 -
2.3.4 Vyhodnocení průzkumu	- 17 -
2.3.5 Modelové vzorky.....	- 19 -
2.4 Restaurátorský záměr	- 27 -
2.5 Postup restaurátorských prací.....	- 28 -
2.6 Podmínky pro uložení restaurovaných děl	- 30 -
3. Teoretická část.....	- 31 -
3.1 Plíseň	- 31 -
3.1.1 Plíseň a barevná vrstva.....	- 33 -
3.2 Vaječný bílek.....	- 35 -
3.2.1 Historie použití bílkových laků	- 35 -
3.2.2 Degradace bílkových laků.....	- 36 -
3.3 Nečistoty.....	- 40 -
3.3.1 Co je to nečistota a proč ji čistíme	- 40 -
3.3.2 Co drží nečistotu na daném místě.....	- 41 -
3.4 Metody čištění – mechanické tzv. suché čištění	- 42 -
3.4.1 Aplikace oprašováním	- 43 -
3.4.2 Aplikace narušením souvislé vrstvy nečistoty.....	- 43 -
3.4.3 Abrazivní postup	- 43 -
3.4.4 Vybrané prostředky k čištění.....	- 44 -

3.5	Metody čištění – pomocí vodných systémů	- 48 -
3.5.1	Voda.....	- 49 -
3.5.2	Étery celulózy.....	- 51 -
3.5.3	Rigidní gel.....	- 52 -
3.6	Metody čištění – pomocí organických rozpouštědel.....	- 53 -
3.7	Metody čištění – na principu chemické reakce.....	- 54 -
3.7.1	Enzymy	- 55 -
3.7.2	Bělení.....	- 57 -
3.8	Metody čištění – odstraňování nečistot pomocí tepla.....	- 57 -
3.8.1	Laser	- 57 -
3.8.2	Elektrická špachtle	- 60 -
4.	Závěr.....	- 62 -
5.	Textové přílohy	- 65 -
5.1	Chemicko-technologický průzkum.....	- 65 -
5.1.1	Stratigrafie barevných vrstev a identifikace pojiv.....	- 65 -
5.1.2	Stanovení změny barevnosti	- 70 -
5.2	Rozpustnost barevné vrstvy.....	- 72 -
5.3	Hodnoty pH před, v průběhu a po restaurátorském zásahu	- 72 -
6.	Obrazové přílohy	- 73 -
7.	Seznam použité literatury a pramenů.....	- 151 -
8.	Seznam použitých materiálů.....	- 158 -
9.	Seznam tabulek.....	- 161 -
10.	Seznam obrazových příloh.....	- 161 -

1. Úvod

Bakalářská práce se zabývá restaurováním dvou děl na papíru. Jedná se o techniku vaječné tempery na ručním papíru. Na barevné vrstvě těchto děl se díky nevhodnému prostředí, ve kterém byla uložena, objevil bílý zákal. Cílem této práce je najít způsob, jak ho odstranit, aniž by byla barevná vrstva poškozena, proto se vytvoří i modelové vzorky ukazující vhodnost jednotlivých metod.

Teoretická část se věnuje plísním, jelikož bílý zákal zprvu naznačoval, že by mohl být plísňového charakteru. Dále se tato část práce zaměřuje na bílek ve vaječné tempeře, který byl nedostatečně rozmíchán, a tak významně ovlivnil vlastnosti barevné vrstvy. Následuje výčet metod čištění, nad kterými se mohlo uvažovat při volbě nejvhodnějšího způsobu restaurování.

V závěru práce je odůvodněna použitá metoda k odstranění bílého zákalu.

2. Praktická část – restaurování

2.1 Předměty restaurování

A) Předmět restaurování: Dva psi na dálnici I

Inventární číslo: 390

Evidenční číslo: K-50/94

Datace: 1992

Technika: vaječná tempera

Podložka: ruční papír

Rozměry: 56 x 75,5 cm

Zadavatel: Galerie Klenová – zámek Klatovy

Datum započetí a ukončení restaurátorských prací: 8. 1. 2013 – 31. 5. 2013

B) Předmět restaurování: Dva psi na dálnici II

Inventární číslo: 389

Evidenční číslo: K-49/94

Datace: 1992

Technika: vaječná tempera

Podložka: ruční papír

Rozměry: 56 x 75,5 cm

Zadavatel: Galerie Klenová – zámek Klatovy

Datum započetí a ukončení restaurátorských prací: 8. 1. 2013 – 31. 5. 2013

2.2 Popis děl

2.2.1 Typologický popis

Předmětem restaurování jsou dva obrazy s názvy *Dva psi na dálnici I* (obr. 1 str. 73) a *Dva psi na dálnici II* (obr. 31 str. 87). Autorem těchto děl je český malíř Miloš Síkora, který se narodil roku 1945 v Nesměni, vystudoval Vysokou školu uměleckoprůmyslovou v Praze (1966-71) a v roce 1989 odešel do Paříže, kde dodnes tvoří.

Na štítku na zadní straně obrazů se nachází záznam o jejich materiálu a technice (obr. 2 str. 73, obr. 32 str. 88). Uvádí se, že se jedná o díla na papíru a žloutkovou temperu. Obě díla mají stejný formát 56 x 75,5 cm a vznikly v roce 1992. Jsou majetkem Galerie Klatovy/Klenová. Obrazy jsou zarámované v dřevěném rámu s bílým povrchovým lakem, nacházejí se pod sklem a jsou vloženy do tmavě zelené pasparty. Zpracování neobvyklého námětu obrazů – *Dva psi na dálnici* – odpovídá výtvarnému směřování Miloše Síkory k abstraktní malbě.

Na obraze *Dva psi na dálnici I* převažuje žlutá, modrá a zelená barva. Obraz je členěn do tří horizontálních rovin, které se vymezují právě těmito třemi barvami. Asi polovinu obrazu tvoří žlutá barva, kterou vyvažuje poměrně úzký pruh tmavě zelené barvy ve spodním plánu obrazu. Charakter malby připomíná kresbu pastelkami, jedná se ale o velmi tenkou stopu štětce. Obraz vznikl s velkou energií, o níž svědčí pozůstatky špatně rozmíchaného vajíčka (obr. 10 str. 77, obr. 21 str. 83), zbytky skořápek a odpadlých vlasů ze štětců (obr. 21, 22 str. 83). Vše jako by bylo namalováno jedním tahem v jednom okamžiku. Charakteristickým prvkem *Dvou psů na dálnici I* je výrazný krátký tah okrovou barvou.

Dva psi na dálnici II jsou rozvrženi opět do tří horizontálních pruhů, ale spodní tmavě zelený zabírá jen asi 2 cm spodního okraje. Žlutá barva zasahuje do poloviny obrazu, na kterou navazuje modrá. Malba má opět až kresebný charakter. Vyskytují

se na ní zbytky vajíčka (obr. 40, 41, 42, 43, 44, str. 92-4), skořápek (obr. 56, 57 str. 100) a vlasy ze štětce (obr. 58 str. 101). Celkový dojem odpovídá *Dvěma psům na dálnici I*.

2.2.2 Popis stavu děl před započítáním restaurátorských prací

Papírová podložka děl *Dva psi na dálnici I* a *Dva psi na dálnici II* nevykazuje výrazná poškození, jen je lehce třikrát zvlněna ve vertikálním směru. Toto zvlnění není z přední strany téměř patrné (obr. 26 str. 85, obr. 62 str. 103), na zadní straně se projevuje výrazněji (obr. 27 str. 85, obr. 63 str. 103). Dílo *Dva psi na dálnici I* má hlodavcem vykousané části při levém a spodním okraji obrazu (obr. 71, 72, 73, str. 107-8, obr. 106, str. 124), tím se ztratila i část barevné vrstvy. Zatekliny pozorovatelné na díle *Dva psi na dálnici II*, které vznikly již při jeho tvorbě, se vyskytují na zadní straně papírové podložky (obr. 36 str. 90, obr. 69 str. 106). Na určitých místech tohoto obrazu se nacházejí i zbytky částečně otisknutých a přilepených novin, na nichž byla díla tvořena (obr. 75 str. 109). Dále si lze všimnout hnědých skvrn, jejichž původcem by mohla být plíseň (viz 3.1 Plíseň), která lehce zabarvila papírovou podložku (obr. 8 str. 76, obr. 36, str. 90). Tenká barevná vrstva má dobrou adhezi. Jen v místech, kde se vyskytovaly zbytky špatně rozmíchaného vajíčka, vrstva popraskala a drobné části odpadaly (obr. 10 str. 77, obr. 42, 43, 44, str. 93-4). Nejzávažnějším poškozením těchto děl jsou bílé a šedo zelené skvrny (obr. 7, 9, 11-20 str. 76-82, obr. 49 str. 96, obr. 53 str. 98), které mohla zapříčinit vlhkost nebo prudká změna teploty a mikrobiologické napadení plísněmi. U *Dvou psů na dálnici II* se navíc objevují tmavé plastické skvrny neznámého původu (obr. 64, 65 str. 104).

2.3 Průzkum děl

Restaurátorský průzkum je zaměřen na zjištění charakteru díla, určení výtvarné techniky a použitých materiálů, zhodnocení stupně poškození a posouzení příčin těchto poškození. Restaurátorský průzkum umožňuje vidět různé typy sekundárních zásahů (např. retuše) a dokumentuje stav restaurovaného díla před započatím restaurátorských prací¹. Je podkladem pro určení vhodného restaurátorského postupu pro konkrétní dílo. Při průzkumu jsou využity invazivní a neinvazivní metody ve snaze o co nejmenší zásah do restaurovaného díla.

2.3.1 Neinvazivní metody průzkumu

Průzkum v denním světle nám umožňuje zjistit základní informace o díle v přirozených světelných podmínkách. Provádí se pro zjištění stupně degradace viditelného poškození, definování stylu a techniky malby. Zaměřuje se také na míru znečištění a stav povrchové vrstvy. Podává základní informace o mikrobiálním poškození materiálu (řasy, bakterie, plísně). Pro tento výzkum se využívá lidské oko, binokulární lupa, mikroskop a fotoaparát.² Pozorováním díla v bočním osvětlení se dobře vykreslí jeho reliéf a zdůrazní se případná deformace papírové podložky. Objekt pozorujeme při průzkumu UV světlem v krátkovlnném ultrafialovém záření (150–400 nm). Vysoká energie záření při dopadu na povrch některých látek způsobuje luminiscenci, to je vznik sekundárního záření o větší vlnové délce. Barva vzniklého záření závisí na chemickém složení ozařované látky, kterou lze podle zjištění odstínu a intenzity luminiscence předběžně analyzovat. Fluorescence je druh luminiscence, která se vyzařuje pouze v průběhu působení daného světla na objekt. Část záření je absorbována a převádí atomy a molekuly do vyšších excitovaných stavů a vzápětí je obvykle znovu vyzařena jako záření s vyšší vlnovou délkou, než mělo původní excitační záření. Barevnost fluorescence je charakteristická pro určité pigmenty, pojiva

¹ Ruhemann, Hendy, Hendy 1982, 123-134.

² Kopecká 2005, 28.

a další materiály používané ve výtvarné praxi a může nám pomoci při určování lakových vrstev, použitých pigmentů, možných sekundárních zásahů nebo zjištění biologického napadení.³

Pro určení změny barevnosti se používá spektrofotometrie. K popisu barvy lze užít tří definujících parametrů: odstín, sytost a jas. Odstín (barevný tón) je přirovnání barvy k některé ze spektrálních barev (modrá, zelená, žlutá a červená). Sytost nebo též čistota barvy vyjadřuje relativní podíl intenzity světla v dané oblasti spektra proti celkové intenzitě. Jas vyjadřuje množství světla odraženého vzorkem. Jelikož barvu popisují tři parametry lze barvu popsat jako bod v barevném prostoru.

V praxi nepoužívanějším barevným prostorem je CIELAB $L^*a^*b^*$, který byl v roce 1976 navržen Mezinárodní komisí pro osvětlení. Pravoúhlý souřadnicový systém tvoří tři osy. Osou nepestrosti (osa jasu) má označení L^* , zelenočervená osa se označuje a^* a modrozlutá b^* . Měření barevnosti je prováděno na odrazovém spektrofotometru, kdy se měřicí hlavice přístroje umístí do kontaktu se zkoumaným povrchem. Světelný zdroj přístroje ozáří vyměřené měrné pole a fotodetektor poté vyhodnotí množství odraženého světla. Vyhodnocování probíhá v celém rozsahu vlnových délek (400-700 nm) v 10nm intervalech. Tím dojde k vytvoření tzv. remisní křivky (některé vlnové délky jsou odráženy předmětem více a některé vlnové délky jsou naopak povrchem pohlcovány). Remisní křivka je pro danou barvu charakteristická. Podle naprogramovaných algoritmů se tato remisní křivka převede na jednotlivé souřadnice v barevném prostoru a na odchylku ΔE^* .⁴

³ Kubička, Zelinger 2004, Fluorescence.

⁴ Stanovení povrchových vlastností (barva, lesk) materiálů exponovaných za podmínek simulující vnější prostředí v QUV panelu. In: [online]. [cit. 2013-07-26]. Dostupné z: http://www.vscht.cz/kat/download/lab2_stanoveni_povrchovych_vlastnosti.pdf, 2-4.

2.3.2 Invazivní metody průzkumu

Přítomnost zárodků mikroorganismů na povrchu objektů při mikrobiologickém průzkumu zjišťujeme pomocí stěrů sterilním vatovým tampónem. Stěr se provádí z plochy 10 x 10 cm (rovně a napříč) a nanese se na živnou půdu. Jako živná půda se používá sladidinový agar s inaktivátory hermeticky uzavřený v Petriho miskách, které se ponechají v teple na světlém místě po dobu 14 dnů. Zkoušky rozpustnosti se provádějí pomocí proužků vytvořených z filtračních papírů namočených v příslušných rozpouštědlech (voda, etanol, white spirit, toluen) a postupně přikládáných k povrchu barevné vrstvy. Ke stanovení hodnot pH se používá potenciometrické měření pH povrchových vrstev papíru pomocí speciální dotykové elektrody. Kyselé pH (hodnoty pH v intervalu 3,2–5,0) naznačuje, že se vytvořily předpoklady pro hydrolytický rozklad glykosidických vazeb v celulóze, a tedy došlo k celkovému zhoršení vlastností papíru. Hodnoty pH se zjišťují z přední i zadní strany objektu.

2.3.3 Realizace průzkumu

Po vyjmutí děl z rámu proběhl průzkum v denním rozptýleném světle. Bylo zjištěno, že se jedná o vaječné tempéry na ručních papírech, které byly přilepeny k paspartám klihovou páskou (obr. 7, 8 str. 76, obr. 35 str. 89, obr. 36 str. 90). Na zadních stranách byly patrné skvrny, u kterých se předpokládal mikrobiální původ, a barevné zatekliny (obr. 69 str. 106) se zbytky písmenek z novin (obr. 75 str. 109), jež vznikly již při tvorbě děl. Tužkou bylo na dílech uvedeno „*Dva psi na dálnici 1 Irsko 1992*“ (obr. 25 str. 84) a „*Dva psi na dálnici Irsko 1992*“ (obr. 61 str. 102). Na předních stranách se vyskytovaly zbytky skořápky (obr. 56, 57 str. 100) a špatně rozmíchaného vajíčka (obr. 41-44 str. 92-4), bílé skvrny (obr. 15-20 str. 80-82), šedé plastické skvrny (obr. 46-52, 54 str. 95-9), vlasy vypadané ze štětce (obr. 21, 22 str. 83, obr. 47 str. 95, obr. 52 str. 98, obr. 58 str. 101), drobná místa, odkud odpadávala barevná vrstva (obr. 42, 43 str. 93), a larvy brouků (obr. 23, 24 str. 84, obr. 59 str. 101, obr. 60 str. 102).

Při levém dolním okraji byl do papíru u obou děl vryt podpis *SÍK* (zkratka Síkory, obr. 74 str. 108). Průzkum v bočním světle prokázal drobné příčné zvlnění obou papírových podložek (obr. 27 str. 85, obr. 63 str. 103). V případě *Dvou psů na dálnici II* vynikla plastičnost šedých skvrn (obr. 64, 65 str. 104). UV světlo potvrdilo zatekliny a skvrny po plísních (obr. 28, 29 str. 86, obr. 66, 67 str. 105).

V rámci mikrobiologického průzkumu se stěr aplikoval na živnou půdu (sladinový agar s inaktivátory), hermeticky se uzavřel v Petriho miskách, jež se nechaly kultivovat v teple na světlém místě po dobu 14 dní. Následně se spočítaly kolonie, u *Dvou psů na dálnici I* bylo 5 kolonií a u *Dvou psů na dálnici II* byly 3 kolonie. Plíseň na obrazech již tedy nebyla aktivní (k dezinfekci se přistupuje při více než 10 koloniích). Zkoušky rozpustnosti se provedly filtračními papírky, které se namočily do vody, etanolu, white spiritu a toluenu. Hodnoty pH ukázaly, že papíry nejsou kyselé (viz 5.3 Hodnoty pH před, v průběhu a po restaurátorském zásahu, Tabulka č. 6).

Chemicko-technologický průzkum využil pro zjištění stratigrafie barevných vrstev a identifikaci pojiv optickou mikroskopii v dopadajícím světle, FTIR spektroskopii a mikrochemických zkoušek (viz 5.1.1 Stratigrafie barevných vrstev a identifikace pojiv). Potvrdil, že se jedná o vaječnou temperu s velkým obsahem olejí.

2.3.4 Vyhodnocení průzkumu

Na štítcích obrazů bylo uvedeno, že se jedná o žlutkovou temperu. Při bližším zkoumání se zdálo, že mohlo být použito i celé vajíčko. Vzhledem k tomu, že autor děl žije ve Francii a podařilo se na něj zjistit kontakt, bylo možno s ním zkonzultovat, jakou techniku malby zvolil. Miloš Síkora uvedl, že při malbě použil celé vajíčko, pivo a barvy značky Štolo⁵ a že se řídil receptem renesančních mistrů, který našel v knize o technikách malby (autora knihy si už nepamatoval). Při studiu knih o starých

⁵ Historie výroby uměleckých barev UMTON BARVY. [online]. [cit. 2013-04-07]. Dostupné z: <http://www.umton.cz/index.php?call=historie>; firma Štolo se stala v roce 1996 součástí firmy UMTON BARVY.

recepturách byla v knize *Technika malby*⁶ nalezena zmínka o vaječné tempeře popisované již Cenninem Cenninim. Uvádí, že se tempera skládala z celého vejce, tj. ze žloutku a bílku, z nevelkého množství fíkové mléčné šťávy a z vína rozředěného vodou v množství, jež se rovnalo obsahu vejce. Tento recept se dodržoval v Itálii. Na sever od Alp se používalo celé vejce smíchané buď se slabým vinným octem, pivem nebo chlebovým kvasem. Miloš Síkora se tedy inspiroval receptem, který si severští umělci upravili a vejce mísili s pivem. Síkorově výpovědi odpovídal i závěr chemicko-technologického průzkumu, že se v případě restaurovaných děl jedná o žloutkovou nebo vaječnou temperu (viz 5.1.1 Stratigrafie barevných vrstev a identifikace pojiv).

Při zkoumání obou děl v denním rozptýleném světle se objevily průsvitky použitého ručního papíru (obr. 70 str. 106). Pro její lepší čitelnost se dílo položilo na prosvětlovací desku a zřetelně se vykreslil nápis „*ARCHES FRANCE ∞*“ (obr. 68 str. 106). Jedná o nekyselý francouzský ruční papír ze 100 % bavlny plněný uhličitánem vápenatým.

Na povrchu děl ležely larvy rušníka muzejního (*Anthrenus museorum*) o velikosti 2-3 mm (obr. 23, 24 str. 84, obr. 59, 60 str. 101-2). Jedná se o tmavohnědého brouka se světlejšími proužky a skvrnami na krovkách, jehož šupinaté tělíčko měří 3-4,5 mm. Samička klade vajíčka na látky živočišného původu. Pro vývoj protáhlých štětinatých larev rušníka je rozhodující dostatečné množství vitamínu B⁷. Larvy se vyvíjí při teplotách nad 20 °C a jsou velmi nebezpečné pro všechny muzejní sbírky. Nejúčinnějším prostředkem proti rušníkům je mirbanový olej (tj. nitrobenzol), insekticidní prostředek Invet⁸ nebo vystavení nízké teplotě pod 10 °C. Vývoj rušníka trvá 48 dní. Larvy na Síkorových dílech však zahynuly dříve, než se mohly vyvinout, pravděpodobně pro nedostatek potravy.

⁶ Kiplik 1952, 361.

⁷ Atlas škůdců. [online]. [cit. 2013-04-07]. Dostupné z:

<http://www.desinsekta.cz/cs/component/content/article/2-kdce/70-rusnik-skladistni>

⁸ Javorek 1968, 147-8.

Na levém a spodním okraji díla *Dva psi na dálnici I* byla v minulosti poškozena barevná vrstva a došlo i ke ztrátám samotné papírové podložky, poněvadž je vykousala myš domácí (obr. 71, 72, 73 str. 107-8).

Zkoumání bílých a šedých skvrn lidským okem (obr. 7 str. 76, obr. 35 str. 89) a UV světlem (obr. 28, 29 str. 86, obr. 66, 67 str. 105) vedlo k domněnce, že by obrazy v minulosti mohla napadnout plíseň. Poté, co by byly obrazy uloženy na sušší místo, kde by již plíseň neměla vhodné podmínky pro rozmnožování, přestala by být aktivní. Plíseň tak zřejmě napadla barevnou vrstvu a vytvořila na ní skvrny. Zkoumání obrazů pod mikroskopem ale nepotvrdilo tuto domněnku. Skvrny, jejichž příčinou měla být plíseň, neměly pro ni typický vláknitý povlak. Nejednalo se ani o krystalickou strukturu, nýbrž o bílé shluky vatového charakteru neprorůstající barevnou vrstvou ale jen ležící na ní (obr. 80, 81, 84 str. 111-13). Toto zjištění vedlo k myšlence, že se jedná buď o zmydlnění olejů obsažených ve vejci nebo o nějaký druh zákalu. Jako nejjednodušší vysvětlení se nabízelo, že by šlo o zákal povrchového laku, avšak dílo žádný lak na sobě nemělo. Test na zmydlnění olejů byl negativní a vzorek odebraný přímo z bílé skvrny byl vyhodnocen analytickou metodou FTIR (Infračervená spektrometrie s Fourierovou transformací). Analýza prokázala, že skvrna má stejné složení jako sama barevná vrstva, což vyloučilo přítomnost jiné cizorodé látky.

2.3.5 Modelové vzorky

Pro zvolení nejvhodnější metody čištění bílých skvrn z barevné vrstvy děl *Dva psi na dálnici I a II* byly vyhotoveny modelové vzorky se stejnou barevnou vrstvou jako restaurovaná díla. Připravily se vzorky z ručního 100% bavlněného papíru stejné značky (Arches France) o gramáži 185 g/m². Na ně se naněsla barevná vrstva obsahující temperové barvy Umton ředěné pivem a celým vejcem. Jedna skupina takto připravených vzorků se nechala uměle zestárnout asi o 20 let (abychom se co nejvíce

přiblížili stavu děl, která vznikla v roce 1992) metodou suchého stárnutí⁹. Druhá skupina se ponechala bez stárnutí (viz Tabulka č. 1). Následovalo zaplísnění obou skupin vzorků a poté uložení do prostředí o vysoké relativní vlhkosti a teplotě 20 °C. Barevná vrstva se mírně navlhčila a tampónem se na ni nanasly spory plísní (plíseň byla odebrána ze stěn v interiéru). Poté se plíseň nechala kultivovat po dobu třech týdnů.

Tabulka č. 1

Vzorky ARCHES FRANCE, 185 g/m², 100 % bavlna	POUŽITÉ TEMPEROVÉ BARVY	SMÍCHANO S	SMÍCHANO S	DOBA STÁRNUTÍ
SKUPINA A	UMTON: kobalt tmavý 1054, umbra přírodní 1042, zem zelená česká 1095, chromoxid tupý 1078, kadmium žluté střední 1010, okr zlatý 1015	PIVO Pilsner Urquell	VEJCE (žloutek + bílek)	asi 20 let
SKUPINA B	UMTON: kobalt tmavý 1054, umbra přírodní 1042, zem zelená česká 1095, chromoxid tupý 1078, kadmium žluté střední 1010, okr zlatý 1015	PIVO Pilsner Urquell	VEJCE (žloutek + bílek)	nestárnuto

Barevná vrstva na vzorcích obou skupin nezplesnivěla ani po třech týdnech inkubace, což nasvědčovalo tomu, že temperové barvy Umton mohou obsahovat nějakou antifungicidní látku. Mezitím byly obrazy *Dva psi na dálnici I, II* zkoumány pod mikroskopem při 100 a 200násobném zvětšení. Pozorování neprokázalo, že by skvrny na obrazech vznikly působením plísní. Toto zjištění změnilo náhled na problematiku restaurování *Dvou psů na dálnici I, II*, jelikož skvrny mohly být výsledkem zmýdelnění oleje, reakcí bílku na vlhkost nebo nějakého druhotného nánosu neznámé látky.

O zaplísnění vzorků se již tedy nebylo nutné pokoušet, avšak některé byly mezitím napadeny plísní (nezávisle na tom, zda byly zestárlé nebo ne). Nenapadené vzorky byly osušeny a po vyschnutí se na nich objevily skvrny podobného charakteru

⁹ Vzorky byly zavěšeny na skleněných tyčinkách do sušárny s cirkulací LMIM LP-321/2 (Maďarsko) tak, aby se vzájemně nedotýkaly. Stárnutí v sušárně při 105°C odpovídá 100 rokům, vzorky zůstávají v ní 12 dní. Pro 20 let (tedy 1/5 ze 100 let) je tedy zapotřebí 57 hodin a 36 minut.

jako na dílech *Dva psi na dálnici I, II*. Šedobílé skvrny ze vzorků (obr. 98 str. 120) při pozorování pouhým okem i světlem UV (obr. 99 str. 120) nebyly příliš blízké lesklejším a méně plastickým skvrnám z děl *Dva psi na dálnici I, II*. Nicméně pod mikroskopem vytvářely téměř shodné bílé nekystalické shluky jako v případě skvrn obrazů (obr. 80-85 str. 111-14). To vedlo k úsudku, že by do děl, která mohla viset na stěně nebo být opřena o vlhkou zeď (jejich přesnou historii umístění bohužel nelze zjistit), mohly migrovat anorganické látky, jež by vytvořily skvrny stejné jako na vzorcích. Nemusel by tedy být nutný jejich přímý kontakt se zdí jako v případě vzorků, ale stačilo by jen opření o zeď.

Stejný charakter skvrn vzorků a děl měly potvrdit zkoušky jejich čištění. Na skvrny vzorků se postupně aplikovala voda, etanol, 1% kyselina citrónová¹⁰, 5% kyselina citrónová a rigidní gely z agaru, agarózy a želatiny¹¹. U *Dvou psů na dálnici I, II* byla použita voda, etanol, agarózový rigidní gel¹², 5% kyselina citrónová¹³ a elektrická tepelná špachtle (viz 3.8.2 Elektrická špachtle). Skvrny byly odstraňovány také mechanicky skalpelem (viz Tabulka č. 2).

Tabulka č. 2

Metoda odstranění skvrn	Vzorky	<i>Dva psi na dálnici I, II</i>
Mechanicky skalpelem	Skvrna zmizí, škrábe se i část barevné vrstvy, nedostatečné očištění, bílá barva skvrny zůstává v prohlubních povrchu	Skvrna téměř zmizí, ale její okraj zůstává patrný, lze stále vidět, jak byly vedeny tahy skalpelem, narušuje se barevná vrstva pod skvrnou, bílá zůstává v prohlubních povrchu (obr. 86, 87 str. 114-5)

¹⁰ Kyselina byla zvolena z důvodu možnosti reakce skvrny na změnu hodnot pH. Nejprve byl vyzkoušen slabší (1%) roztok kyseliny citrónové, následně silnější (5%).

¹¹ Gely z éterů celulózy nebyly aplikovány, jelikož se nejprve zkoumala reakce na vodu a etanol. V případě osvědčení těchto látek by se zkoušely i tyto gely. Reakce na vodu a etanol u děl byla však negativní.

¹² Aby se dílo příliš nezatěžovalo, zvolil se jen jeden zástupce rigidních gelů. Byl použit agarózový gel, jelikož do okolí uvolňoval nejvíce vody, a tak pro jeho účinek postačoval kratší čas, čímž se dosáhlo minimalizace případného poškození barevné vrstvy.

¹³ Pro eliminaci počtu zkoušek na díle se použila jen silnější, tj. 5% kyselina citrónová.

Metoda odstranění skvrn	Vzorky	<i>Dva psi na dálnici I, II</i>
Voda	Skvrna zcela zmizí, nejprve se zvlhčí a poté se snadno dočistí vatovým tampónem (obr. 100 str. 121)	Skvrna nezmizí, zůstane zákal, čištění jde velmi špatně, barevná vrstva se příliš dlouho zvlhčuje (obr. 88, 89 str. 115-6)
Etanol	Zůstane jen lehký zákal, nejprve se zvlhčí a poté se dočistí vatovým tampónem, musí se intenzivně třít, aby se nečistota odstranila (obr. 101 str. 121)	Skvrny ihned po aplikaci zcela zmizí, asi po 5 minutách se však znovu objeví lehký bílý zákal (obr. 90, 91 str. 116-7)
1% kyselina citrónová	Skvrna zcela zmizí, nejprve se zvlhčí a poté se snadno dočistí vatovým tampónem (obr. 102 str. 122)	Nebyla aplikována
5% kyselina citrónová	Skvrna zcela zmizí, nejprve se zvlhčí a poté se snadno dočistí vatovým tampónem (obr. 102 str. 122)	Skvrna zmizí, ale zůstane lehký zákal, v prohlubních bílá barva zůstává, dlouho se musí zvlhčovat, než začne skvrna mizet (obr. 92, 93 str. 117-8)
Rigidní gel z agaru	Skvrna zmizí, gel se položí na skvrnu a nechá se pod zátěží působit 15 minut, následně se skvrna dočistí vatovým tampónem, zůstává dost reziduí na barevné vrstvě, nutno aplikovat vícekrát (obr. 103 str. 122)	Nebyl aplikován
Rigidní gel z agarózy	Skvrna zcela zmizí, gel se položí na skvrnu a nechá se pod zátěží působit 5-10 minut, následně se skvrna lehce dočistí vatovým tampónem, gel vypouští hodně vlhkosti, vzniká zateklina kolem místa čištění (obr. 104 str. 123)	Skvrna nezmizí, gel se položí na skvrnu a nechá se pod zátěží působit 10-15 minut, agaróza nepojme žádnou nečistotu (obr. 94, 95 str. 118-9)

Metoda odstranění skvrn	Vzorky	<i>Dva psi na dálnici I, II</i>
Rigidní gel ze želatiny	Skvrna zmizí, gel se položí na skvrnu a nechá se pod zátěží působit 10-15 minut, následně se skvrna dočistí vatovým tampónem, musí se dost intenzivně třít, nutno aplikovat vícekrát (obr. 105 str. 123)	Nebyl aplikován
Elektrická tepelná špachtle	Skvrna zůstává, nereaguje	Skvrna zcela zmizí, je zachován lesk i struktura vrstvy, postup: při teplotě 70°C, po 45-60 sekundách začne mizet (obr. 96, 97 str. 119-20)

Z tabulky vyplývá, že skvrny na vzorcích reagovaly zcela jinak než skvrny na dílech. Tím se vyvrátila teorie o migraci anorganických látek z vlhké stěny. Skvrny vzorků se snadno rozpouštěly ve všem, co obsahovalo vodu, avšak skvrny na dílech nejlépe reagovaly na teplo. Elektrická tepelně regulovatelná špachtle byla nastavena na teplotu 70°C¹⁴, následně se na skvrnu položilo bavlněné plátno a krouživými pohyby se skvrna přežehlila. Žehlení zvolené části skvrny trvalo zpravidla 45-60 sekund, ale zprůhlednění se kontrolovalo po 10 sekundách. V závislosti na intenzitě skvrny se i zvyšoval počet sekund, dokud skvrna nezmizela. Bílé bavlněné plátno dobře rozvádělo teplo, zároveň však jeho značnou část pohltilo, čímž se přímo na dílo působilo přibližně 60°C. Plátno bylo také dostatečně měkké, aby se špachtle mohla přizpůsobit morfologii vrstvy, tím se teplo dostalo i do hlubších částí barevné vrstvy. Pro ověření vhodnosti bavlněného plátýnka se ke srovnání použil hollytex, mylar a filc (viz Tabulka č. 3).

¹⁴ Při nižších teplotách skvrny nereagovaly.

Tabulka č. 3

	Skvrny na dílech <i>Dva psi na dálnici I, II</i>
Plátno	<ul style="list-style-type: none"> • dostatečně měkké • teplota na 70°C • skvrna postupně mizí • dobře kontrolovatelné • neztrácí se lesk barevné vrstvy • barevná vrstva se nepoškrábe • kopíruje pórovitý povrch malby • barevná vrstva poté netmavne • na bílém plátně se neotiskne žádná barva, zůstává čisté jako před použitím
Hollytex	<ul style="list-style-type: none"> • příliš tenká vrstva • teplota na 60°C • po použití špachtle jako by se vrstva zapařila, ztmaví se, pak částečně zesvětlá • špatně kontrolovatelné, proces probíhá příliš rychle • špachtle naráží na vyvýšené části barevné vrstvy, tím se může poškrábat • neotiskne se žádná barva, zůstává čistý jako před použitím
Mylar	<ul style="list-style-type: none"> • příliš tenká vrstva • teplota na 50°C • po použití špachtle jako by se vrstva zapařila, ztmaví se, pak částečně zesvětlá • špatně kontrolovatelné, proces probíhá příliš rychle • špachtle naráží na vyvýšené části barevné vrstvy, tím se může poškrábat • neotiskne se žádná barva, zůstává čistý jako před použitím
Filc	<ul style="list-style-type: none"> • příliš silná vrstva, filc nekopíruje přesně povrch malby • nutno zvýšit teplotu na alespoň na 120°C • dlouhá aplikace, ani po 15 minutách žádný výrazný efekt • skvrna zůstává
Aplikace přímo na dílo bez mezivrstvy	<ul style="list-style-type: none"> • nevhodné • teplota na 30-40°C • barevná vrstva tmavne • povrch malby se třením vyhlazuje, tím se mění lesk malby

Zkoušky jednotlivých mezivrstev pro žehlení elektrickou špachtlí potvrdily, že nejvhodnějším materiálem je bavlněné plátno, které umožňuje celý proces snadno kontrolovat, a při jeho použití se nemění barevnost vrstvy. Odstranění bílých skvrn pomocí elektrické špachtle bylo okem patrné, ale stvrdilo ho i měření spektrofotometrem, kdy barevná změna byla více patrná v oblasti zelené barvy než v oblasti žluté barvy (viz 5.1.2 Stanovení změny barevnosti).

Na díle *Dva psi na dálnici II* po zkouškách čištění špachtlí ztmavly plastické skvrny, jelikož z nich zmizel bílý zákal (obr. 110, 111 str. 126). Nejprve se zdálo, že tyto skvrny jsou papírovými útržky, jež se na povrch díla kdysi přilepily. Avšak při zkoumání mikroskopem se zjistilo, že se jedná o špatně rozmíchanou vaječnou vrstvu, která na sebe navázala větší množství barvy a nečistot (vajíčko totiž tvořilo silnější vrstvu, jež schla pomaleji, čímž se na ni navázaly nečistoty), a proto je tak tmavá (obr. 49-55 str. 96-99).

Vzhledem k tomu, že bílé skvrny se na obou dílech daly odstranit tepelnou cestou, lze je identifikovat jako zákal. Zbytky vaječného žloutku a bílku se nacházely po celém povrchu děl, a tak můžeme soudit, že vejce při malbě nebylo dostatečně rozmícháno. Bílek se žloutkem se zřejmě dobře nespojil a do papíru se rychleji vsál žloutek s pivem, zatímco bílek vytvořil na povrchu tenkou vrstvičku. Tím vznikl jakýsi bílkový lak neoddělitelný od vrstvy pod ním. Bílkové laky zpravidla vytvrdnou asi po jednom a půl roce, poté se stávají nerozpustné ve vodě i organických rozpouštědlech¹⁵, což by vysvětlovalo, proč bílé skvrny neboli bílkový zákal po použití těchto látek nezmizel.

Jak zákal vznikl nelze zcela přesně určit, nicméně stálost vaječné tempery ovlivňuje prostředí, v němž schla, použitá pojidla a pigmenty, kontakt s rozpouštědly, zásadami nebo kyselinami, změna hodnot pH a především vlhkost. Jemná bílková vrstvička se tedy mohla zakalit, jakmile se obrazy dostaly z vlhkého prostředí pryč, obraz byl zarámován pod sklo, byl v teple a na světle. Bílková vrstva ve vlhkosti

¹⁵ Woudhuysen-Keller, Woudhuysen 1994, 90.

nabobtnala a pak pomalu zasýchala v jakémsi skleníku. O nevyhovujících podmínkách uložení děl svědčí i vykousané části u *Dvou psů na dálnici I.* Pod mikroskopem lze pozorovat pravidelné hlodavčí zářezy do papírové podložky. Díla byla tedy v minulosti v naprosto nevhodných podmínkách – dostaly se do styku s hlodavci, rušníkem muzejním a zřejmě i plísní. Poté se jich někdo zhostil, uložil je do pasparty, zarámoval, a tak mohl začít proces zakalování bílkové vrstvy (pokud již nezačal dříve).

Přestože se na dílech nacházejí různé skvrny, celkově jsou v dobrém stavu a i původní pasparty s rámem jsou stále vyhovující. Proto bylo navrženo vrátit díla do původní adjustace. Měly by se odstranit nevyhovující klihové pásky z pasparty a knihařská lepenka tvořící záda obrazu. Pasparty by se podlepily alkalickým kartonem, aby neokyselovaly díla, a za tímž účelem by se původní lepenka nahradila alkalickou lepenkou, na níž bude vrácen štítek popisující díla.

2.4 Restaurátorský záměr

Na základě výsledků restaurátorského průzkumu, s ohledem na stav děl, požadavky investora a v souladu s ideovým záměrem restaurování a budoucího využití děl navrhuji následující postup restaurátorských prací:

1. Fotografická dokumentace před, po a v průběhu restaurování.
2. Provedení stěru pro mikrobiologický průzkum, průzkum fyzického stavu díla a odborné analýzy.
3. Odstranění klišových lepicích pásek z pasparty a vyjmutí děl.
4. Mechanické čištění suchou cestou.
5. Zkoušky rozpustnosti barevných povrchových vrstev.
6. Měření hodnot pH.
7. Odstranění bílých a šedých skvrn z barevné vrstvy obrazů.
8. Kontrola změny barevné vrstvy spektrofotometrem.
9. Vyrovnání děl v lise.
10. Doplnění vykousaných částí papírovým tmelem, následná retuš.
11. Lokální zpevnění popraskané vaječné vrstvy.
12. Vyrovnání děl v lise.
13. Vytmelení perforací v rámech a retušování ráků.
14. Adjustace děl.

2.5 Postup restaurátorských prací

Nejprve se pořídila kompletní fotodokumentace děl. Byly vyfoceny v rámu, poté v paspartě. Další fotografie se pořídily v UV světle a na prosvětlovací desce. Odebraly se vzorky pro mikrobiologický a chemicko-technologický průzkum. Změřilo se pH papíru (viz 5.3 Hodnoty pH před, v průběhu a po restaurátorském zásahu, Tabulka č. 6) a udělaly se zkoušky rozpustnosti barevné vrstvy (viz 5.2 Rozpustnost barevné vrstvy, Tabulka č. 4, 5). Díla připevněná na pasparty klišovými páskami se od nich oddělila po nanesení gelu (3% Tylose MH 6000 ve vodě) aplikovaného přes hollytex na pásky.

Vzhledem k tomu, že na dílech (obr. 33, 34 str. 88-9) od doby jejich vzniku ulpělo mnoho nečistot (viz 3.3 Nečistoty), bylo nutno vybrat nejvhodnější metodu pro jejich eliminaci. Nejprve byla zvolena metoda mechanického čištění suchou cestou oprašování (viz 3.4 Mechanické tzv. suché čištění) vlasovými štětci. Z děl a paspart se odstranil prach, larvy rušníka muzejního a další nečistoty (obr. 130-135 str. 136-8, obr. 146-9 str. 144-5). Poté proběhly zkoušky nejlepšího způsobu pro odstranění zákalu z barevné vrstvy. Jako nejvhodnější se ukázalo použití tepelně regulovatelné elektrické špachtle a bavlněného plátýnka (viz 3.8.2 Elektrická špachtle). Díla se celá pokryla bílým bavlněným plátnem a postupně se při stálé kontrole žehlila. Vždy bylo vybráno místo o velikosti asi 3x3 cm, jež se žehlilo 30-60 s (± 10 s) dle intenzity skvrn (obr. 77, 78, 79 str. 110-11). Barevná změna způsobená zmizením bílého zákalu byla patrná pouhým okem především na zelených částech obrazu (obr. 77 str. 110). Změny ve světlých žlutých oblastech byly méně zřetelné, ale měření spektrofotometrem je potvrdilo (viz 5.1.2 Stanovení změny barevnosti). Poté se díla umístila do zvlhčující komory na dobu 30 min při 80% vzdušné vlhkosti. Následně se vložila do lisu ve formě tzv. hard-soft sendviče (lepenka, silný filtrační papír, hollytex, dílo, hollytex, filtrační papír, lepenka). Po zalisování (obr. 106-111 str. 124-6) se u *Dvou psů na dálnici I* i *II* vyplnily úbytky papíru (způsobené hlodavci) bílým papírovým tmelem (3% Tylose MH 6000 ve vodě a papírovina v poměru bavlna-len 60:40, obr. 112-116 str. 127-9). Dále se zmírnilo zvlnění původně patrné na zadní straně děl a v případě díla *Dva psi na dálnici II* se ještě zpevnilo horizontální zvlnění japonským papírem *Kouzo* (3,5 g/m²). Japonský

papír větší gramáže (*Mino Tengujo*, 9 g/m²) se použil pro zpevnění horních a dolních okrajů děl, které měly tendenci ohýbat se až trhat. Tímtéž papírem se podložily doplňky z papírového tmelu. Roztokem 1% želatiny ve vodě byla zpevněna místa, odkud odpadávala vyschlá a popraskaná vrstva vajíčka, tím se zabránilo jejím dalším ztrátám. Ze zadní strany děl se v místech pozůstatků novin převrátila zpět písmenka, která byla zpřehýbána, a vše se ještě zajistilo japonským papírem *Kouzo* (obr. 76 str. 109). Rozhodlo se o neodstraňování novinových zbytků, jelikož se nejednalo o vrstvu, která by mohla svou tloušťkou porušovat dílo. Buď šlo o otisk textu novin, na nichž se díla tvořila, nebo o jejich fragmentární pozůstatky. Dalším důvodem jejich neodstranění bylo zachování informace o tom, jak dílo vznikalo.

Taktéž se neodstraňovaly šedavé plastické skvrny z obrazu *Dva psi na dálnici II*. Průzkum totiž prokázal, že se jedná o poměrně vysokou vrstvu vajíčka, která již při tvorbě na sebe navázala více barvy. Potlačením skvrn nebo dokonce jejich odstraněním by restaurátor zasáhl do původnosti díla, i když by povrch díla již nebyl ničím rušen. Zadavatel však s jejich zachováním souhlasil, a tak se toto estetické hledisko nemuselo řešit.

Papírové tmely se před retuší zaizolovaly 1% roztokem Klucelu G v etanolu. Pro lokální retuš se použily kvalitní akvarelové barvy značky *Schminke*. Po obvodu takto zrestaurovaných děl se nalepily (pomocí 3% Tylose MH 6000) proužky z japonského papíru *Kawashahi* (35 g/m²) o šířce 5 cm (obr. 117-120 str. 129-31). Za proužky se následně díla nalepila na alkalickou lepenku nahrazující méně vhodnou původní knihařskou lepenku (během stárnutí okyselovala díla), poté bylo vše zalisováno a proběhla dodatečná retuš (obr. 121-9 str. 131-35). Následovalo přiložení paspart (čištěny suchou cestou, vlasovými štětci a latexovou gumou Wallmaster, dále drobně retušovány akvarelovými barvami *Schminke*), jejichž rub se podlepil alkalickým kartónem (3% Tylose MH 6000 s pšeničným škrobem), aby je po přiložení neokyseloval. Očistilo se původní sklo a díla na lepenkách s volně přiloženými paspartami se zkompletovala s rámy (předem vyčištěny gumami Wallmaster a Koh-i-Noor, vypadlá místa po bílém laku vytmelena bílým akrylátovým tmelem, jež se

izolovala 5% běleným šelakem ve white spiritu a následně retušovala pigmentem zn. Kremer – 46300 – zinková bezolovnatá běloba s 5% Paraloidem v toluenu, obr. 136-145 str. 139-43, obr. 150-155 str. 146-8) za použití mosazných hřebíčků, které nahradily rezavějící železné hřebíčky. Na lepenky se přilepily původní štítky, které byly předem očištěny gumami Wallmaster a Koh-i-Noor (obr. 157 str. 149, obr. 159 str. 150). Celý průběh restaurování i stav po restaurování (obr. 156-159 str. 149-50) byl fotograficky zdokumentován.

2.6 Podmínky pro uložení restaurovaných děl

Pro zachování kvality zrestaurovaných objektů je nutné zajistit odpovídající podmínky pro jejich uložení, aby se zabránilo jejich předčasnému znehodnocení. Doporučuji díla skladovat při relativní vlhkosti min. 30 % a max. 50 % s akceptovatelnými změnami ± 5 %, teplotě min. 2°C a max. 18 °C ± 2 °C a osvětlení 50 luxů. Díla by se měla umístit mimo přímé denní světlo, zdroj sálavého tepla a je nutno zabránit kolísání relativní vzdušné vlhkosti a teploty. Pokud by se díla opět dostala do vlhkého prostředí, hrozilo by obnovení zákalu.

3. Teoretická část

3.1 Plíseň

Plísněmi rozumíme mikroskopické organismy vytvářející jemné vláknité povlaky na různých substrátech. Plísně náleží botanicky mezi houby (Mycota). Tvoří charakteristické struktury (mycelia) skládající se ze shluku jednotlivých vláken (hyf). Na myceliu vznikají rozmnožovací orgány (pohlavní nebo nepohlavní) produkující výtrusy (spory). Jejich značná přizpůsobovací schopnost, ať jde o živiny, fyzikální a klimatické podmínky nebo jejich snadné rozšiřování, jim dovoluje osidlovat stále nové substráty, a tak pronikat do všech oblastí lidského prostředí¹⁶. Mycelium pronikající půdou se nazývá mycelium bazální (vegetativní), část nad půdou je mycelium vzdušné nebo reprodukční (tvoří-li spory). Plísně jsou tolerantní vůči extrémním hodnotám pH substrátu, a proto se nachází ve velmi kyselém i zásaditém prostředí¹⁷.

Při klíčení plísně si vlákno bere živiny přímo ze spory, z níž vyrůstá. Následně k růstu a produkci enzymů vyžaduje získávání živin ze substrátu, ve kterém vyklíčila. Organické materiály jako papír, dřevo a textil jsou hygroskopické a přebírají vlhkost z okolí. Voda se drží u těchto materiálů v podobě „vázané vody“, plíseň ale odebírá volné radikály vody. Svou metabolickou činností uvolní do materiálu další molekuly vody, a tím připraví podmínky pro růst další plísně. Aby mohla plíseň růst, potřebuje vhodné prostředí, ideální je vysoká relativní vzdušná vlhkost (75 % nebo více). Nejvhodnější teplota je v rozmezí 18-22 °C, avšak houby a plísně mohou přežít i teploty hodně pod nulou. Plísňové konidie (spora vzniklá nepohlavním způsobem) a žijící hyfy jsou zabity jen teplotou kolem 40 °C. Zatímco hodnoty pH významně ovlivňují intenzitu a barvu plísně, role světla na růst plísní není dobře definována¹⁸.

¹⁶ Fassatiová 1979, 9.

¹⁷ Plísně 2012, 11.

¹⁸ Bacílková 2008, 200-201.

Konzervátoři se setkávají především s plísní ze třídy *Ascomycetes* a *Deuteromyceta* druhu *Eurotiaceae*. Tyto jsou také někdy nazývány “vyšší houby“, jelikož mají komplexní strukturu. Zahrnují jak rod *Aspergillus*, tak i *Penicillium* (tyto dva jsou nejběžnější a nejrozšířenější). Barva, jež může být velmi různorodá, ukazuje povahu kolonií a je základním určovacím stupněm při identifikaci organismu. Závisí také na rozšíření skvrn, stádiu jejich růstu, půdě, ve které žijí, přítomnosti dalších organismů, době působení, pH a dalších přírodních podmínkách. Plíseň z rodu *Aspergillus* má barvu žlutou až černou (*Aspergillus niger* šedou až černou) a z rodu *Penicillium* zelenou, může být ale také modrá nebo žlutá. Střed plísně se zdá být většinou tmavší, protože se jedná o nejstarší část plísně produkující spory. Barva plísně může být ovlivněna také substrátem a pigmentem v živné půdě.

Napadení plísní způsobuje rozklad materiálů a vznik skvrn. Plísně si berou energii z mrtvých nebo již zkažených materiálů. Plíseň vyměšuje enzymy rozkládající proteiny na aminokyseliny, polysacharidy na cukry a tuky na mastné kyseliny a glycerol. Povrch organických látek je narušen enzymy produkující hyfy. Čím kratší dobu plíseň na objekt působí, tím je objekt méně napaden a poničen. Záleží také na kvalitě papíru, jež je dána výchozími surovinami a způsobem výroby. Plísně se živí tím, co je snadno stravitelné, proto např. metabolizuje jen škrob nebo proteiny mezi vlákny papíru.

Nejviditelnějším projevem napadení plísní jsou barevné skvrny, jež mohou být způsobeny jednak přítomností zbarveného mycelia nebo spor, jednak vylučovanými metabolity, které se poté odstraňují velmi obtížně¹⁹. Vznik skvrn se dosud přesně nevysvětlil, způsobují je však metabolické procesy. Kyseliny produkují během hydrolýzy celulózy různé chemické sloučeniny zbarvující substrát²⁰. Mechanismus vzniku skvrn je způsoben mikrobiální činností související s enzymatickým procesem za přítomnosti sloučenin kovů²¹. Plísňové pigmenty mají nejruznější chemické složení,

¹⁹ Plísně 2012, 10.

²⁰ Bertalan, Lee, Olcott 1994, 5,6.

²¹ Procházková, Sova 2007 [cit. 2013-04-07]. Dostupné z:

http://wwwold.nkp.cz/restauratori/2007/Prochazkova_Sova_2007%20.pdf

nejčastěji se jedná o karotenoidy a antrachinony. Typické hnědé až černé zbarvení je charakteristické pro melanin. Ve většině případů se pigmenty tvoří v buňkách hyf v podobě granulí, jež pronikají skrz membránu do okolí²².

3.1.1 Plíseň a barevná vrstva

Odolnost barevné vrstvy vůči plísním závisí na jejím chemickém složení a fyzikálních vlastnostech. Organická pojiva rozpustná ve vodě (klovatina, živočišný klíh, želatina, albumin, kasein atd.) jsou málo odolná stejně jako vysychavé oleje (lněný olej, sójový olej, rybí olej atd.). Pigmenty všeobecně zlepšují odolnost barevné vrstvy proti plísním, neboť kladou mechanický odpor vůči prorůstání hyf materiálem, některé působí dokonce na plísně toxicky. Pigment barevnou vrstvu chrání však jen částečně, jelikož hlavní roli hraje vždy pojivo²³. Plíseň může barevnou vrstvu napadnout jen na jejím povrchu (nezasahuje tak do její struktury) nebo se dostane až do její struktury, a pak její odstranitelnost je mnohem složitější. Vznikají estetické vady – změny odstínů pigmentů, vznik ohraničených skvrn způsobených přímým vylučováním barevných produktů plísněmi nebo zbarveným myceliem a změna struktury barevné vrstvy. Hlavní příčinou těchto jevů je napadení pojiva, které začne měnit své vlastnosti.

Jednotlivé barevné pigmenty mají různé schopnosti pohlcovat vlhkost. Kadmium žluté, kadmium červené, rumělka, zinková běloba, chromoxid a manganová modř pohlcují vlhkost málo, na rozdíl od Coelinové modře, minerální violeti a černí kostní, které ji absorbují ve větším množství. Nelze však říct, že by tyto pigmenty byly snadněji napadnutelné plísní. Bylo zjištěno, že v případě temperové malby plísně dobře rostou na syntetických pigmentech a málo na kadmium červeném tmavém, Coelinové modři a chromové zeleni²⁴. Vždy však záleží na kvalitě pigmentu a druhu pojiva.

²² Plísně 2012, 11.

²³ Plísně 2012, 18.

²⁴ Aoshima, Mitsuyama, Utada 1979 (Part 2), 4, Aoshima, Shingai, Mitsuyama, Utada 1980 (Part 3), 421.

Pokud se setkáme s plísní na dílech, je nutno si uvědomit, jakou má povahu a že je schopná přežít i v nepříznivých podmínkách. Výměna vzduchu a čištění od prachu může sice zredukovat její růst, ale zcela ho neeliminuje, jelikož spory plísně jsou přítomny i v našem životním prostředí. V muzeích, archivech a knihovnách lze plísně zachytávat pomocí filtrů pohlcujících oxid uhličitý. Proti plísním je nejúčinnější pravidelná preventivní kontrola prostředí, ve kterém se objekty uskladňují.

Při čištění děl na organických podložkách se můžeme setkat se třemi stádii biologického napadení. Muže jít o čištění ještě rostoucího mikrobiálního napadení, čištění mikrobiálního napadení z poničeného povrchu při konzervaci objektu a odstranění nebo redukce skvrn po mikrobiálním napadení.

Pokud je plíseň na objektu aktivní, musí se objekt před restaurátorským zásahem dezinfikovat. Mezi šetrné metody dezinfekce patří dezinfekce pomocí par alkoholů. Nejvhodnější je vodný roztok butanolu v koncentraci 80 až 96 %. Musí být však dodržena podmínka dokonalého hermetického uzavření komory v průběhu ošetření a účinek je omezen také přítomností silné vrstvy nečistot²⁵. Před dezinfekcí se provede kontrola, zdali barevná vrstva není citlivá na alkoholy. Při dezinfekci se objekt musí pravidelně kontrolovat, aby nedošlo k barevným změnám.

Jako prevence proti napadení barevné vrstvy temperové barvy plísní byly zjištěny dobré výsledky při použití thiabendazolu (TBZ). Jeho 5% emulze²⁶ se nanasla na barevnou vrstvu a na vzorcích se testovala ve vysoké relativní vlhkosti vzduchu dosahující až 100 %²⁷. Thiabendazol je synteticky připravená heterocyklická sloučenina s třemi atomy dusíku a jedním atomem síry v molekule [2-(1,3-thiazol-4-yl)-1H-benzimidazol]. Látka má fungicidní a baktericidní účinky s nízkou toxicitou pro člověka, proto se používá v zemědělství k ochraně sklizeného ovoce a zeleniny²⁸.

²⁵ Bacílková 2005 [cit. 2013-04-07]. Dostupné z: <http://www.nacr.cz/Z-Files/butanol.pdf>.

²⁶ Aoshima, Shingai, Mitsuyama, Utada 1986 (Part 4), 443.

²⁷ Aoshima, Shingai, Mitsuyama, Utada 1979 (Part 1), 14.

²⁸ Patočka 2008 [cit. 2013-04-07]. Dostupné z: <http://www.toxicology.cz/modules.php?name=News&file=article&sid=170>

3.2 Vaječný bílek

Slepičí vejce tvoří z 54 % vaječný bílek obsahující 85 až 88 % vody, 12 až 14 % směsi různých bílkovin (mezi nimiž převládá vaječný ovalbumin), malé procento minerálních solí a mastných látek. Je-li rozetřen do tenké vrstvy, usychá na průhledný, lesklý, ale křehký povlak; v silnější vrstvě schnutím rozpraskává a krakeluje. Čerstvý bílek, který je poněkud zhoustlý a rosolovitý, se stává tekutým, pokud se z něj ušlehá sníh a následně se nechá ustát. Zahřátím na 65 °C se sráží. S vápnem a rovněž s taninem vytváří nerozpustné soli a po uschnutí se ve vodě už nerozpouští. Na rozdíl od ostatních vodových pojidel se stářím poněkud zbarvuje oranžově až hnědě²⁹. Zvýšením teploty nebo změnou hodnoty pH roztoku bílku se změní rozložení nábojů na molekule bílkovin a dojde k jeho denaturaci, při níž se zeslabí nebo až zruší vodíkové vazby mezi aminokyselinovými zbytky. Denaturace může být vratná (v případě změny pH) či nevratná (teplem) a vede ke ztrátě rozpustnosti.

Bílek se v minulosti používal jako dočasný lak, před nanesením definitivního laku. Přidáním cukru do bílku se vrstva stane ve vodě rozpustnou. Naopak pokud se bílková vrstva aplikuje bez cukru, je nerozpustná ve vodě, alkoholu i v olejích, což komplikuje její odstranění. Ještě obtížnějším úkolem je odstranění bílkového laku, na kterém byl nanesen voskový nebo pryskyřičný lak³⁰.

3.2.1 Historie použití bílkových laků

Někdy na malbách nacházíme šedý, sklovitý povlak, který je nerozpustný v organických rozpouštědlech i vodě. Tento povlak je velmi běžný pro renesanční malby, ale objevuje se i v dílech ze 7. století nebo na malbách malíře 19. století Vincenta van Gogha (z jeho maleb byl tento povlak odstraněn pomocí gelu obsahujícího specifický enzym).

²⁹ Slánský 1973, 69.

³⁰ Piva 1988, 175-176.

Vaječné laky se většinou používaly jako provizorní laky, aplikovaly se na čerstvě namalovanou vrstvu, pro nanesení finálního laku se čekalo, až barva dostatečně vyschne. Účelem tohoto provizorního laku bylo dodat dílu lesk tak, aby se dalo prezentovat objednavateli nebo rovnou prodat. Po zaschnutí barevné vrstvy se bílkový lak měl smýt vodou a nanést nový finální lak. Od roku 1800 autoři příruček pro výtvarníky zásadně tento postup nedoporučovali, jelikož se bílkový lak odstraňoval jen s velkými obtížemi a nešel odstranit ani v té době hojně používanou mýdlovou vodou. Dále upozorňovali na to, že bílek je extrémně citlivý na vlhkost, proto pokud není včas odstraněn, vlhkost způsobí degradaci laku a celý obraz získává namodralý tón.

V současnosti je bílek popisován jako makromolekulární látka, která se přeláme šleháním. Během schnutí ztratí asi 85 % vody, jež se vypaří, což zapříčiní ztrátu objemu a pevnosti lakové vrstvy. Protože po vyschnutí zůstane ve vrstvě velmi málo pevné látky, vyschlý lak je pórovitý a lámavý. Silná vrstva laku má skelný vzhled a taktéž se účinkem světla stává nerozpustnou³¹.

3.2.2 Degradace bílkových laků

Proteinové látky jako vaječný žloutek, bílek, kasein, kostní klíž a jejich směsi s oleji, pryskyřicemi a gumami se používají jako pojidla pigmentů. Při správném použití jsou v různých podmínkách stabilní, na rozdíl od olejů a pryskyřic, které žloutnou a křehnou. Tento fakt má za následek to, že o stárnutí olejů a pryskyřic existuje velmi mnoho literatury, avšak o stárnutí proteinových látek se literatura často nezmiňuje. Proto se také toho příliš neví o stárnutí temperry a nelze pevně stanovit, jak reaguje během let na světlo, kyslík, vlhkost, teplotu, vzdušné polutanty a taktéž na látky používající se při jejich restaurování.

³¹ Woudhuysen-Keller, Woudhuysen 1994, 90-93.

Aminokyseliny jsou v bílkovinách spojeny peptidovou vazbou, čímž vznikají dlouhé řetězce. Rozdíly ve fyzikálních a chemických vlastnostech proteinů jsou dány nejen sekvencí aminokyselin, ale také jejich uspořádáním v prostoru.

Čerstvě připravená barva obsahuje vysoké množství vody, která se po aplikování velmi rychle vypaří. Během tohoto vysychání protein postupně ztrácí vodu, až dosáhne rovnováhy mezi svou vlhkostí a vlhkostí prostředí. V relativní vlhkosti vzduchu 30-90 % 1 g obsahuje proteinu obvykle 0,3-0,5 g vody. V nižší vlhkosti 10-30 % zůstane monomolekulární vrstva vody na povrchu proteinové molekuly. Prázdná místa mezi molekulami zapříčiněná poklesem obsahu vody nutí molekuly zaplnit místo a změnit strukturu. Části peptidických řetězců ztrácí své původní uspořádání, stávají se neuspořádanými a molekula bílkoviny se rozbaluje.

Dehydratací se bílkoviny denaturují, intermolekulární nekovalentní vazby jsou částečně přerušeny a přeuspořádány. Zvyšuje se chemická aktivita proteinu a funkční skupiny mohou ochotně reagovat a dalšími proteiny. Po ustálení výsledné struktury materiál již nemá stejné fyzické vlastnosti, jaké měl předtím, např. již není rozpustný ve vodě. Stupeň denaturace suchého proteinu nelze předem určit, jelikož závisí na rychlosti vypařování vody, na vzdušné vlhkosti, teplotě a druhu dehydratovaného proteinu. Proto vlastnosti želatiny nelze srovnat se zaschnutým žloutkem nebo bílkem. (Existují určité metody, při kterých denaturace může předcházet dehydrataci, např. při šlehání vaječného bílku).

K dalším změnám dochází při oxidaci způsobené UV a viditelným světlem. Mechanismus oxidace zahrnuje vytvoření volných radikálů. Nenasycené látky jako např. nenasycené oleje podléhají autokatalytické reakci – autooxidaci. Zvyšuje se citlivost a protein se snadno začne rozpadat na hydroperoxydy a volné radikály. Mezi zbytky peptidických řetězců snadno podléhajících fotooxidaci patří: histidin, tryptofan, tyrosin, methionin, cystin, cystein.

Povaha finálních produktů oxidace dalších aminokyselin není zatím příliš známá. Mezi proteiny používanými v malířství jediná želatina zůstává vůči fotooxidaci poměrně stabilní.

Některé organické barvicí látky, které se vyskytují v proteinech a používají se jako pigmenty, lze považovat za látky zvyšující citlivost na fotooxidaci. Molekula proteinu musí mít určitou kompatibilitu s molekulou barviva, aby se mohla oxidovat. Tento efekt nezávisí jen na přítomnosti řetězce bílkoviny, ale také na tom, zda může být molekula barviva navázána do blízkosti aktivního místa proteinu. Bez vody by totiž k oxidaci nedošlo. Většinou oxidaci napomáhá přítomnost olejů, snadněji se pak vytváří volné radikály.

Efekty UV a viditelného světla jsou důležitější pro díla vystavené přímému světlu. V teple, která má na sobě ještě tmavý lak, nehrozí takové změny. Efekty ionizujícího záření jsou u tempery menším problémem než UV a viditelné světlo, proto by se jeho použití mělo vždy zvážit.

Poškození proteinů zářením v přítomnosti vody je způsobeno hlavně rozštěpením vody na radikály $H\cdot$ a $\cdot OH$. Tento proces následuje oxidace a štěpení peptidických vazeb a propojování funkčních skupin v postranních řetězcích aminokyselin.

Ke změnám vedou také reakce mezi proteiny a lipidy. Lipidy oxidují za vzniku volných peroxy- a lipidových radikálů. Tyto volné radikály v dehydratovaném prostředí následně degradují proteiny. Polymerací se vytvářejí komplexy nerozpustné v polárních a nepolárních rozpouštědlech. Dochází-li k aminové kondenzaci, je jejím výsledkem hnědnutí temperových emulzí. Průběh reakce ale vždy záleží především na povaze proteinů, liší se struktura vaječného žloutku a žloutkové emulze s olejem. Reakce mezi lipidy a proteiny žloutku není srovnatelná s reakcí v emulzi, kdy jsou olejové kapky v kontaktu s proteinem pouze na rozhraní fází. Obsah vody v suchém olejovo-proteinovém systému je hlavním faktorem ovlivňujícím oxidaci tuků.

Ke kondenzaci polysacharidů proteinu dochází u glykoproteinů vaječného bílku, kaseinu ze sýra a jiných proteinových směsí s ovocnými gumami a smáčedly jako med, cukr či přírodní šťávy. Kondenzace aminokyselin nebo proteinů s polysacharidovými karbonylovými skupinami je známa pod pojmem „Maillardova reakce“.

Další degradační efekty mají zásady, kyseliny, rozpouštědla a látky používající se proti biologickému napadení. Při restaurování se silné zásady již nepoužívají, jelikož dochází ke změnám v postranních řetězcích proteinů, které vede až ke štěpení peptidových vazeb či propojení zbytků. Kyseliny se občas využívají pro čištění a odstranění zákalů v temperě. Proteiny jsou totiž velmi citlivé na změnu pH. Při použití kyseliny o vysoké koncentraci může dojít k denaturaci bílkovin a podobný efekt mají i vzdušné nečistoty jako SO₂. Rozpouštědla taktéž denaturují bílkoviny. Nejhorší jsou nízkomolekulární alkoholy, které odejmou vodu ze struktury bílkovin. Zestárlé vrstvy jsou všeobecně citlivé na manipulaci i čištění.

V dnešní době nejsme schopni říct, která z daných reakcí způsobuje změnu vlastností proteinové látky (ztráta průzračnosti, pevnosti). Některé vlivy je degradují, jiné s věkem získávají nové vlastnosti (např. tempera se stane nerozpustnou). Obsah vlhkosti ve vysušených proteinech udává, k jakým změnám dojde. Rozdíl mezi čerstvou a zestárlou malbou lze přičítat aminokyselinám, jež jsou příčinou stárnutí.³²

³² Karpowicz 1981, 153-160.

3.3 Nečistoty

Důvodem, proč objekt čistíme, je snaha o navrácení jeho původního vzhledu a odstranění nečistot, které mohou způsobovat jeho degradaci. Platí pravidlo, že mnohdy méně je více a že se nesnažíme objekt zcela vyčistit.

3.3.1 Co je to nečistota a proč ji čistíme

Nečistotu lze definovat jako látku nacházející se na povrchu objektu a působící na něj degradačně. Restaurátor ji odstraňuje z objektu tak, aniž by se zbavil původních vrstev nanesených autorem. Důvodem čištění papíru je především snaha o zastavení degradačních procesů, které způsobují přítomné nečistoty. Tento proces není snadný, jelikož materiál, jenž se má odstranit, může mít stejnou nebo podobnou povahu jako vrstvy, které mají zůstat netknuty. Restaurátorovým cílem je tedy pracovat tak, aby chemická stabilita vrstvy díla nebyla narušena. Právě čištění patří k procesům, při kterých se chemická stabilita zvyšuje. Nečistotu, jež se snažíme odstranit, lze rozdělit do dvou skupin: 1) cizí látky – nepůvodní součásti objektu – skvrny, mastnota, starší doplňky, prachový depozit; 2) materiály, které byly původně součástí objektu – prvky způsobující korozi, zažloutlý lak či fixáž. Za nečistoty lze považovat i produkty vznikající v průběhu stárnutí papíru. Jedná se převážně o oxidační produkty celulózy, ligninu a klíždidel³³.

Nečistota se postupem času promíchá s původními vrstvami díla. Její nejčastější podstatou je prach, jenž se skládá ze solí, sazí, z textilních vláken, mastnoty z nedokonale spálených uhlovodíkových paliv, z pár vznikajících při vaření a ze zbytků kůže lidí i zvířat; obsaženy mohou být i sloučeniny kovů (kadmia, olova, železa)³⁴. Tato chemická směs obsahuje spory plísní, hub a mikroorganismů, které usnadňují napadení daného díla nečistotou. Většina nečistot je hygroskopická, čímž podporuje růst plísní a zvyšuje agresivitu solí. Při jejím odstraňování je však nutno mít na paměti, že původní

³³ Ďurovič 2002, 203.

³⁴ Ďurovič 2002, 203.

vrstva díla mohla změnit svůj charakter a nečistota se s ní mohla provázat. Většinou pak dochází k odstranění části původní vrstvy. V praxi lze nečistotu zřídka oddělit od původních vrstev objektu bez toho, aniž by nebyly tyto vrstvy zasaženy. Problém tkví především v pórovitosti papíru a jemnosti prachu (velikost prachových částic může dosahovat až 1 mikrometr)³⁵.

3.3.2 Co drží nečistotu na daném místě

Nečistota může lehce ulpívat na povrchu, ale také velmi pevně držet v případě porézního povrchu objektu. Čím je povrch poréznější, tím je pro nečistotu jednodušší zaplést se mezi jeho vlákna. Také pokud vznikne trhлина, vytvoří se prostor, do kterého lehce špína zapadne. Nečistota se drží na povrchu i elektrostatickými silami. Při mechanickém tření získává povrch negativní nebo pozitivní náboj v závislosti na tom, čím je třen. V obou případech však přitahuje nečistoty. Při čištění se pohyblivé elektrony přemísťují z čistícího materiálu na povrch čištěného objektu. Před zásahem je tedy užitečné vědět, jak je nečistota přitahována, proč na ní zůstává elektrický náboj a jak zabránit vzniku statické elektřiny.

Pokud jednou elektricky nabijeme povrch, nelze ho již ochránit před prachem. Jakýkoliv pokus zbavit se nabití povrchu ho naopak posiluje. Nečistota se vrátí zpět z čistícího předmětu na nabitý povrch. Řešením je zbavit se náboje nebo ideálně ho vůbec nevytvořit.

Dalším příkladem navázání nečistoty na objekt je chemická vazba. Existují tři hlavní typy chemických vazeb: iontová (elektrostatická interakce mezi ionty), kovalentní (sdílení elektronů mezi dvěma atomy) a kovová (sdílení elektronů mezi mnoha atomy). Mimo tyto vazby držící jednotlivé atomy v molekulách existují také vazby držící molekuly při sobě. Jedná se o slabé nevazebné interakce zahrnující dipólové vazby, vodíkové můstky a Van der Waalsovy síly. Všeobecně lze říci, že se

³⁵ Moncrieff, Weaver 2005, 13-15.

nečistota drží na objektech právě díky jedné z těchto interakcí. Problematika čištění tedy závisí na síle adheze nečistoty k objektu a síle koheze jejich molekul vůči sobě. Nečistota slabě ulpělá na stabilní povrch objektu se odstraňuje snadněji a nepoškodí se přitom objekt, než nečistota silně vázaná na nestabilní povrch.

Jelikož může být vztah mezi adhezí a kohezí různý, také metody čištění se liší. Volíme tedy metodu, jež odstraní nečistotu, aniž by zasáhla objekt samotný. Někdy lze použít mechanické metody, kdy se podaří mechanicky porušit vazby mezi špínou a objektem, jindy musíme použít chemické postupy.

3.4 Metody čištění – mechanické tzv. suché čištění

Povrchové čištění neboli suché čištění je mechanická čistící metoda redukující množství prachu a nečistot na povrchu objektu. K rozbití vazby mezi špínou a povrchem papíru stačí jen mechanická síla, nepoužívají se tedy žádné tekutiny. Povrchové čištění lze považovat za samostatnou čistící metodu, avšak nejčastěji představuje počáteční krok restaurátorského zásahu, po kterém následují další čistící procesy.

Před mechanickým čištěním je nezbytné si položit tři základní otázky: Jak velká je adheze nečistoty k objektu? Je nečistota odstranitelná/narušitelná jednoduše nebo obtížně? Jaké jsou mechanické možnosti objektu (jeho fyzický stav)?

Druh čistící aplikace závisí na typu nečistoty a fyzickém stavu papíru. Objekt se vždy musí položit na očištěný dokonale hladký stůl a zpravidla se začíná očišťovat od středu hvězdicovitě ke krajům, od větších celků k menším.

3.4.1 Aplikace oprašování

Některé nečistoty, především prach, nelpí příliš silně na objektu, proto může být snadno odstraněn vzduchovým balónkem, vysavačem nebo štětcem z jeho povrchu. Je zapotřebí dát si pozor na prach ze skla nebo kovů, který může způsobit mikroskopické poškrábání objektu. Nelze také zapomenout na statickou elektrickou sílu, jež může prach vrátit z čisticího prostředku zpět na objekt. Vždy se musíme snažit, aby se čisticí prostředek elektricky nenabil³⁶. Ze štětců je nejlepší použít široké ploché bez kovových krytů nad chlupy (aby se při sprášování případně objekt nepoškrábal, nenatrh).

3.4.2 Aplikace narušením souvislé vrstvy nečistoty

Pro narušení souvislé vrstvy používáme skalpely, špachtle, jehly, popř. nůžky. Pokud chceme narušit křehkou souvislou vrstvu nečistoty, je vhodné vést řez kolmo k objektu a zastavit ho na hranici s povrchem objektu. Tím vznikne zlomenina, která nám umožní seškrábat nebo snadněji rozlámat vrstvu nečistoty.

3.4.3 Abrazivní postup

Tento postup využívá postupného mechanického ztenčování vrstvy nečistoty. Lze ho lépe kontrolovat než při zlomení části souvislé vrstvy. Lze použít štětce, gumy, textilii nebo skalpel.

³⁶Lze použít látku typu Dust Bunny, která se nežmolkuje a je omyvatelná. Jedná se o látku z Tyveku (polyethylenová netkaná textilie vyráběná firmou DuPont, vyrobená ze 100 % polyethylenových neurovnaných vláken s průřezem 0,5-10 µm) nebo nylonu. Cowan, Guild 2001, 2.

3.4.4 Vybrané prostředky k čištění



160. Materiály používané k suchému čištění

K čištění povrchů objektů jsou velmi vhodné jemné vlasové štětce (obr. 160 str. 43, a, b), jelikož nepoškozují objekt a dobře vytírají prach i z pórů. Nejlepší volbou jsou široké ploché štětce s bílým přírodním vlasem (lze vidět na kolik je objekt zašpiněn i míru znečištění štětce). Čištění štětcem představuje nejjemnější metodu suchého čištění (ale také nejméně účinnou), proto po ní většinou následují další metody. Štětce se také používají po čištění gumami nebo latexovými houbami, aby se z objektu odmetly co nejmenší částičky. Štětci zametáme lehce, pomalu a jemně. Čistíme jedním směrem rovnými tahy od středu k okrajům. Je vhodné štětec po chvíli otřít o savý papír nebo o látku, na kterou se dobře přichytí nečistota. Akvarelové štětce se používají při čištění křehkých objektů a odstraňování zbytků neaktivní plísně. Široké štětce z králíčích chlupů jsou vhodnější pro pevné objekty a odstraňování zbytků po gumování. Neodstraní však plíseň z povrchu objektu.

Dále se k čištění využívá muzejní vysavač, u něhož musíme regulovat sílu odsávání. Lze používat různé kartáčové nástavce nebo velmi hustou gázovinu, která se namotá na odsávací otvor hadice³⁷. Pro zvýšení efektivity vysávání lze zároveň použít štětec, jenž vymete prachové částice i z pórů čištěného materiálu.

Spíše výjimečnou variantu prostředku k čištění představuje mořská houba disponující vysoce savými vlastnostmi. Více se však využívá v kombinacích s vlhkými procesy.

Z běžně dostupných materiálů lze aplikovat chlebovou střídku, jež patří mezi materiály s dlouhou historií užívání. V minulosti se doporučoval asi jeden den starý chleba. Chlebová střídku však není příliš vhodná k čištění uměleckých děl na papírové podložce, jelikož zanechává na jejím povrchu mnoho mikroskopických zbytků přitahujících mikroorganismy. Zvyšuje se tedy nebezpečí pozdějšího napadení díla plísněmi.

Bloky pryže a práškové pryže ji v dnešní době ve většině případů nahrazují. Restaurátoři papíru používají tři základní typy gum k mechanickému čištění: vinylové (většinou obsahuje polyvinylchlorid, uhličitan vápenatý a ftalátové změkčovadlo, známé jako Magic-Rub – jsou schopné na sebe zpět nalepit gumové žmolky³⁸, obr. 160 str. 43, m, n), faktisové (vulkanizované rostlinné oleje propojené sirnými vazbami) a kaučukové (kaučuk, vysychavé oleje, síra, abrazivum). Další možností je škrob a silikonové gummy³⁹. Při restaurování se preferuje použití gum, které mají přesně definované složení. Vzhledem k čištěnému objektu, pevnosti papíru a struktuře jeho povrchu se volí přiměřená velikost a měkkost gummy. Potenciálním nebezpečím při použití gummy je mechanické poškození díla (trhliny, vznik fragmentů), zmatnění (neboli ztráta lesklosti), poškození struktury a charakteru linky nebo tisku, změna barevnosti nebo plastické modelace. Použití gum je vždy nutno zvážit, jelikož vygumování rozmazaných částí linky nebo otisků prstů může dílo připravit o jeho

³⁷ Cowan, Guild 2001, 4.

³⁸ Banks 1969, 52.

³⁹ Duhl, Nitzberg 1992, 1.

autentičnost (např. skicáře). Gumy se používají k čištění skvrn, prachu, mastných skvrn, otisků prstů, vosků, lepidla, plísně a od zbytků gum z předchozího čištění.

Polyvinylchloridové gumy (PVC gumy) mají většinou bílou barvu, prodávají se jak ve formě různě velkých bloků, tak i prášku. Materiály z PVC (např. prusové válečky – měkčený polyvinilchlorid) při stárnutí produkují chlorovodík, proto tyto gumy obsahují uhličitan vápenatý, který ho má neutralizovat⁴⁰. Nejsou vhodné při čištění děl s vrstvou, jež je citlivá na jakýkoliv tlak. Naopak při odstraňování zbytků po lepicích páskách lze jejich vlastností dobře využít. Jejich problémem je rozpustnost změkčovadla v polárních rozpouštědlech, která se častokrát používají v následujících procesech.

Faktisové gumy⁴¹ se od PVC gum svými vlastnostmi příliš neliší – na papíře zůstává po jejich použití stejné množství rezidua. Vyrábějí se ve formě bloku (obr. 160 str. 43, h, k, o, s, t, u) i prášku. Obsahují chlór i síru. Způsobují větší zmatnění než PVC gumy. Prášková forma není příliš vhodná pro restaurování papírové podložky, jelikož drobné zbytky prášku ulpí ve struktuře papíru a během stárnutí na sebe vážou nečistotu⁴².

Kaučukové gumy se vyskytují v bloku i prášku, ale nejoblíbenější jsou v plastické formě, aby se mohly různě tvarovat (obr. 160 str. 43, f, g, i, j). Do této kategorie patří i měkké latexové gumy Wishab a Wallmaster. Houba Wishab (obr. 160 str. 43, r) se skládá ze dvou částí: bílé měkké a modré tvrdé – k čištění papíru uměleckých děl na papíru se používá jen měkká část. Skládá se ze syntetické gumy (kopolymeru styrenu a butadienu). Výzkumy prokázaly přítomnost chlóru. Je vhodná pro čištění prachu a sazí, avšak neodstraňuje mastné skvrny. Nedoporučuje se pro běžnou práci při čištění papíru. Wallmaster (obr. 160 str. 43, q) skládající se z cis-1, 4-polyisoprenové gumy plněné uhličitanem vápenatým je pratelná v neutrálních

⁴⁰ Ďurovič 2002, s. 6.

⁴¹ Faktis je kaučuková směs, která umožňuje dosáhnout potřebné odírací schopnosti pryže. Při vyšších koncentracích faktis zhoršuje mechanické vlastnosti pryže. Činí ji měkkou a vláčnou. Ducháček 2006, s. 163.

⁴² Brokerhof, De Groot, Pedersoli Jr., Van Keulen, Reissland, Ligterink 2002, s. 19.

roztocích, ale je citlivá na UV záření, a proto by se měla uchovávat v temnu⁴³. Lze ji nastříhat na menší kousky, nevylučuje pro papír problematické látky.

Dále se používá forma *Groom stick* (obr. 160 str. 43, c), která má neutrální hodnoty pH. Hmota šedé barvy je libovolně tvarovatelná, hodně lepí, proto se nedoporučuje ji užívat na objekty s křehkou barevnou vrstvou. Poměrně rychle se zašpiní, proto se rychle spotřebuje. Patří tedy k dražším materiálům. Odstraňuje mastné skvrny. Nejvhodnější aplikace je tupování.

Lze uplatnit i čisticí polštářky (obr. 160 str. 43, p) skládající se z látkového sítkového obalu, ve kterém je guma s uhličitánem hořečnatým, jenž ulehčuje průnik gumové drtě z pórů obalu. Zanechává hodně gumovací drtě na povrchu objektu. Může však na sebe navázat špínu i mastnotu z rukou restaurátora, ale i přenést ji zpět na objekt⁴⁴. Gumová hmota se skládá z faktisu, uhličitánu vápenatého a silikátů. Testy prokázaly, že polštářky obsahují také hořčík, chlór, síru a stopové množství zinku. Zanechávají hodně zbytků na povrchu objektu. Po použití polštářků dochází po několika letech ke zteplání barvy. Když se obal zašpiní, stačí jím zakroutit, nečistoty vypadnou a opět máme čistý povrch k použití. Tento proces očištění spotřebuje mnoho gumovací náplně, proto použití polštářků představuje poměrně nákladný způsob čištění. Polštářky jsou vhodné především pro velký nános prachu na papírových objektech⁴⁵.

Pro odstranění velmi přilnutých nečistot (např. zaschlé řasy), které nelze odstranit gumami nebo skalpelem, jenž by poškrábal povrch, se používají skelná vlákna. Obsahují alespoň 50 % oxidu křemičitého a vyrábí se z extrémně jemných skelných vláken. Prach se na ně zachytává jemně rozptýlený, nevytvářejí se na nich hrudky prachu. Vyrábí se mnoho různých průměrů vláken (obr. 160 str. 43, d, v). Při použití se

⁴³ Wallmaster: Materiály pro čištění. [online]. [cit. 2013-04-07]. Dostupné z: <http://www.ceiba.cz/new/produkt.php?id=331>

⁴⁴ Duhl, Nitzberg 1992, 19-20.

⁴⁵ Banks 1969, 53.

musí dbát na ochranný pracovní materiál (rouška, ochranné brýle), jelikož se ze skelných vláken uvolňují drobné skleněné částičky lidskému oku neviditelné.

Své využití najdou i skalpely, pinzety a špachtle vyrábějící se z chirurgické oceli, teflonu, bambusu nebo kombinací těchto materiálů. Dále vatové tyčinky zpravidla dlouhé 15 cm a zakončené na obou koncích bílými bavlněnými polštářky, jež se používají pro lokální dočišťování.

K vymetání nečistot z různých trhlin při dobrém fyzickém stavu objektu lze přikročit ke koňským žíním, které jsou pevné, pružné a duté, čímž může vlhkost z čištěného objektu rychle pronikat a žíně (obr. 160 str. 43, e) přitom stále zůstávají suché.

Pokud povrch objektu nechceme nijak otírat, vzduchový balónek je vhodnou alternativou. Vyrábí se z vysoce kvalitní gumy, je odolný vůči extrémním teplotám a protržení. Díky dvojitému ventilu nevnikne dovnitř prach a dochází k rychlému doplnění balónku vzduchem. Pomocí silného tlaku vzduchu bezpečně očistí povrch objektu.

3.5 Metody čištění – pomocí vodných systémů

Použití vodných systémů má na papír příznivý vliv: zvyšuje se pevnost vláken, odplaví se nečistoty (prach, kyseliny atd.), dochází k mírnému odkyselení a na pohled lze rozpoznat čistší povrch. Nevýhody spojené především s aplikací celoplošných vodných procesů představuje možná změna rozměrů, riziko rozpuštění inkoustů či pigmentů a ztráta historického stavu objektu⁴⁶. Použití vody a vodných roztoků pro čištění se řídí typem nečistoty, stupněm poškození dokumentu a rozpustností přítomných barviv. Před restaurátorským zásahem je nezbytné vyzkoušet rozpustnost všech ohrožených složek a zajistit je v případě potřeby fixací. Vodné systémy lze použít jak lokálně ve formě roztoků, gelů, rigidních gelů, past a páry, tak i plošně: lázeň, pára

⁴⁶ H. Hofenk De Graaff 1982, 75.

v klimatizační komoře, obklad, pasta a nános štětcem. Jednotlivé čisticí metody lze aplikovat na znečištěné místo po zaschnutí opakovaně, použitím obkladů, past a gelů lze zabránit rozpíjení. Pro materiály citlivé na vodu je vhodné použít páru (teplou či studenou), jejíž působení lze velmi dobře kontrolovat a regulovat.

Pokud uvažujeme o využití vodných systémů, musíme vždy brát ohled na hodnotu pH a neustále ji kontrolovat. Obecně platí, že stárnuocí materiály se oxidují, což vede ke vzniku kyselých funkčních skupin na povrchu objektů vystavených vzdušnému kyslíku. Kyselé formy oxidovaných molekul jsou méně rozpustné ve vodě než jejich deprotonované iontové formy. Protože kyseliny reagují se zásadami, vyšší pH vede k deprotonizaci kyseliny a udržuje ji rozpustnou ve vodě. Tedy platí, že vyšší pH napomáhá k solubilizaci oxidovaného materiálu, zatímco nižší pH jí zabraňuje. Toto pravidlo se dodržuje v systému vodného čištění ustanoveném Richardem Wolbersem, který v něm pracuje s pěti složkami: voda, pufr, chelatační činidlo, tenzid a želírující složka⁴⁷.

3.5.1 Voda

Voda je nejvýznamnější čisticí prostředek. Má tři výhody: je levná, snadno dostupná a nese s sebou žádná rizika. V praxi se voda sama o sobě používá jen výjimečně, jelikož se k ní přidávají další látky (mýdla, detergenty) měnící její vlastnosti.

Voda je polární rozpouštědlo, jenž fyzikálně-chemickým způsobem reaguje s celou ošetřovanou soustavou nečistot a všemi dalšími složkami papírového dokumentu. Použití vody a vodných roztoků pro čištění papíru se řídí typem nečistoty, stupněm poškození dokumentu a rozpustností přítomných barviv. Před zásahem je nezbytné vyzkoušet rozpustnost všech ohrožených složek ve vodě a zajistit je v případě potřeby fixací. Účinek vody na papír je obecně vzato příznivý. Dochází k regeneraci vodíkových můstků v celulóze, což kladně ovlivňuje její mechanické vlastnosti.

⁴⁷ Stavroudis, Doherty, Wolbers [online]. 2005 [cit. 2013-04-07]. Dostupné z: <http://cool.conservation-us.org/waac/wn/wn27/wn27-2/wn27-205.pdf>, více Wolbers 2000.

Promýváním vodou se odstraní různé degradační produkty celulózy, stará klíždla a rozpustné kyseliny. Účinnost lze zvýšit vhodnou volbou teploty. Čím je teplota vyšší, tím se molekuly pohybují rychleji. Síly mezi molekulami roztoku a molekulami pevné látky jsou stejně silné. To znamená, že pevná látka raději přijme molekuly roztoku a společně se pak oddělí do nového roztoku. Vyhovující jsou teploty 30-40 °C, pro odstranění starých klišových klíždil se zvyšuje až na 60 °C.⁴⁸ Prací proces se urychluje vířením lázně štětcem. Doba působení lázně závisí na charakteru a stavu listu. Pohybuje se většinou v desítkách minut a je nutný průběžný dohled. Při delší době hrozí nebezpečí rozvolňování vláken papíru. Prací postup lze kontrolovat sledováním zabarvení lázně. Narušené objekty lze koupat na podpůrné podložce (netkaná textilie). U předmětů s barevnou vrstvou citlivou na vodu až po určité době od zvlhčení lze využít metodu „blotter washing“ (savé čištění)⁴⁹.

Pro zvýšení čistící účinnosti vody se přidávají povrchově aktivní látky (tenzidy). Svými vlastnostmi umožňují odstranění hydrofobních nečistot, především tuků. Nejúčinnější jsou anionaktivní tenzidy. Disociují za vzniku povrchově aktivních aniontů. Jedná se o alkalické soli vyšších mastných kyselin, např. mýdla, která se vždy musí z čištěného materiálu důkladně vymýt. Často se používá Spolapon AOS 146 nebo tzv. benátské mýdlo připravující se zmýdelněním olivového oleje hydroxidem draselným a úpravou pH do neutrální reakce. Má vysokou emulgační schopnost a lze jím úspěšně odstranit mastnou i zatřenou špínu. Další možností jsou neionogenní tenzidy, u nichž je nutno znát vlastnosti a účinek na papír a možnost jejich odstranění z papíru. Nejsou schopné elektrolytické disociace a netvoří tedy soli, takže jsou dobře rozpustné v tvrdé vodě. Kationaktivní tenzidy jsou málo účinné. Při disociaci tvoří ve vodě povrchově aktivní kationty. Současná přítomnost aniontových a kationtových povrchově aktivních látek ve vodném roztoku obvykle není možná, protože v takovém

⁴⁸ Šíblo 2011, 3.

⁴⁹ Schalkx, Iedema, Reissland, Van Velzen 2011, 11-20.

roztoku se z velkého kationtu a velkého aniontu vytváří sůl, která je prakticky nerozpustná.⁵⁰

Vodou lze očišťovat objekt také jen lokálně. Např. namáčet v ní tampón a dočišťovat skvrny a zbytky různých lepidel, nebo je velmi vhodné použít párový skalpel s nastavitelnou teplotou páry, pro křehké papírové objekty a citlivou barevnou vrstvu se doporučuje kapilární čištění a „paraprint washing“⁵¹.

3.5.2 Étery celulózy

Kromě čištění vodou lze použít vysoce viskózní roztoky karboxymethylcelulózy, metylcelulózy, hydroxypropylcelulózy, metylhydroxyethylcelulózy a dalších éterů celulózy⁵², které jsou významným prostředkem restaurátorských zásahů. Obecně platí, že zvětšování alkylové skupiny v řetězci celulózy mění jejich rozpustnost ve vodě: lze je mísit s vodou nebo organickými rozpouštědly. Všeobecně lze říci, že všechny étery jsou rozpustné ve vodě, bobtnají v organických rozpouštědlech a čím je větší obsah organického rozpouštědla, tím vytvářejí viskóznější gely a snižuje se jejich transparentnost. Jejich roztoky se připravují až do koncentrace 10 %, pro čištění se ale většinou využívají 1-2% roztoky. Nemají velkou viskozitu, ale dobrou lepivost. Pokud se používají ve formách gelu, místo, na němž byly aplikovány, se poté musí dobře očistit, aby se případnou vlhkostí lepidlo opět neaktivovalo. Jsou stabilní v pH 3-11 a nejsou zdrojem mikrobiologického napadení⁵³. Jejich použití není nijak ekonomicky náročné, snadno se připravují a vytvářejí transparentní gely.

Methylcelulóza je rozpustná ve vodě o teplotě 5-55 °C, při vyšších teplotách dochází k jejímu vysrážení. Má neionogenní charakter a je stabilní v pH o hodnotách 3-7. Lze připravit jak vodné, tak i vodně-etanolové roztoky. Zatímco

⁵⁰ Stavroudis, Doherty, Wolbers [online]. 2005 [cit. 2013-04-07]. Dostupné z: <http://cool.conservation-us.org/waac/wn/wn27/wn27-2/wn27-205.pdf>

⁵¹ Tyto metody nebyly vzhledem k povaze skvrn na restaurovaných dílech více rozváděny, jelikož se ani neuvažovalo o jejich uplatnění.

⁵² Ďurovič 2002, 205-6.

⁵³ Ďurovič 2002, 230.

hydroxypropylcelulóza je rozpustná v bezvodných alkoholech a vodě o teplotě do 40 °C. Pokud dosáhne této teploty, stane se voděodolnou. K jejím roztokům lze přidat určité množství nepolárních rozpouštědel (toluen:etanol 3:2, aceton:voda 9:1, benzen:metanol 1:1).

3.5.3 Rigidní gel

Nejdůležitějším parametrem rigidního gelu neboli sol-gelu (koloidní roztok) je teplota, při níž se roztok přemění v homogenní gel. Nejčastěji se používají agarové gely a želatinové, je však nutné dávat pozor, aby na objektu nezbyla žádná jejich rezidua, protože obě látky jsou vhodnou půdou pro mikrobiologické napadení. Agar je přírodní polysacharid, který se vyrábí z červených mořských řas rodů *Gelidiales* a *Gracilariales*⁵⁴. Má teplotu želatinace 38-45 °C a zkapalnění 85 °C, tato teplota závisí na množství agarobiosy v agaru. Pro restaurování se používají většinou jeho 2% roztoky. V rámci restaurování mají agarové gely jednu nevýhodu, jež spočívá v jejich nažloutlé zakalené barvě, což restaurátorovi nedovoluje snadno pozorovat průběh čistícího procesu, jako je to možné u jiných transparentních gelů. Proces, kdy se roztok mění v pružnou hmotu – gel, je reverzibilní. Gel je vhodné skladovat v lednici, přidává do něj dezinfekční prostředek, aby se nestal živnou půdou pro mikroorganismy.

Gellan je transparentní heteropolysacharid rozpustný ve vodě, jenž se získává při kultivaci bakterie *Pseudomonas elodea*. Představuje levnější variantu agaru. Prodává se v prášku, který se rozmíchá ve studené vodě a za teploty kolem 30 °C zgelovatí. Lze jej koupit pod komerčními názvy jako Kelcogel®, Geltire®, Phytigel® a GelGro®. Váže na sebe až 95 % vody. Používá se v 2% až 4% koncentracích⁵⁵. Na rozdíl od agarových gelů u gellanu lze efekt čištění pozorovat přímo dle zbarvení jeho gelu. Vykazuje stabilitu v pH o hodnotách v rozmezí 3,5 až 8,5. Při restaurování různých zateklin a skvrn byl srovnáván 2% rigidní gel Kelcogelu CG-LA ve vodě s 400 mg/l

⁵⁴ Campani, Casoli, Cremonesi, Saccani, Signorini 2007, 35.

⁵⁵ Iannucelli, Sotgiu 2009, 21.

octanu vápenatého a 2% roztok Klucelu G ve vodě. V obou případech se nečistoty dobře odstranily, ale po Klucelu G zůstaly jeho zbytky ve struktuře objektu. Proto je velmi výhodné používat sol-gel, jenž na povrchu nic nezanechává⁵⁶.

Od 80. let 20. století se v restaurátorské praxi rozšířilo použití Carbopolu. Jedná se o akrylátový polymer pro přípravu hydrogelů⁵⁷. Ve formě gelu se využívá v 1-1,5% koncentraci a je 40-50x viskóznější než étery celulózy.⁵⁸ Také se z povrchu objektu lépe odstraňuje, jelikož se nerozpívá. Nevýhodou představuje jeho iontový charakter (jeho gely mají hodnoty pH pod 5,5-6), který vyžaduje následnou neutralizaci.

3.6 Metody čištění – pomocí organických rozpouštědel

Organická rozpouštědla mají uplatnění při odstraňování nečistot organického původu, jimiž jsou tuky, vosk, staré laky a barevné skvrny. Aplikují se většinou lokálně (ve formě roztoků, gelů, obkladů z rigidních gelů, past a pár nebo popř. celoplošně: lázeň, pára v klimatizační komoře, kaše, obklad, tampón, štětec) a před použitím rozpouštědla je nutno vycházet ze zkoušek rozpustnosti barevné vrstvy⁵⁹. Jakmile se zjistí druh nečistoty, jež je organického původu, je poměrně složité najít rozpouštědlo, které by bylo efektivní a neneslo by s sebou případné komplikace. Je důležité mít na paměti, že sekundární vazby mezi nepolárními molekulami jsou pouze slabé Van der Waalsovy síly, zatímco polární molekuly se přitahují silnějšími elektrostatickými silami.

Organická rozpouštědla⁶⁰ se k čištění většinou využijí, pokud materiál nebo barevná vrstva je citlivá na vodu. Nejvíce se při restaurování uplatňuje etanol snižující riziko bobtnání celulózových vláken, urychlující schnutí papíru, zmírňující tvarové deformace, a tím pádem umožňující manipulaci i s křehkým materiálem. Taktéž se

⁵⁶ Placido 2012, 55-62.

⁵⁷ Campani, Casoli, Cremonesi, Saccani, Signorini 2007, 33.

⁵⁸ Placido 2012, 10.

⁵⁹ Ďurovič 2002, 206.

⁶⁰ Knut 1999, 339-350.

používají jeho vodné roztoky nebo white spirit, toluen, petroléter, dimethylformamid, etylacetát, chloroform a aceton. Pro čištění skvrn po plísní se přistupuje k dimethylformamidu, 1,4-dioxanu, pyridinu, 1% amoniaku, 25% amoniaku, etanolu a acetonu⁶¹. Stopy mastných skvrn a vosků lze odstranit tamponováním destilovaným benzínem, toluenem nebo petroléterem, přičemž se rozpuštěná nečistota odsává do filtračního papíru pod dokumentem. Je možno použít místo samotného rozpouštědla pastu zhotovenou z rozpouštědla a oxidu horečnatého či plavené křídly. Pasta se opakovaně nanáší na znečištěné místo a nechá se zaschnout. Zabrání se tak rozpíjení skvrny. Mohutným rozpouštědlem barevných vrstev je dimethylformamid. Používá se k rozpouštění skvrn od propisovacích tužek, k zeslabení razítkových barev a skvrn od inkoustových tužek. Dalšími běžně používanými rozpouštědly jsou aceton, etylacetát, toluen, chloroform apod. V praxi se osvědčilo následné použití dvou, respektive více rozpouštědel. Při práci s organickými rozpouštědly je nutno dodržovat bezpečnostní předpisy a pracovat při zapnutém odsávání vzduchu v digestoři.⁶²

3.7 Metody čištění – na principu chemické reakce

K těmto metodám se přistupuje, pokud vodné ani vodně-etanolové postupy nebo mechanické procesy nefungují. Před použitím reflektujeme nebezpečí, které by organické látky mohly přivodit. Škrob, klíh, želatinu, kasein, krev i mastnotu lze odstranit enzymy. Enzym se vybírá podle druhu nečistoty a vždy je nutné dodržet požadované podmínky: správnou teplotu a pH. Po čištění se enzym musí vždy dokonale z dokumentu odstranit. Metoda použití enzymů nabývá na významu zvláště v situacích, kdy má odstraňovaná látka odlišnou chemickou strukturu od dalších částí objektu.

⁶¹ Procházková, Sova. [online]. 2007 [cit. 2013-04-07]. Dostupné z: http://www.wold.nkp.cz/restauratori/2007/Prochazkova_Sova_2007%20.pdf

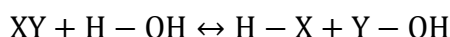
⁶² Ďurovič 2002, 206-7.

Do této skupina dále patří bělení papíru, které je založeno na principu oxidačních a redukčních reakcí, čištění stop rzi roztokem kyseliny šťavelové nebo komplexonu.⁶³

3.7.1 Enzymy

Enzymy jsou bílkoviny katalyzující chemické reakce. Vstupují do ní, urychlují ji a nezměněné z ní vystupují. Enzymy se obecně vyznačují vysokou selektivitou. Zatímco některé jsou schopny působit na určitý typ vazby pouze v jediném typu molekuly, jiné mohou štěpit specifickou vazbu přítomnou v molekulách různých přírodních i syntetických látek⁶⁴.

V restaurování mají největší význam enzymy patřící do skupiny hydroláz. Z charakteru jejich reakcí vyplývá, že k jejich průběhu je bezpodmínečně nutná přítomnost vody. Mechanismus působení hydroláz si lze představit tak, že část hydrolyzovaného substrátu (XY) je přenášena na molekulu vody:



Mezi často používané hydrolázy patří proteázy schopné štěpit peptidové vazby v bílkovinách. Jejich účinek lze využít pro odstranění materiálů, jejichž podstatou jsou bílkoviny (klíh, želatina, kasein a adheziva na bázi těchto látek). Dalším typem hydroláz jsou amylázy štěpící glykosidické vazby u škrobu, glykogenu, dextranu a dalších oligosacharidů a polysacharidů. Esterázy (nejčastěji lipázy) štěpí esterové vazby a hydrolyzují různé typy olejů a některé pryskyřice jako např. benátský balzám⁶⁵.

Pro dobrou účinnost enzymů je nutné dodržovat správnou teplotu a pH roztoku. Při vyšších teplotách totiž dochází k deaktivaci enzymu v důsledku jeho denaturace.⁶⁶

⁶³ Ďurovič 2002, 207-8.

⁶⁴ Více k použití enzymů v restaurování: Makes 2011, Makes 2006, Makeš 1992, Wolbers 2000.

⁶⁵ Havlín, Kotlík, Spiwok, Hucková 2007, 14.

⁶⁶ Bellucci, Cremonesi 1994, 58.

Většina enzymů působí s velmi vysokou katalytickou účinností jen v určité oblasti pH a mimo ni jejich účinnost klesá.⁶⁷

Při použití enzymu platí zásada, že aktivita enzymu musí vždy být přerušena po ukončení čištění. Denaturace se obvykle dosahuje extrémní změnou hodnoty pH nebo teploty, vysušením enzymu či použitím rozpouštědel nebo povrchově aktivních látek. V restaurátorské praxi se pro zastavení účinnosti enzymů nejvíce používá horká voda, etanol a technický benzín⁶⁸.

Výhodou použití enzymů je vysoká selektivita jejich účinku a netoxicity, nevýhodou je poměrně vysoká cena enzymů a nežádoucí možnost průniku enzymu do restaurovaného objektu.

Nutno připomenout, že komerční enzymy se nedají bez výhrad užívat pro restaurování objektů. Enzymy musí být nejdříve charakterizovány a přečištěny, aby bylo možno detailně studovat jejich efekt na barevných vrstvách. Užívání nedostatečně přečištěných enzymů bez znalostí jejich aktivit na barevnou vrstvu může vést k ireversibilnímu poškození díla. Výhodou enzymů je jejich schopnost absorbovat v pastě, čímž je zabráněno jejich difúzi do díla a jimi rozpuštěné látky difundují do pasty⁶⁹. U papíru se používá systém „Albertina-Kompresse“, který je vyvinutý pro aplikaci α -amyláz. Největší využití má při lokálním odstraňování neobtnavých adheziv na bázi škrobu⁷⁰.

⁶⁷ Cremonesi 1998, 23.

⁶⁸ Havlín, Kotlík, Spiwok, Hucková 2007, 15.

⁶⁹ Makeš 2003, 48.

⁷⁰ Výrobek se prodává v suchém stavu. Skládá se z netkané textilie pokryté porézním papírem, na němž je gelová vrstva s malým obsahem enzymu. Systém se aktivuje přidáním malého množství vody. Papírová vrstva brání přímému styku gelu s objektem, ale propustí enzym a potřebnou vlhkost. Podle výrobce je množství zbylého enzymu tak nevýznamné, že není nutné objekt dále oplachovat, Albertina Compress [cit. 2013-04-07]. Dostupné z: http://talasonline.com/photos/instructions/albertina_compress.pdf

3.7.2 Bělení

Bělení papíru⁷¹ lze definovat jako odstranění nežádoucích barevných sloučenin (skvrny od kávy, čaje, plísní, foxing, rostlinných a živočišných šťáv, inkoustů, umělých i přírodních barviv) z jeho povrchu nebo hmoty. Proces bělení spočívá v rozrušení chromoforového systému papíru chemickou reakcí, který má však vždy negativní účinek na fyzikální, chemické a mechanické vlastnosti papíru. Proto musíme vždy zvážit nutnost zásahu a přistoupit k němu, až po nenalezení žádné jiné alternativy. Dále musíme mít na mysli, že odstraněné skvrny mají tendenci se vracet. V praxi se k bělení využívají oxidační, redukční reakce a jejich kombinace. Nejčastěji se z redukčních metod používají tetrahydridoboritany a z oxidačních 0,5-4,0 % vodné nebo vodně alkoholové roztoky peroxidu vodíku. Všechny reakce se vždy musí zastavit neutralizací. Nevýhodou peroxidu představuje jeho citlivost na kationty některých enzymů a kovů (železo, mangan, měď).

3.8 Metody čištění – odstraňování nečistot pomocí tepla

3.8.1 Laser

Slovo LASER je akronymem anglického Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation, tedy zesílení světla stimulovanou emisí záření. K zesílení světla dochází opakovanými průchody fotonů médiem se specifickými vlastnostmi. Laser je zdrojem záření unikátních vlastností. Stimulované emitované fotony (tj. záření) mají všechny stejnou vlnovou délku, a tím i energii. Vlnová délka záření určuje jeho barvu a laserové záření je tedy monochromatické. Fotony laserového záření jsou navíc ve fázi a postupují stejným směrem (koherence záření). Vysoká koherence a nízká rozbíhavost laserového svazku umožňují jeho fokusaci (soustředění) na velmi malý průměr, a tím dosažení vysoké hustoty výkonu laserového záření. Jedním pulsem lze odstranit

⁷¹ Vzhledem k tomu, že bělení pro restaurování děl *Dva psi na dálnici I a II* je příliš riskantní a pro barevnou vrstvu naprosto nevhodné nebylo k němu přistoupeno, nebylo zahrnuto do zkoušek a ani nebylo podrobně popsáno.

několik desítek mikrometrů tlustou nežádoucí vrstvou starého laku nebo nánosů prachu či sazí, a tak lze postupně odhalit např. původní barevnost uměleckých děl.

K restaurování soch a obrazů se používají excimerové a vláknové lasery. Aktivním prostředím vláknových laserů je křemíkové vlákno s průměrem jádra několik mikrometrů a délce několik metrů. Do jádra se ve formě malých částic přimísí dopované ionty Er (produkující záření o 1540 až 1620 nm), Yb (1060 nm až 1120 nm) nebo Tm (1720 nm až 2000 nm). Hlavní výhodou vláknového laseru je vedení laserového svazku z rezonátoru dalším vláknem bez nutnosti použití citlivých optických prvků. Svazek má vysokou kvalitu a může být fokusován na velmi malý průměr⁷².

Čištění pomocí laseru je bezkontaktní, variabilní, víceúčelová a kontrolovatelná metoda nepoužívající žádná rozpouštědla. Vlnovou délku laseru, délku trvání pulzu, frekvenci pulzů a šířku paprsku lze přesně nastavovat. Dnes se laserové čištění používá především při restaurování kamene a kovů. V oblasti restaurování objektů z organických materiálů jako papír, pergamen a textil ještě nebyla stanovena pevná pravidla, aby při zásahu nebyl objekt potenciálně ohrožen⁷³.

Pulzní lasery se nejčastěji používají k čištění povrchu díla a odstranění nežádoucích povlaků. Používají se různé typy laserů (plynový molekulární CO₂ laser, plynový excimerový laser a pevnolátkový Nd:YAG laser) mající vlnovou délku od 10 μm do 0,2 μm a délka pulzů se pohybuje od mikrosekund do nanosekund. Laser se vždy nastavuje dle typu vrstvy nebo nečistoty, jež má být odstraněna.

Práce s laserem je založena na přenosu energie laserového pulzu, která je absorbována nečistotou lpící na povrchu objektu. Pokud je použito dostatečné množství energie, nečistota se vypaří⁷⁴ nebo se odlepí od objektu a pak je následně mechanicky odstraněna. V ideálním případě nečistota pohltí veškeré laserové světlo a objekt zůstane

⁷² Lapšanská [online]. [cit. 2013-04-07]. Dostupné z: <http://fyzika.upol.cz/cs/system/files/download/vujtek/granty/laser.pdf>

⁷³ Engel 2009, 171.

⁷⁴ Szczepanowska, Moomaw 1994, 1-5.

bez jakéhokoliv kontaktu s laserem. Ve skutečnosti je obtížné zcela zabránit kontaktu objektu s laserem, protože vrstva nečistoty a vrstva objektu mají podobné optické vlastnosti, a tudíž může docházet k pohlcování laserového světla objektem.

V minulosti se pro čištění papíru používaly lasery s vlnovou délkou menší než 157 nm⁷⁵. Použití vlnové délky menší než 350 nm však může způsobit přímou fotolýzu organického materiálu a fotooxidačně degradovat celulózu. Řešením potíží s malou vlnovou délkou se stal laser Nd:YAG o vlnové délce 532 nm⁷⁶ a 1064 nm. Nicméně i v těchto vlnových délkách může čištění doprovázet nežádoucí mechanická destabilizace papíru a barevná změna celulózy. I při odstraňování nejběžnějšího druhu nečistoty, tedy prachu, je zásadním cílem vývoje laserového čištění minimalizace žloutnutí. Při čištění laserem Nd:YAG o vlnové délce 1064 nebo 532 nm, intenzitě 0,1-1 J.cm⁻², frekvenci pulzů 10-50 s⁻¹ a době trvání pulzu 5-10 ns je žloutnoucí efekt běžným úkazem, ačkoliv v některých případech není pozorován, např. když se odstraňují pigmenty, zbytky lepidla nebo syntetických pryskyřic a když se čistí přirozeně zestárlý hadrový papír⁷⁷.

Žloutnutí⁷⁸ může být výsledkem laserového čištění, jelikož během čištění dochází k tepelné degradaci, jež je příčinou vytváření chromoforů, nejpravděpodobněji konjugovaných systémů. Důkazy naznačují, že se redukuje substrát a současně se zvyšuje koncentrace vazeb mezi uhlíkovými atomy v degradovaném substrátu. Tyto reakce jsou typické pro vysokoteplotní degradaci celulózy. Avšak mělo by být zdůrazněno, že i když optimální podmínky pro čištění laserem jsou dosažitelné s minimálním žloutnutím⁷⁹, celuloidní materiály mohou být destabilizovány

⁷⁵ Sarantopoulou, Samardzija, Kobe, Kollia, Cefalas [online]. 2002, [cit. 2013-07-27]. Dostupné z: <http://magnetit.ijs.si/EMRS%20Foxing.pdf>

⁷⁶ Kolar, Strlič, Müller-Hess, Gruber, Troschke, Pentzien, Kautek 2003, 185-187.

⁷⁷ Strlič 2005, 944-5.

⁷⁸ Pokud se laser uplatní při čištění barevné vrstvy obrazu, může dojít k vyblednutí barev. Míra vyblednutí velmi záleží na povaze pigmentu. Castillejo, Martin, Qujja, Silva, Torres, Manousaki, Zafirooulos, Van Den Brink, Heeren, Teule, Silva, Gouveia 2002, 4662-4671.

⁷⁹ Na vzorcích bylo zjištěno, že při použití laseru Nd:QYG (DINY pQ, IB Laser) pro čištění vlnovou délkou 532 nm, tak se podařily uspokojivě odstranit skvrny a nedošlo k žádné barevné změně papírové podložky. Vlnová délka 532 nm se zdá být vhodnou pro dostatečné odstranění nečistot a nedošlo k viditelnému mechanickému poškození, Engel 2009, 185.

v dlouhodobém horizontu jak termálním stárnutím, tak fotostárnutím. Je diskutabilní, zdali je laserové čištění použitelné pro aplikaci při čištění velkých ploch. Dobrým řešením může být při lokálním čištění objektů, které jsou mechanicky nestabilní, obtížně přístupné nebo když nelze využít žádný jiný typ zásahu. Při volbě metody čištění pomocí laseru bereme v úvahu to, že papír je složitým komplexním materiálem a je obtížné odhadnout, jak bude na ozáření laserem reagovat. Proto je vždy nutné před použitím laseru otestovat jeho nastavení na kontrolních vzorcích⁸⁰.

Pro čištění děl na papírové podložce v laboratořích je nutno mít dvě jednotky: laserovou čisticí stanici a kontrolní stanici, kterou představuje počítač.

I přesto, že laserové čištění spočívá v odstranění jasně definovatelné vrstvy v přísně kontrolovaných podmínkách, nadále existují nezodpovězené otázky. Nelze předvídat, jak se očištěný papír bude chovat v delším časovém horizontu a zdali laser není příčinou rychlejšího stárnutí objektu. Další nevýhodou této metody je její finanční náročnost, jelikož jen málo pracovišť si může dovolit investovat do tohoto přístroje.

3.8.2 Elektrická špachtle

Pokud povrch malby zmlhovatí nebo se na něm objeví tenká bílá vrstvička zmatňující jeho jinak lesklý povrch, lze v některých případech použít elektrickou regulovatelnou špachtli⁸¹, jež se izoluje od čištěného povrchu melinexem, mylarem, filtračním papírem nebo bavlněným plátnem. Špachtle se přiloží k zákalu (tj. k bílé matné vrstvě) a teplo působící na povrch malby vypaří molekuly vody uzavřené v její struktuře. Tato metoda funguje v případě, že bílý matný povrch vznikl nasátím vody nebo organického rozpouštědla do povrchu laku nebo barevné vrstvy. Nejčastější příčinou tohoto typu zákalu je dlouhý kontakt povrchu malby s vodou a velmi vlhké prostředí. Zákal má tedy stejné chemického složení jako malba sama.

⁸⁰ Strlič 2005, 950.

⁸¹ Rivers, Umney 2003, 551.

U bílkových laků schnutím dochází ke změně uspořádání molekul proteinů v řetězcích, a tak se tyto laky stanou křehčími a málo rozpustnými. Jsou stabilní vůči oxidačním procesům, ale snadno podléhají vlhkosti a mohou být potravou pro různé mikroorganismy. Tím, že zestárlý a zkřehlý povrch malby s bílkovým lakem navlhne (ať již přímým kontaktem s vodou nebo jen díky vlhkosti vzduchu), molekuly vody se bez problémů vklíní do skulin, odkud přirozenou cestou již neuniknou, a tak je jen delším působením tepla lze vypařit.

Jiný typ zákalu je založen na reakci olejů, kdy na povrch malby migrují volné radikály olejových kyselin jako např. palmitové a stearové⁸², metodu elektrické špachtle však nelze uplatnit.

⁸² Ordonez, Twilley 1998, 1-5.

4. Závěr

Restaurátorský zásah u děl vytvořených technikou vaječné tempéry na papíru Dva psi na dálnici I a II spočíval v odstranění bílošedých skvrn. Složitost zásahu tkvěla v identifikaci povahy skvrn a pochopení toho, jak mohly asi vzniknout. Na základě tohoto poznání došlo ke zvolení nevhodnější metody čištění skvrn. V teoretické části práce byly popsány nejrůznější možnosti čištění s ohledem na jejich následné potenciální uplatnění v praktické části. Pozornost byla věnována suchému čištění, čištění pomocí vodných systémů a organických rozpouštědel, čištění využívajícím principů chemických reakcí a tepla. Dále byla zařazena kapitola o plísních (jelikož se nejprve uvažovalo, že skvrny mají mikrobiologický původ), o vaječném bílku (jenž zřejmě výrazně ovlivnil charakter malby a povahu skvrn) a byla popsána i problematika nečistot. V praxi se však nakonec využila jen metoda suchého čištění a čištění pomocí elektricky regulovatelné tepelné špachtle.

Nejprve se zhodnotilo, jakou mají skvrny adhezi, zdali jsou mechanicky odstranitelné, a v jakém fyzickém stavu se díla nacházejí. Papír děl byl ve velmi dobrém stavu a i barevná vrstva na něm dobře lpěla. Laboratorní zkoumání prokázalo, že skvrny obsahují tytéž látky jako samotná barevná vrstva, tudíž se mohla vyloučit přítomnost jiných látek a mikroorganismů. Skvrny bylo možno nazvat zákaly, jejichž příčinou pravděpodobně bylo hned několik faktorů: vysoká vlhkost, nízká teplota prostředí a působení přímého světla. O v minulosti špatném uložení děl svědčily myšmi okousané okraje, larvy rušníka muzejního ležícího na paspartách a bílošedé skvrny.

Pro očištění povrchu děl se použily jen vlasové štětce, jelikož barevná vrstva po dokončení děl a vyschnutí zůstala pórovitá a v místech s vaječnými shluky lámavá. V rámci hledání nejlepší varianty čištění se zkoušelo skvrny odstranit mechanicky pomocí skalpelu. Skvrny se podařilo seškrábat, ale bylo to na úkor barevné vrstvy, která zůstala poškrábaná, proto se hledaly jiné možnosti čištění. Metody založené na vodných systémech se nevyužily, jelikož skvrny na vodu nijak nereagovaly. V rámci zkoušek se aplikovala i kyselina citrónová pro změnu hodnot pH skvrn, ale na skvrny

neměla žádný vliv. Čištění etanolem mělo za následek jen krátkodobé zmizení skvrny, ta se asi do jedné minuty znovu objevila. O zkouškách laserového čištění se neuvažovalo, jelikož se nepodařilo vytvořit vzorky, které by měly skvrny stejné chemické povahy jako díla, a navíc z dlouhodobého hlediska dosud nelze přesně říci, jak laserový paprsek mění barevnost vrstvy a zdali neurychluje její stárnutí. Jinou možností odstranění skvrn by bylo použití enzymů. Vzhledem ale k tomu, že barevná vrstva se svým složením od skvrn neodlišovala, nebylo možno je použít.

Jediným možným zásahem bylo buď mechanicky seškrábat skvrny, s čímž by souviselo i drobné poškození barevné vrstvy, nebo tepelné odstranění skvrn (metoda používaná především v restaurování povrchových laků nábytku). Bíložedé skvrny výborně reagovaly na působení elektrické tepelně regulovatelné špachtle. Tento postup byl zvolen jako nejvhodnější, protože skvrny zmizely, barevná vrstva neměnila svůj odstín a lesk, nenamáhala se působením žádných rozpouštědel, bylo možno postupovat lokálně a délku tepelného působení upravit dle intenzity skvrn.

Za vysvětlení fungování této nestandardní metody v oblasti restaurování barevné vrstvy na papíru lze považovat skutečnost, že zestárlý a zkřehlý povrch malby s bílkovým lakem (díla byla malována špatně rozmíchaným vejcem s pivem a průmyslově vyrobenými temperovými barvami, při schnutí se zřejmě žloutek s pivem rychle vsál do papíru, a tak bílek vytvořil jakoby lakovou vrstvu) byl v přímém či nepřímém styku s vlhkostí, pak se díla vložila do rámu pod skla a asi na ně působilo světlo i teplo. Tak byly molekuly vody uvězněny ve skulinách a prasklinách bílkové vrstvy, odkud již přirozenou cestou nemohly uniknout, a až delší působení tepla při restaurování elektrickou špachtlí je vypařilo.

Otázkou ale zůstává, proč nevznikl jednotný plošný zákal, proč vznikly plné bílé skvrny, bílé skvrny se středem bez napadení a nejrozsáhlejší světlý bíložedý zákal. Jako odpověď by se nabízela možnost, že by díla nejprve napadla plíseň (v době restaurování se její přítomnost nepotvrdila), která by narušila bílkovou vrstvu, jež by následně

snadněji absorbovala vlhkost, a právě v těchto místech by se vytvořil zákal. Tuto domněnku však nelze nijak potvrdit.

Závěrem lze říci, že obě díla byla zbavena bílošedých skvrn působením elektrické špachtle. Tato nestandardní metoda se ukázala být nejlepší, proto do budoucna, pokud se nějaký restaurátor setká se skvrnou se stejným složením jako barevná vrstva, měl by vyzkoušet pro její odstranění i aplikaci elektrické tepelně regulovatelné špachtle.

5. Textové přílohy

5.1 Chemicko-technologický průzkum

5.1.1 Stratigrafie barevných vrstev a identifikace pojiv



Univerzita
Pardubice
Fakulta
restaurování

Chemicko-technologický průzkum

„Dva psi na dálnici“

Zadavatel průzkumu:

- Veronika Wanková

Zadání průzkumu:

- *Stratigrafie barevných vrstev*
- *Identifikace pojiv*

Metody průzkumu:

- *Optická mikroskopie v dopadajícím světle* – provedeno na optickém mikroskopu ECLIPSE LV100 (Nikon, Japan).
Přítomnost organických vrstev byla pozorována na základě jejich luminiscence v UV světle.
- *FT-IR spektroskopie* – provedeno na přístroji Nicolet 380 (Nicolet Instruments Co., USA) s ATR krystalem (ZnSe).
- *Mikrochemické zkoušky* (důkaz přítomnosti polysacharidů, test na gummy, test alkalického zmýdelnění, test přítomnosti škrobu Lugolovým roztokem)

Popis metodiky:

- *Stratigrafie barevných vrstev* – vzorky byly zality do dentální pryskyřice Spofacryl. Byly vybroušeny příčné řezy vzorků. Nábrusy byly pozorovány pod mikroskopem v dopadajícím viditelném, modrém a UV světle při zvětšení 50x 100x a 200x.
- *Určení druhu pojiva FT-IR spektrometrií* bylo provedeno ze vzorku barevné vrstvy na podložce ve spektrálním rozsahu 4000-650 cm^{-1} , při použití rozlišení 4 cm^{-1} a počtu akumulací 128 spekter.
- *Určení druhu pojiva mikrochemickými zkouškami* – důkaz přítomnosti polysacharidů, test na gummy, test alkalického zmýdelnění, test přítomnosti škrobu Lugolovým roztokem

Počet vzorků k analýze: 2

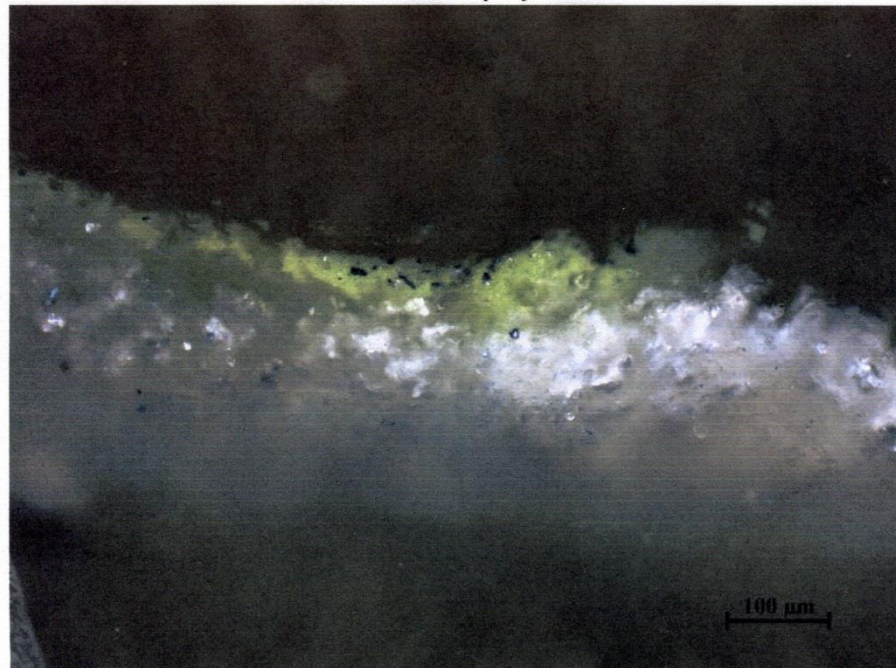
Vzorky byly odebrány zadavatelem

vzorek	popis
Vz. č. 1	Barevná vrstva s podložkou
Vz. č. 2	Barevná vrstva – prášková

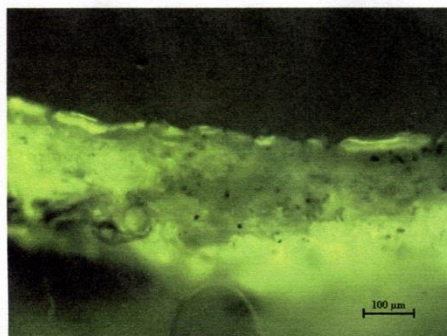
Výsledky chemicko-technologického průzkumu:

Vzorek č. 1 (6925)

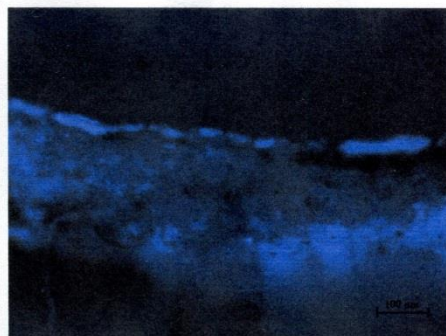
Vzorek č. 1 v bílém dopadajícím světle.



Po excitaci modrým světlem.



Po excitaci UV světlem.

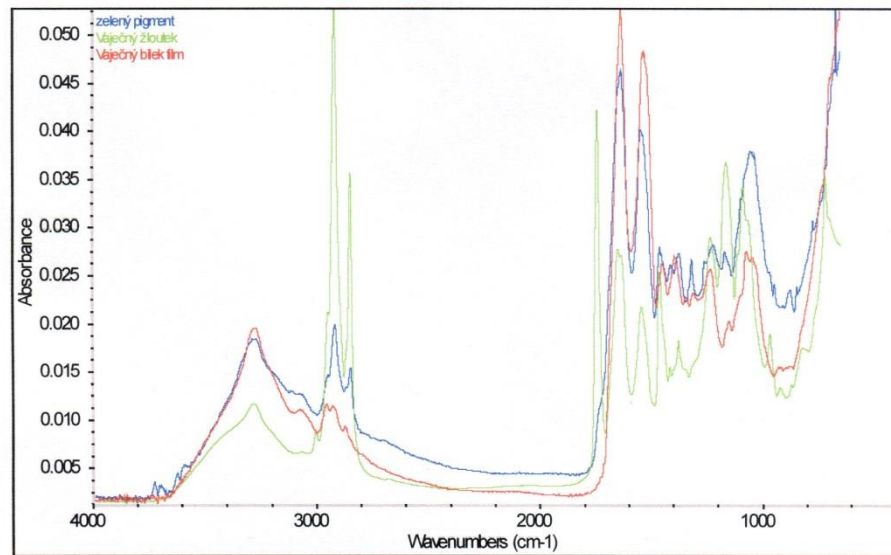
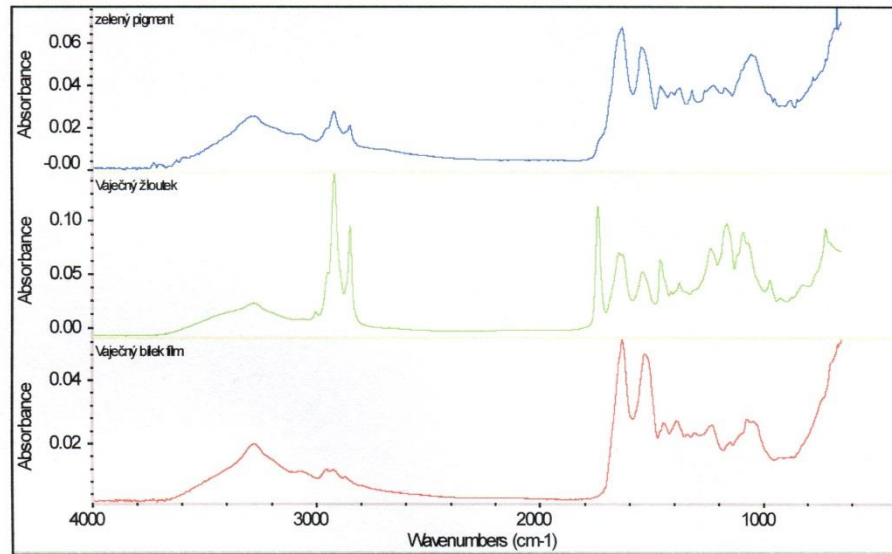


Na základě pozorování v dopadajícím světle lze usuzovat, že se jedná o jednu barevnou vrstvu na papíře, která je tvořena homogenní světle zelenou matricí a občasnými tmavě modrými zrny. V modrém dopadajícím a v UV světle lze na povrchu pozorovat tenkou vrstvu vykazující fluorescenci.

- 2/5 -

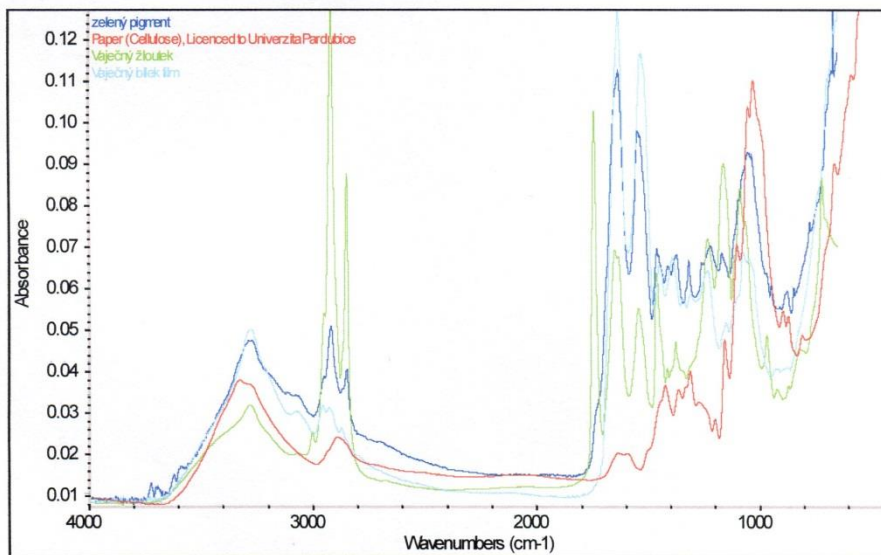
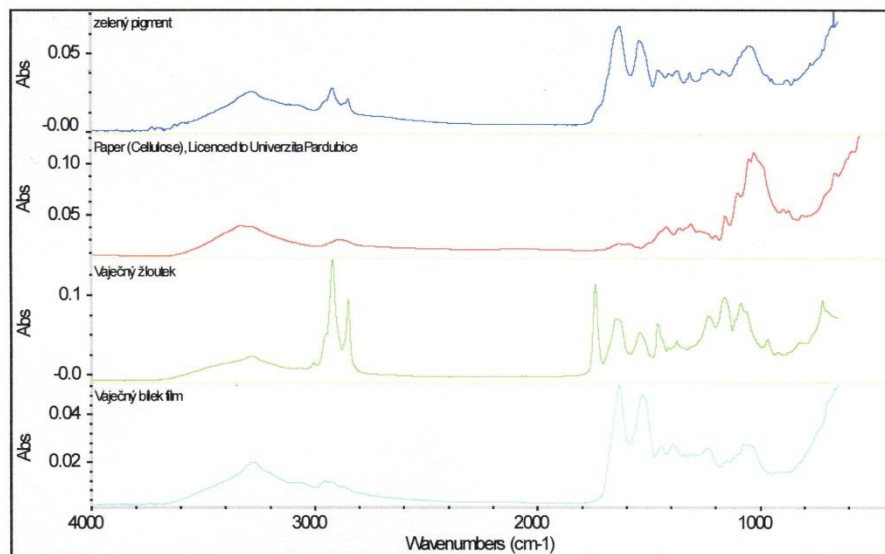
Jiráskova 3, 570 01 Litomyšl, telefon/fax 461 612 565, e-mail dekanat.FR@upce.cz,
bankovní spojení KB Pardubice 37030561/0100, IČO 00216275, DIČ CZ00216275

Výsledky infračervené spektrometrie:



- 3/5 -

Jiráskova 3, 570 01 Litomyšl, telefon/fax 461 612 565, e-mail dekanat.FR@upce.cz,
bankovní spojení KB Pardubice 37030561/0100, IČO 00216275, DIČ CZ00216275



- 4/5 -

Jiráskova 3, 570 01 Litomyšl, telefon/fax 461 612 565, e-mail dekanat.FR@upce.cz,
bankovní spojení KB Pardubice 37030561/0100, IČO 00216275, DIČ CZ00216275

Výsledky naměřených spekter ukazují na přítomnost bílkovinné složky ve vzorku a dosahují vysoké shody se spektry vaječné bílkoviny. Na základě spekter ale není možné určit, zda vzorek obsahuje celé vejce nebo pouze žloutek v kombinaci s jinou bílkovinnou složkou, charakteristické pásy žloutku byly ve spektrech vzorku zaznamenány. Spektrum obsahuje i odezvy charakteristické pro polysacharidy.

Výsledky mikrochemických testů:

<i>Vzorek</i>	<i>Důkaz vysýchavých olejů</i>	<i>Důkaz škrobu</i>	<i>Důkaz polysacharidů</i>	<i>Důkaz gum</i>
Vzorek č. 2	++	—	+	—

Vzorek obsahuje velké množství ++, vzorek obsahuje malé množství +, vzorek neobsahuje —

U vzorků byly provedeny mikrochemické testy, které vykazovaly negativní reakci na přítomnost škrobu a gumy. Pomocí mikrochemických testů byla prokázána přítomnost velkého množství olejů a pozitivní reakci vykazoval vzorek i na přítomnost malého množství polysacharidů.

Závěr:

Na základě provedených analýz bylo stanoveno, že vzorek č. 1 je tvořen jednou barevnou vrstvou na papírové podložce, která se skládá ze světlezelené matrice a tmavých modrých zrn. V UV a v modrém světle lze pozorovat tenkou fluoreskující vrstvu na povrchu vzorku. Na základě mikrochemických testů v kombinaci s FTIR spektrometrií byla stanovena přítomnost polysacharidů, bílkovin a olejů. V případě polysacharidů byla reakce negativní pro škrob a gumy, v případě bílkovin lze usuzovat na přítomnost žloutku a další bílkoviny (mohlo by se jednat o bílek). Pěnový test prokázal přítomnost velkého množství olejů. Z výsledků provedených analýz vyplývá, že se nejspíš jedná o žloutkovou nebo vaječnou temperu s přídavkem oleje.

Zpracovala:


Ing. Eva Dytrychová,
Fakulta restaurování Univerzita Pardubice

V Litomyšli 31.1.2013

5.1.2 Stanovení změny barevnosti



Chemicko-technologický průzkum

Dva psi

Zadavatel průzkumu:

- Veronika Wanková

Zadání průzkumu:

- Stanovení změny barevnosti

Popis metodiky:

Byly stanovovány změny barevnosti a totální barevná diference v kolorimetrickém trojrozměrném systému CIELAB.

Kde:

ΔL^* je jasová odchylka (černo-bílý rozdíl, bílá 100, černá 0)

Δa^* je posun v barevné souřadnici zelená→červená

Δb^* je posun v souřadnici modrá→žlutá

Hodnoty souřadnic L^* , a^* , b^* byly měřeny kompaktním spektrofotometrem CM-2600d (Minolta, Japonsko). Pro každý vzorek bylo provedeno 5 měření a vypočtena celková barevná diference ΔE^* způsobená vlivem odstranění zákalu.

Přístroj byl nastaven na měření v modulu COND4, kde jsou pro měření nastaveny následující podmínky:

- režim M/SCE – vyloučení paprsků odražených od povrchu
- UV 0% – měření provedeno s osvětlením neobsahujícím UV složky
- zdroj světla – xenonová výbojka, napodobující průměrné denní světlo D65
- průměr měřené plochy 8 mm (velká štěrbina)
- 10° – standardní pozorovatel 2 stupně (podle CIE 1931)
- *DIFF* & *ABS* – absolutní hodnota a barevná diference vzhledem ke vztažné barvě

Pro naměřená místa na zelené a světlé ploše byly hodnoty naměřených souřadnic:

	L*	a*	b*	ΔE^*
Zelená po odstranění zákalu	62,89	-9,63	30,68	26,91
Zelená před odstraněním zákalu	75,44	-3,57	7,66	
Světlá po odstranění zákalu	83,39	-2,13	28,18	1,18
Světlá před odstraněním zákalu	83,77	-1,15	28,71	

Z výsledků je zřejmé, že v případě světlé plochy došlo odstraněním zákalu pouze k malé celkové barevné změně. V případě zelené plochy, kde byl zákal nejzřetelnější, je patrná výrazná změna barevnosti. Hlavní posun nastal zejména v hodnotě souřadnice L*, která vyjadřuje míru jasnosti materiálu a posun na ose černá – bílá, odstraněním zákalu došlo k jejímu poklesu. Dále došlo k posunu na barevné ose modrá – žlutá směrem k modré barvě, která byla před odstraněním zákalu potlačena.

Závěr:

Provedením restaurátorského zásahu došlo k odstranění výrazného bílého zabarvení.

Zpracovala:


Ing. Eva Dytrychová,
Fakulta restaurování Univerzita Pardubice

V Litomyšli 23. 4. 2013

5.2 Rozpustnost barevné vrstvy

Tabulka č. 4

Dva psi na dálnici I	Rozpouštědlo			
	Barva	Voda	Etanol	White spirit
Zelená	Po delším působení nabobtná	Ne	Ne	Ne
Modrá	Po delším působení nabobtná	Ne	Ne	Ne
Žlutá	Po delším působení nabobtná	Ne	Ne	Ne
Oranžová	Ne	Ne	Ne	Ne

Tabulka č. 5

Dva psi na dálnici II	Rozpouštědlo			
	Barva	Voda	Etanol	White spirit
Zelená	Po delším působení nabobtná	Ne	Ne	Ne
Modrá	Po delším působení nabobtná	Ne	Ne	Ne
Žlutá	Po delším působení nabobtná	Ne	Ne	Ne

5.3 Hodnoty pH před, v průběhu a po restaurátorském zásahu

Tabulka č. 6

Dílo	Lokalizace měření	Před zásahem	V průběhu zásahu	Po zásahu
<i>Dva psi na dálnici I</i>	Přední strana	6,6	6,6	6,7
	Zadní strana	7,1	7,6	7,8
<i>Dva psi na dálnici II</i>	Přední strana	5,9	5,9	6,0
	Zadní strana	6,8	7,4	8,0

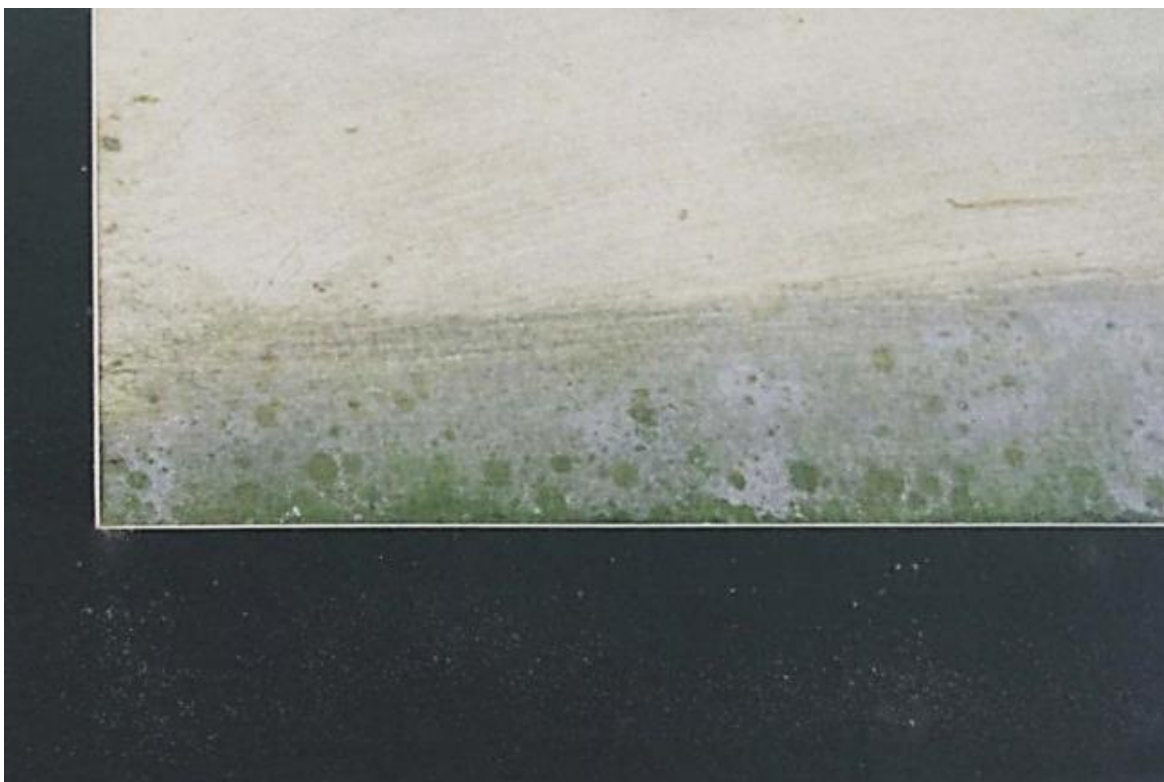
6. Obrazové přílohy



1. Dva psi na dálnici I, před restaurováním v rámu, přední strana



2. Dva psi na dálnici I, před restaurováním v rámu, zadní strana



3. Dva psi na dálnici I, před restaurováním v rámu, přední strana, detail nečistot pod sklem



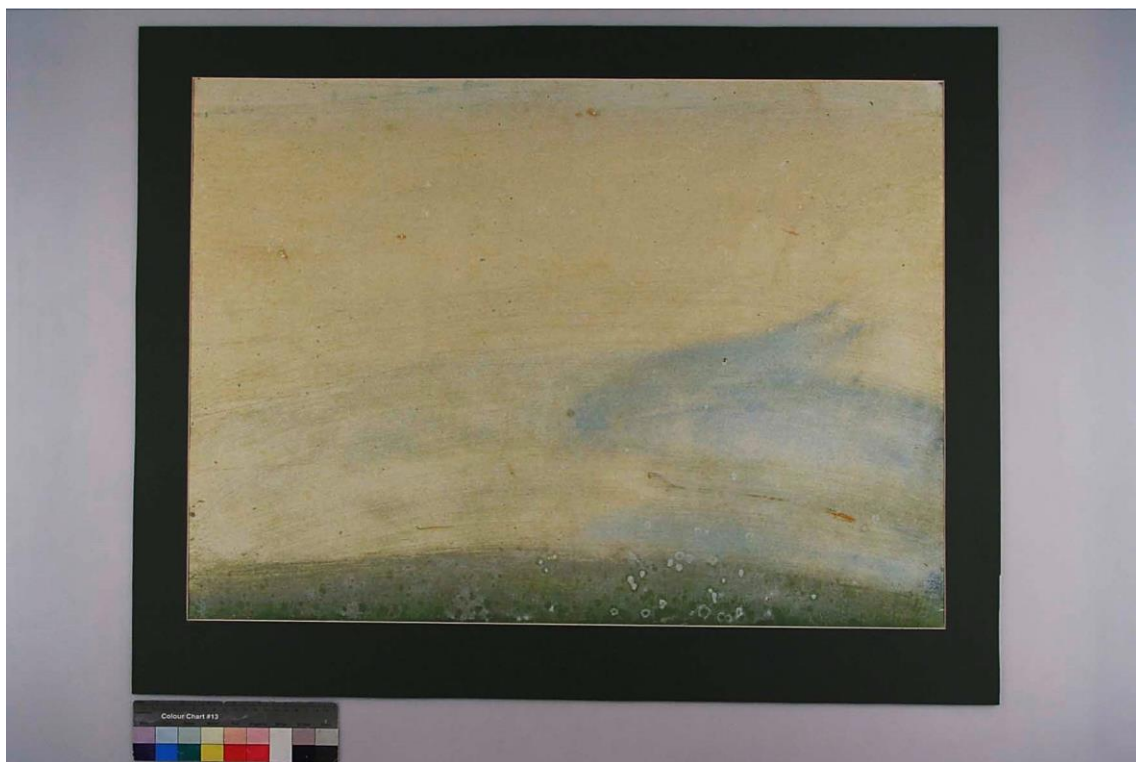
4. Dva psi na dálnici I, před restaurováním v rámu, přední strana, detail nečistot pod sklem



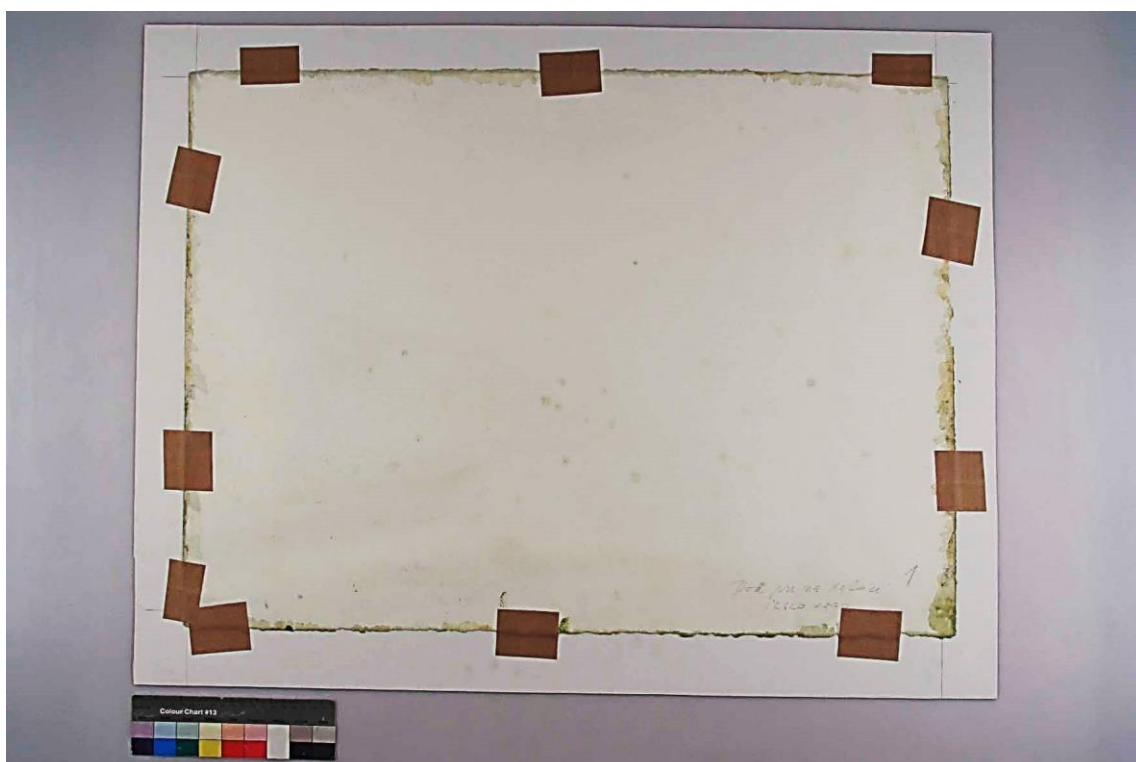
5. Dva psi na dálnici I, před restaurováním v rámu, přední strana, detail poškození



6. Dva psi na dálnici I, před restaurováním v rámu, přední strana, detail poškození, rušník muzejní



7. Dva psi na dálnici I, před restaurováním v paspartě, přední strana



8. Dva psi na dálnici I, před restaurováním v paspartě, zadní strana



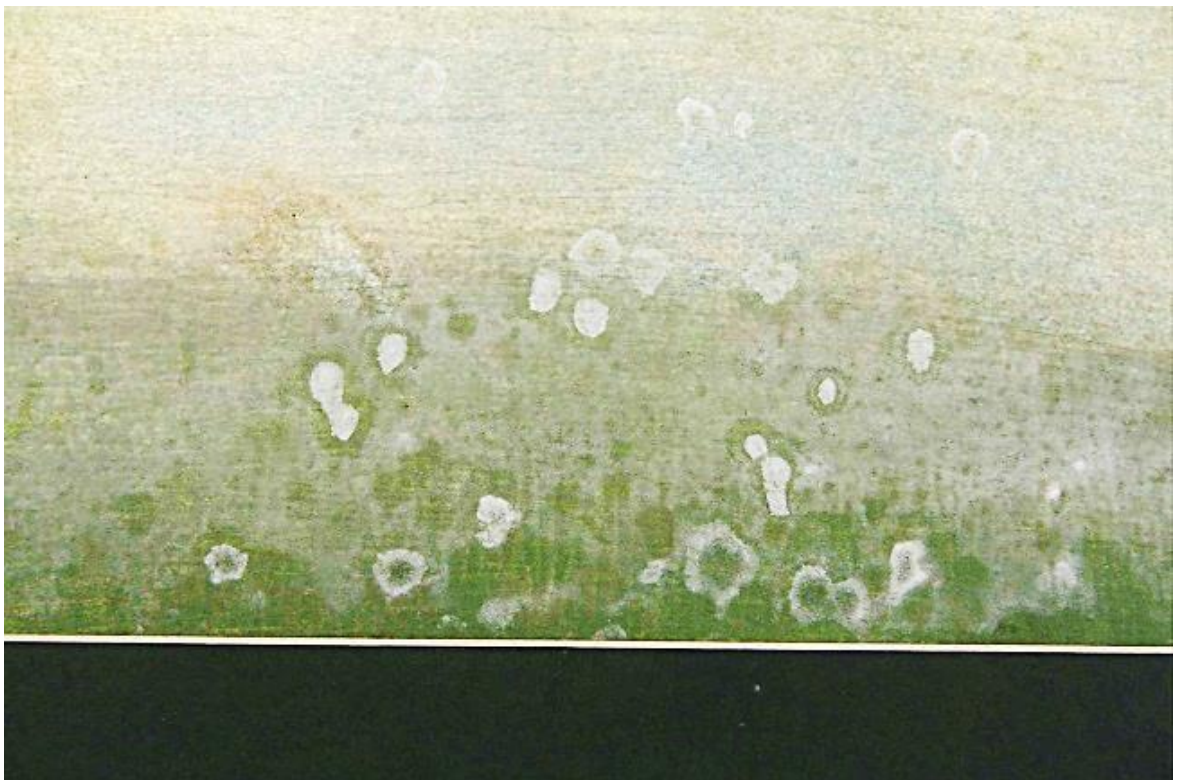
9. Dva psi na dálnici I, před restaurováním v paspartě, přední strana, detail poškození



10. Dva psi na dálnici I, před restaurováním v paspartě, přední strana, detail poškození a zbytků vajíček



11. Dva psi na dálnici I, před restaurováním v paspartě, přední strana, detail poškození



12. Dva psi na dálnici I, před restaurováním v paspartě, přední strana, detail poškozen



13. Dva psi na dálnici I, před restaurováním v paspartě, přední strana, detail poškození



14. Dva psi na dálnici I, před restaurováním v paspartě, přední strana, detail poškození



15. Dva psi na dálnici I, před restaurováním v paspartě, přední strana, detail skvrn



16. Dva psi na dálnici I, před restaurováním v paspartě, přední strana, detail skvrn



17. Dva psi na dálnici I, před restaurováním v paspartě, přední strana, detail skvrn



18. Dva psi na dálnici I, před restaurováním v paspartě, přední strana, detail skvrny



19. Dva psi na dálnici I, před restaurováním v paspartě, přední strana, detail skvrn



20. Dva psi na dálnici I, před restaurováním v paspartě, přední strana, detail skvrn



21. Dva psi na dálnici I, před restaurováním v paspartě, přední strana, detail vejce s vlasem



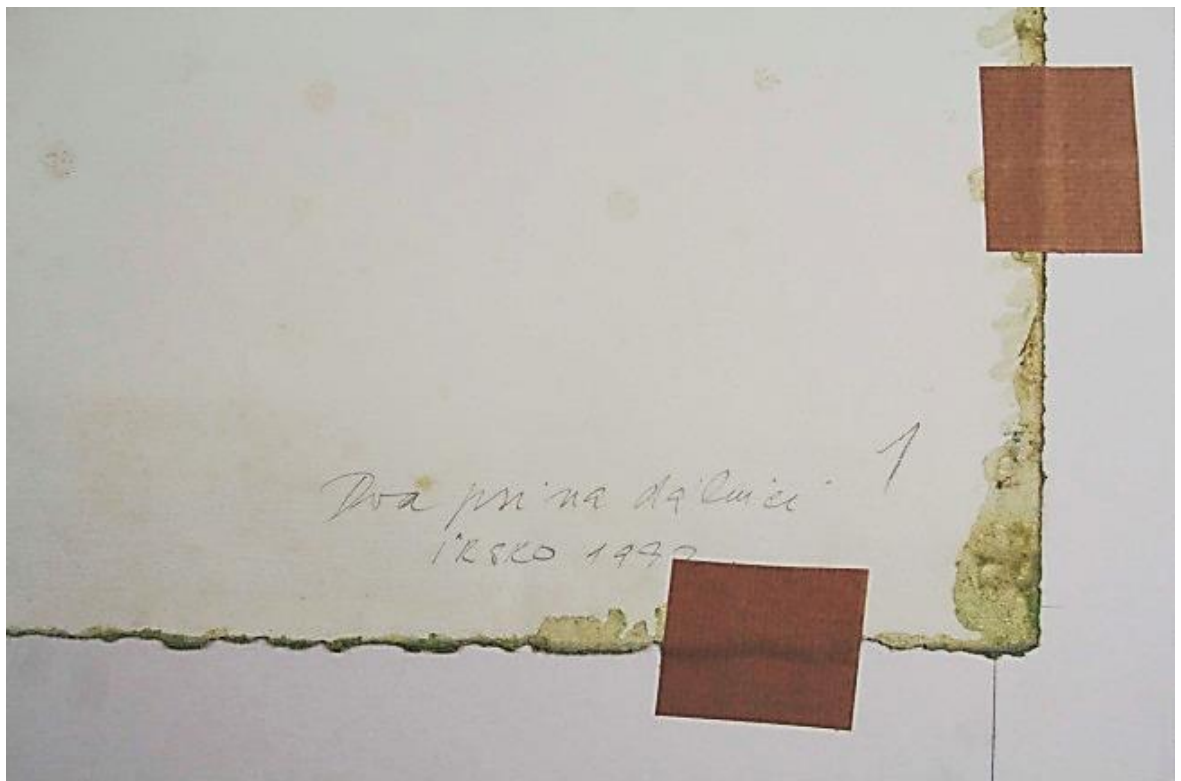
22. Dva psi na dálnici I, před restaurováním v paspartě, přední strana, detail vlasu štětce



23. Dva psi na dálnici I, před restaurováním v paspartě, přední strana, rušník muzejní



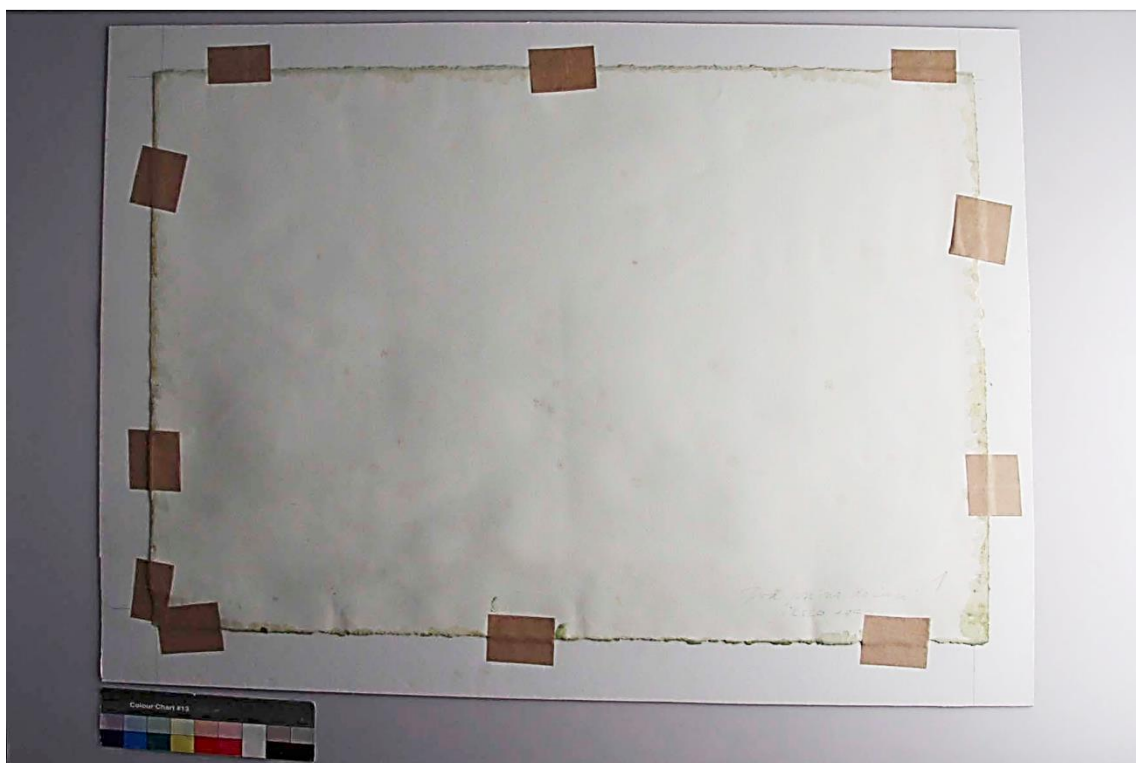
24. Dva psi na dálnici I, před restaurováním v paspartě, přední strana, rušník muzejní



25. Dva psi na dálnici I, před restaurováním v paspartě, zadní strana, detail, název díla



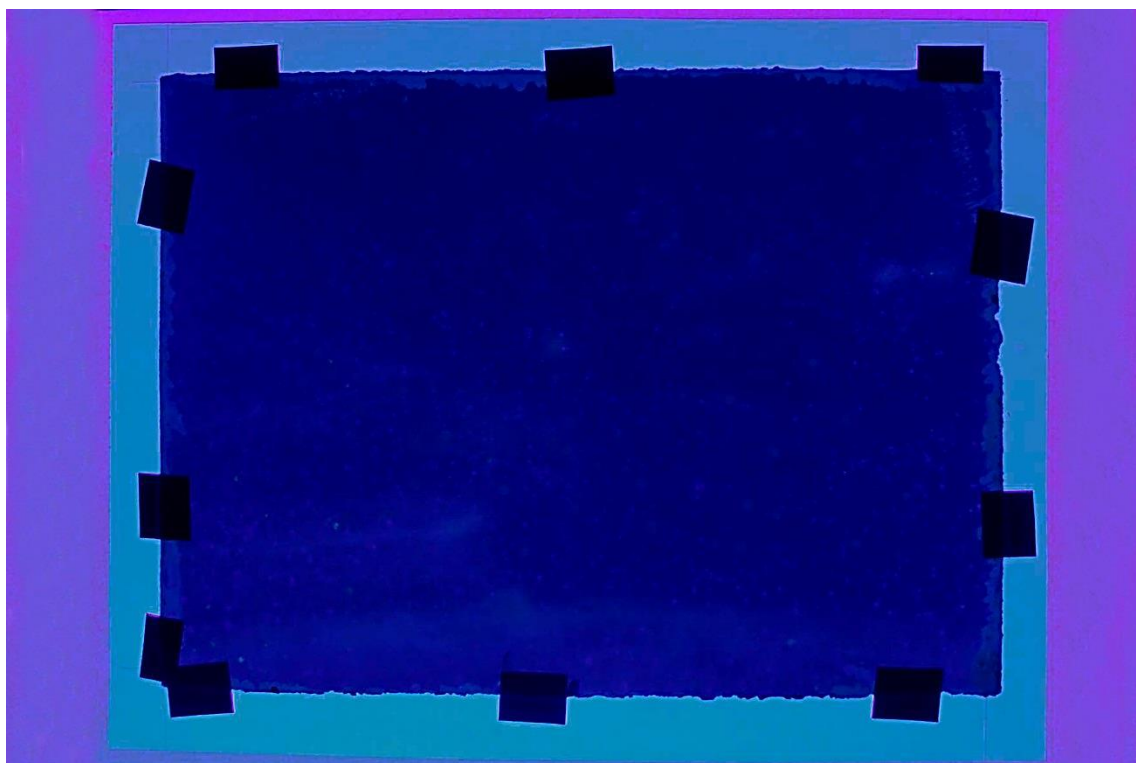
26. Dva psi na dálnici I, před restaurováním v paspartě, přední strana, boční osvětlení



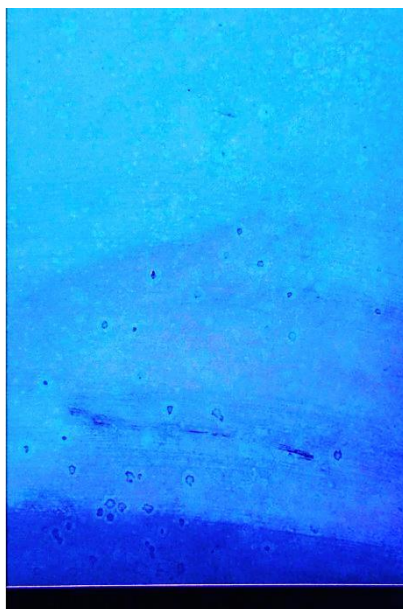
27. Dva psi na dálnici I, před restaurováním v paspartě, zadní strana, boční osvětlení



28. Dva psi na dálnici I, před restaurováním v paspartě, přední strana, UV světlo



29. Dva psi na dálnici I, před restaurováním v paspartě, zadní strana, UV světlo



30. Dva psi na dálnici I, před restaurováním v paspartě, přední strana, UV světlo, detail



31. Dva psi na dálnici II, před restaurováním v rámu, přední strana



32. Dva psi na dálnici II, před restaurováním v rámu, zadní strana



33. Dva psi na dálnici II, před restaurováním v rámu, přední strana, detail nečistot a poškození



34. Dva psi na dálnici II, před restaurováním v rámu, přední strana, detail nečistot a poškození



35. Dva psi na dálnici II, před restaurováním v paspartě, přední strana



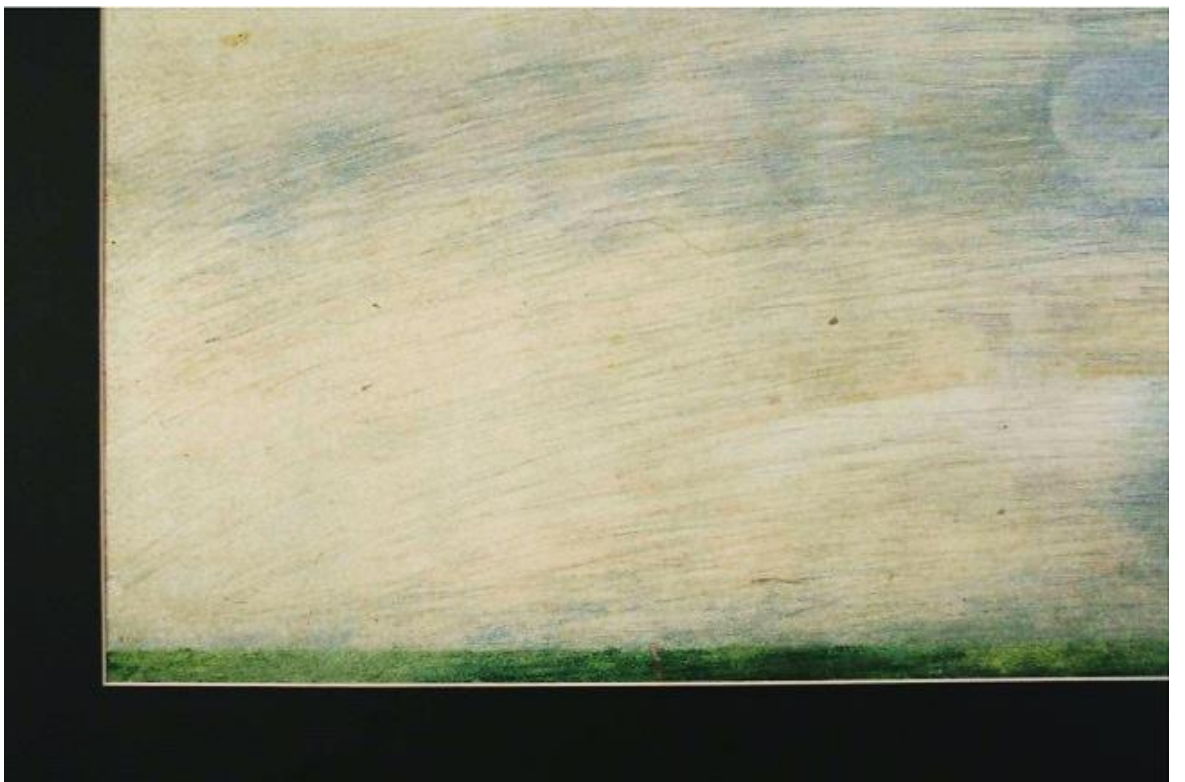
36. Dva psi na dálnici II, před restaurováním v paspartě, zadní strana



37. Dva psi na dálnici II, před restaurováním v paspartě, přední strana, detail poškození



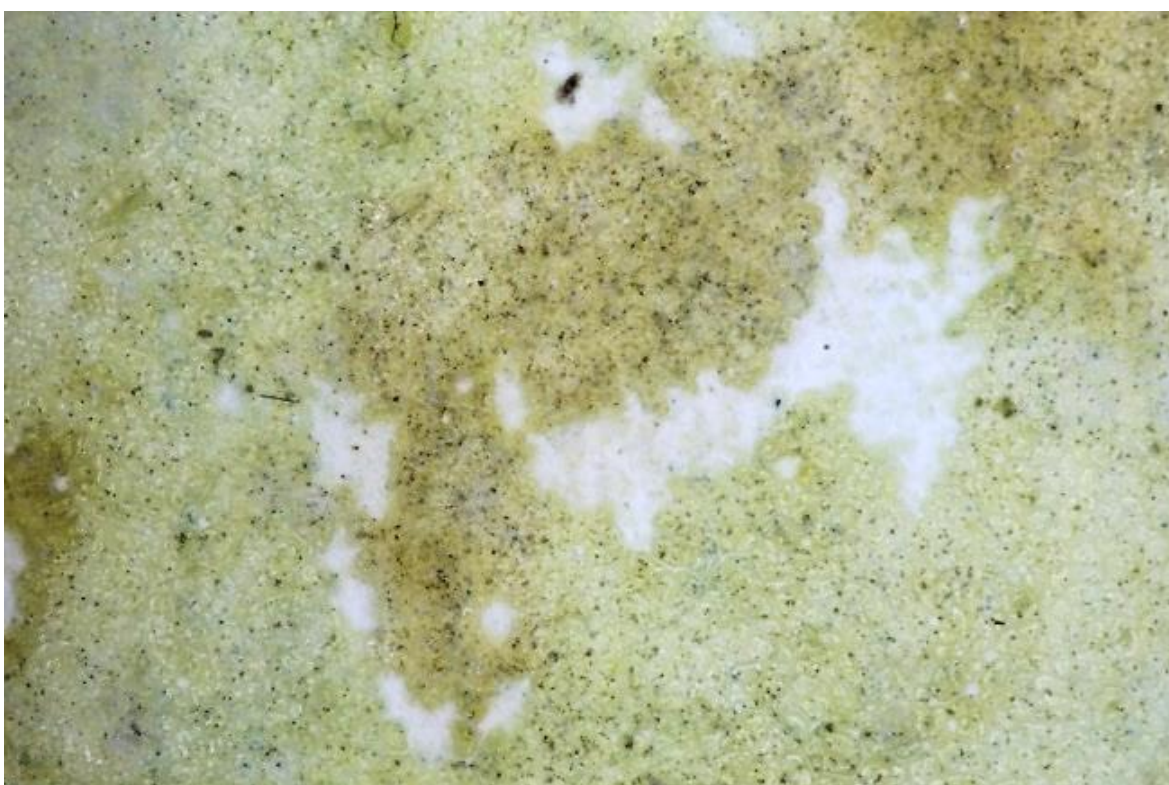
38. Dva psi na dálnici II, před restaurováním v paspartě, přední strana, detail poškození



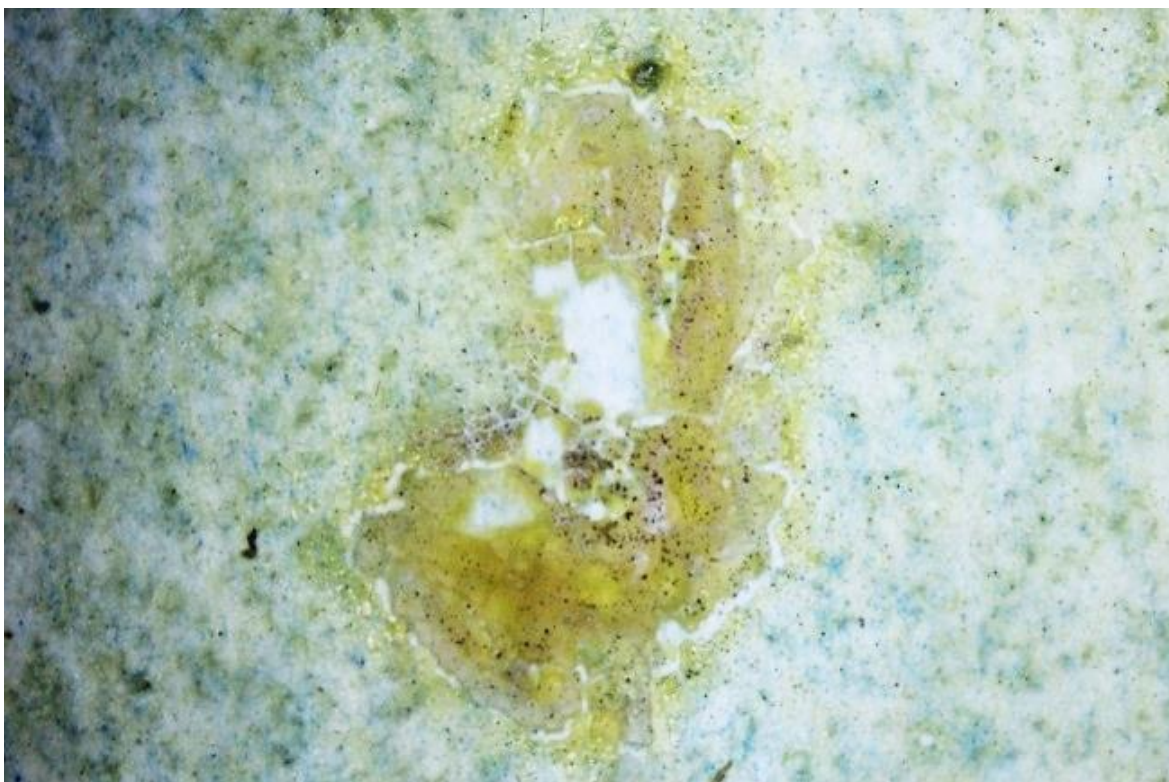
39. Dva psi na dálnici II, před restaurováním v paspartě, přední strana, detail poškození



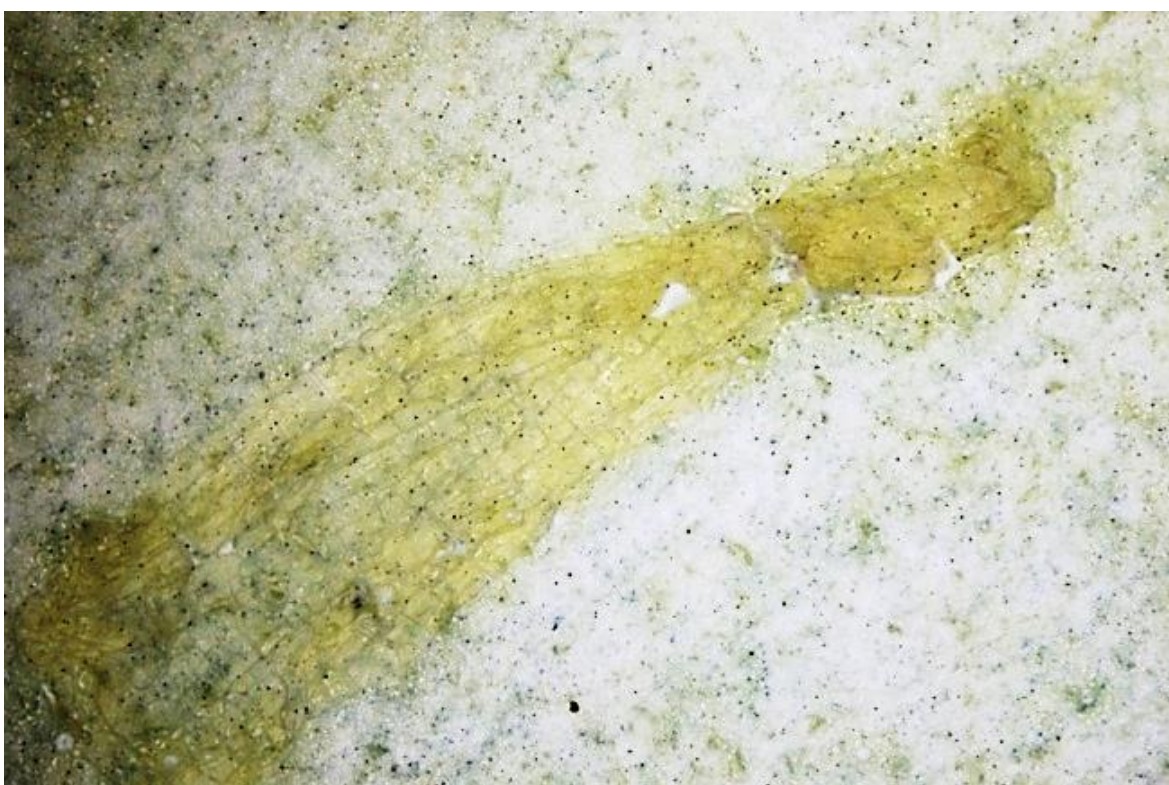
40. Dva psi na dálnici II, před restaurováním v paspartě, přední strana, detail vejce



41. Dva psi na dálnici II, před restaurováním v paspartě, přední strana, detail



42. Dva psi na dálnici II, před restaurováním v paspartě, přední strana, detail vejce



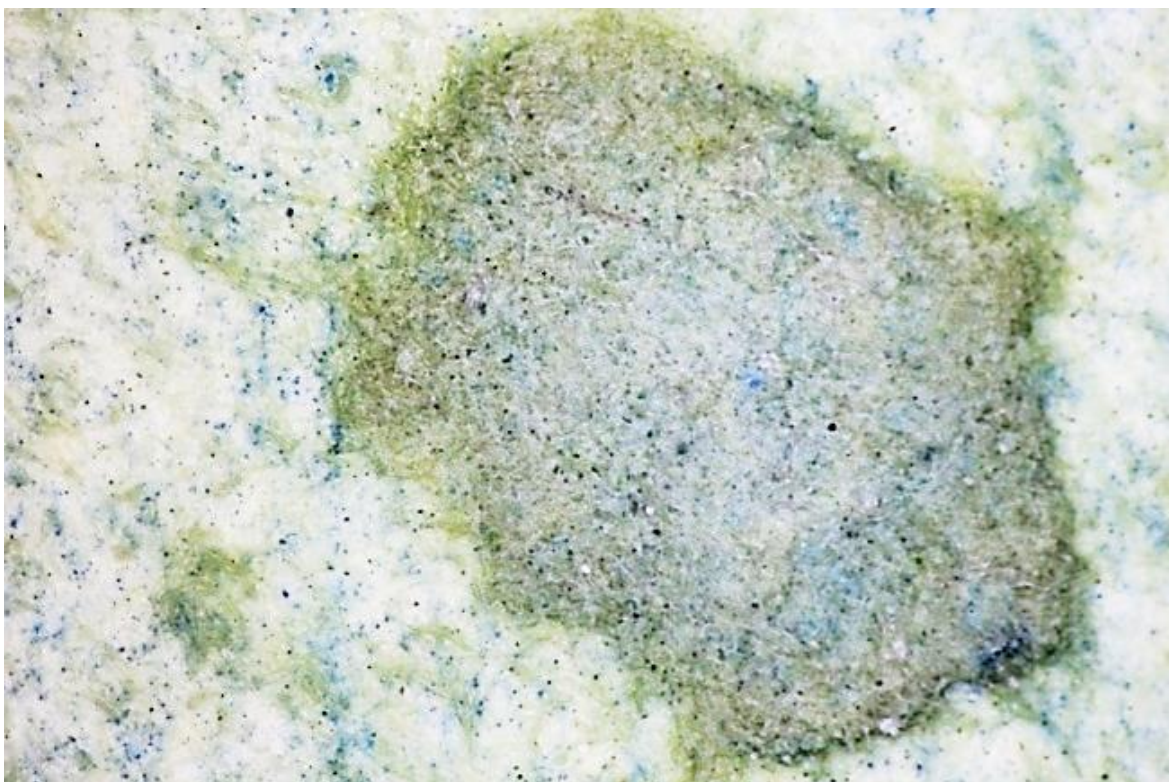
43. Dva psi na dálnici II, před restaurováním v paspartě, přední strana, detail vejce



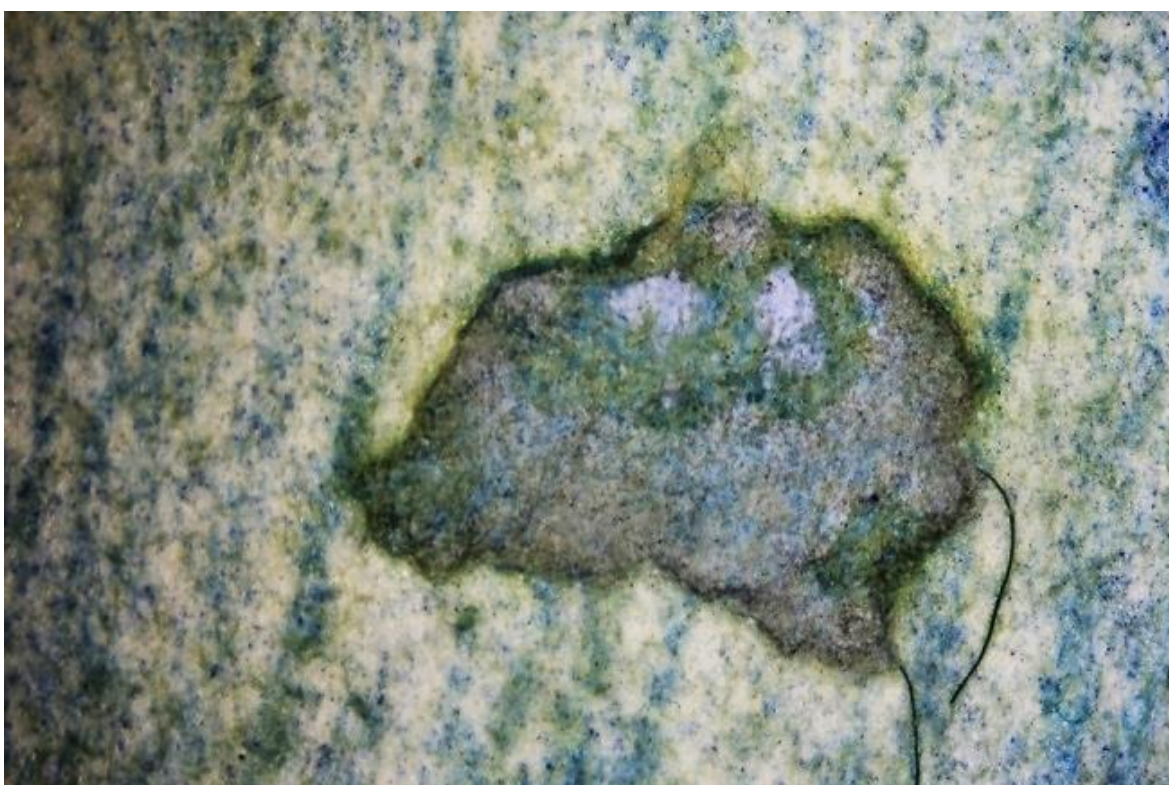
44. Dva psi na dálnici II, před restaurováním v paspartě, přední strana, detail vejce



45. Dva psi na dálnici II, před restaurováním v paspartě, přední strana, detail skvrny



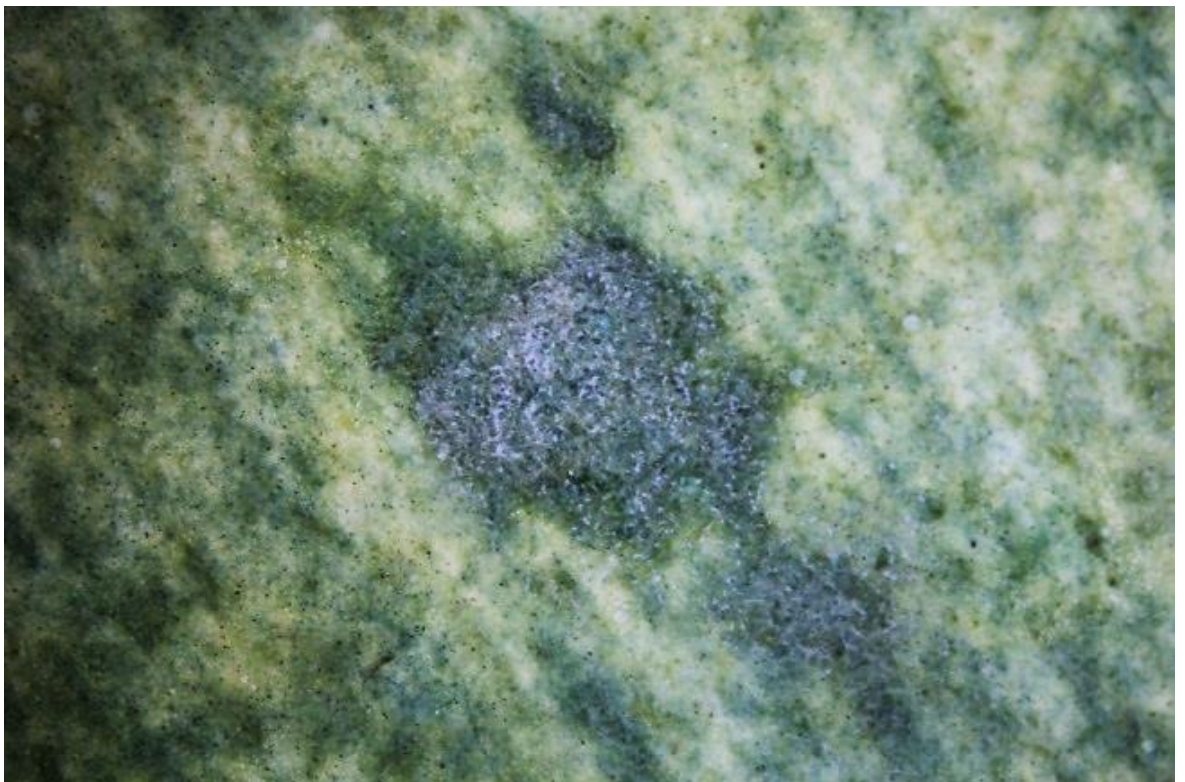
46. Dva psi na dálnici II, před restaurováním v paspartě, přední strana, detail skvrny



47. Dva psi na dálnici II, před restaurováním v paspartě, přední strana, detail skvrny s vlasem



48. Dva psi na dálnici II, před restaurováním v paspartě, přední strana, detail skvrny



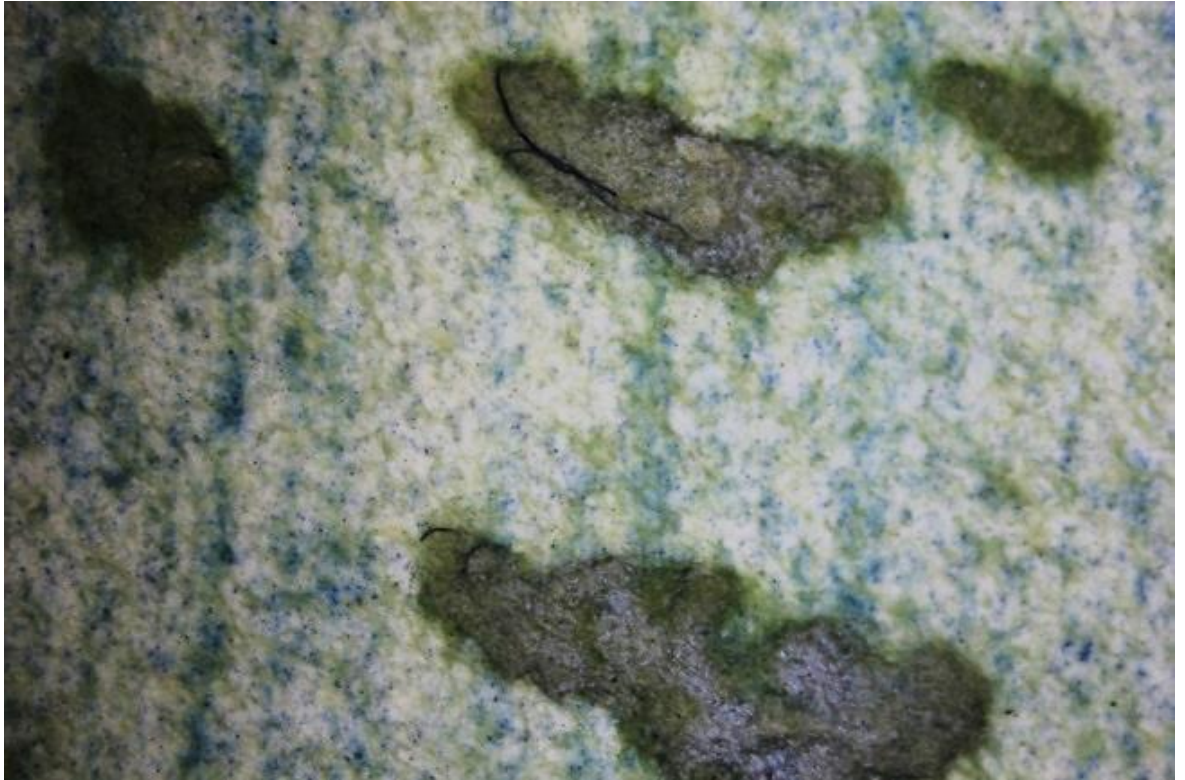
49. Dva psi na dálnici II, před restaurováním v paspartě, přední strana, detail skvrny



50. Dva psi na dálnici II, před restaurováním v paspartě, přední strana, detail skvrny



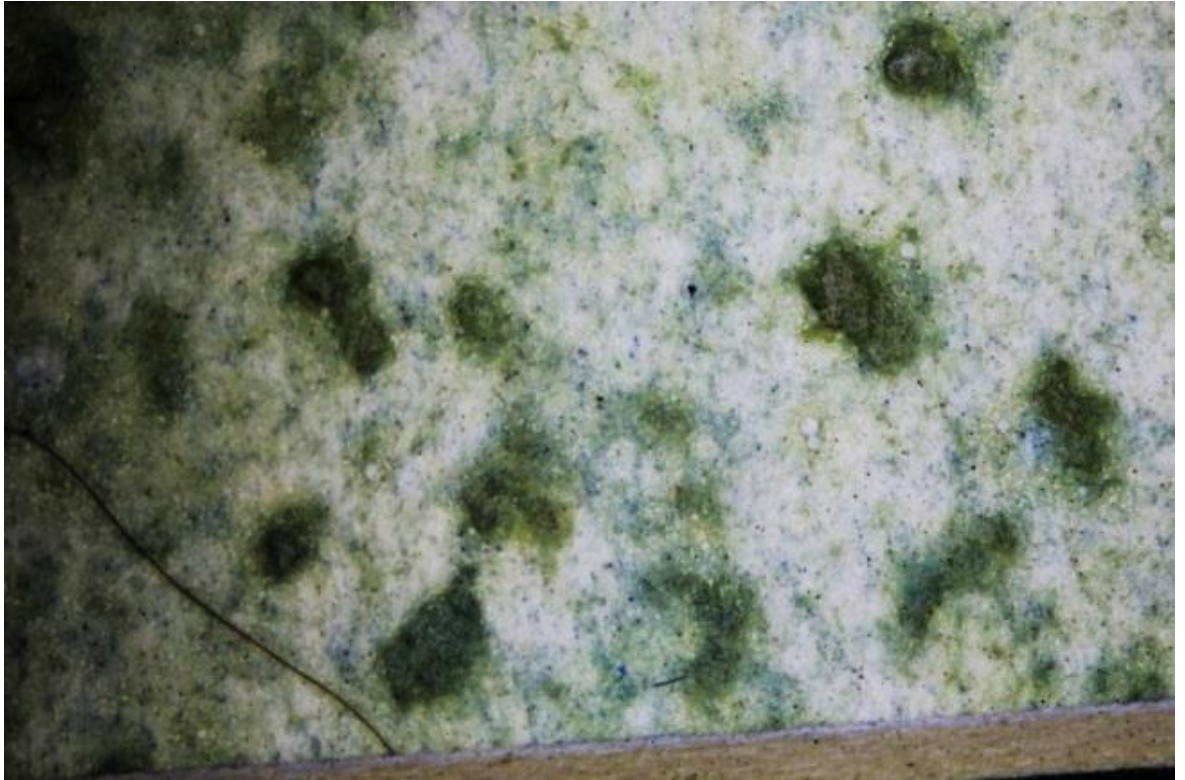
51. Dva psi na dálnici II, před restaurováním v paspartě, přední strana, detail skvrny



52. Dva psi na dálnici II, před restaurováním v paspartě, přední strana, detail skvrny s vlasem



53. Dva psi na dálnici II, před restaurováním v paspartě, přední strana, detail skvrny



54. Dva psi na dálnici II, před restaurováním v paspartě, přední strana, detail skvrn



55. Dva psi na dálnici II, před restaurováním v paspartě, přední strana, detail skvrny



56. Dva psi na dálnici II, před restaurováním v paspartě, přední strana, detail skořápky



57. Dva psi na dálnici II, před restaurováním v paspartě, přední strana, detail skořápky



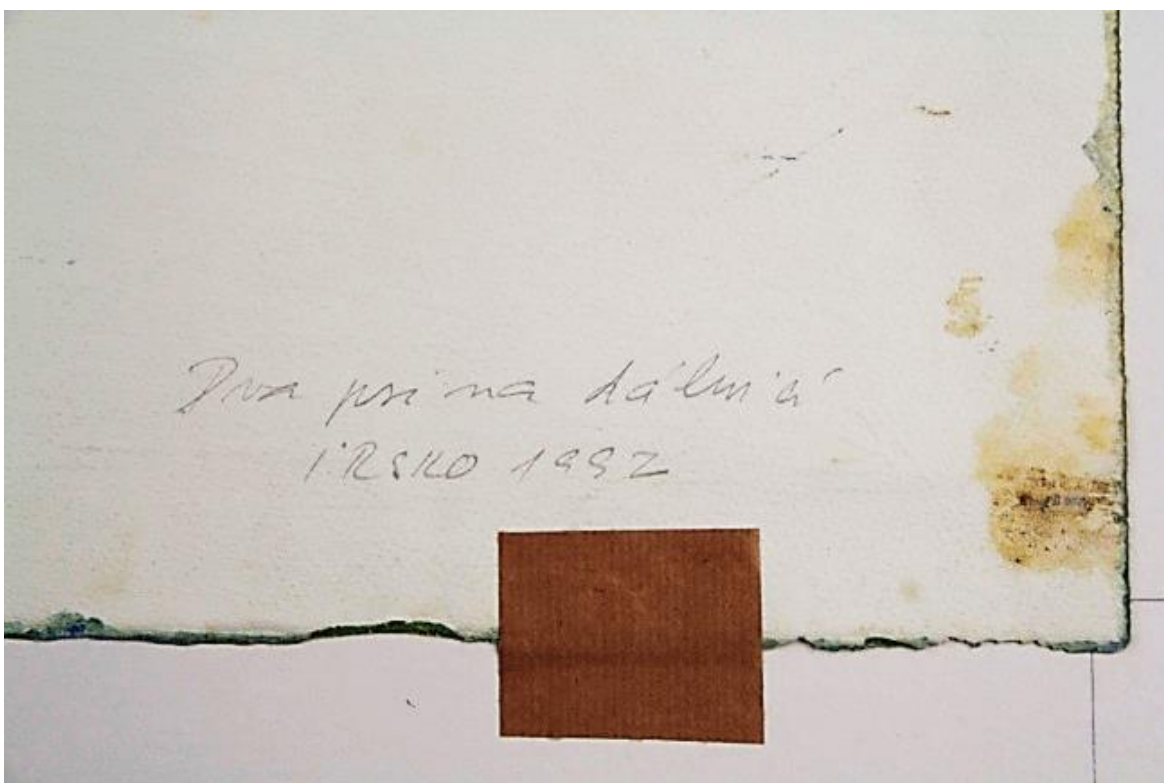
58. Dva psi na dálnici II, před restaurováním v paspartě, přední strana, detail vlasu ze štětce



59. Dva psi na dálnici II, před restaurováním v paspartě, přední strana, detail rušníka muzejního



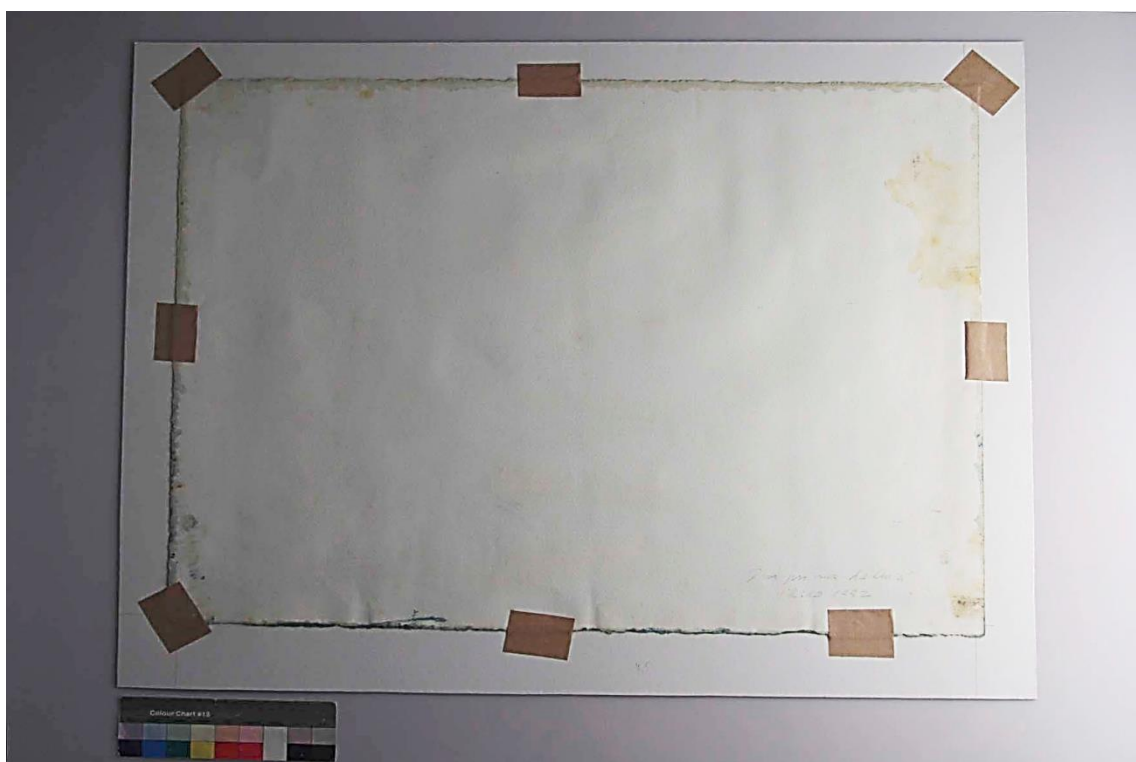
60. Dva psi na dálnici II, před restaurováním v paspartě, přední strana, detail rušního muzejního



61. Dva psi na dálnici II, před restaurováním v paspartě, přední strana, detail, název díla



62. Dva psi na dálnici II, před restaurováním v paspartě, přední strana, boční světlo



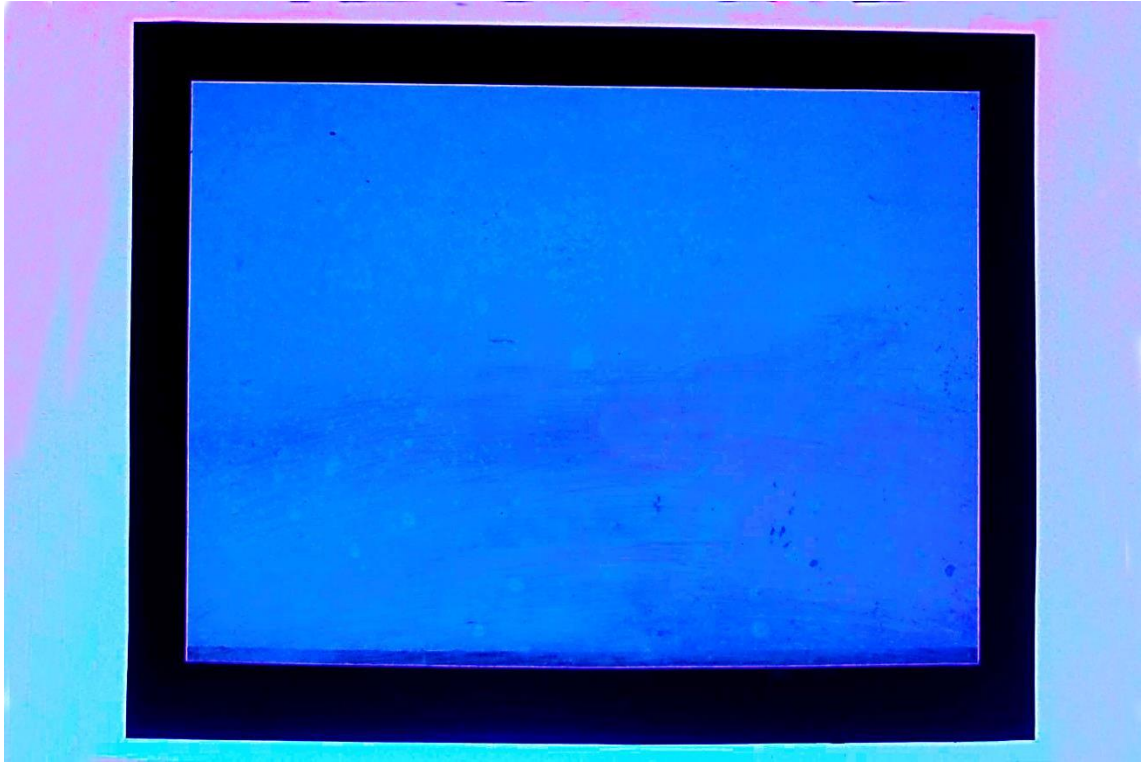
63. Dva psi na dálnici II, před restaurováním v paspartě, zadní strana, boční světlo



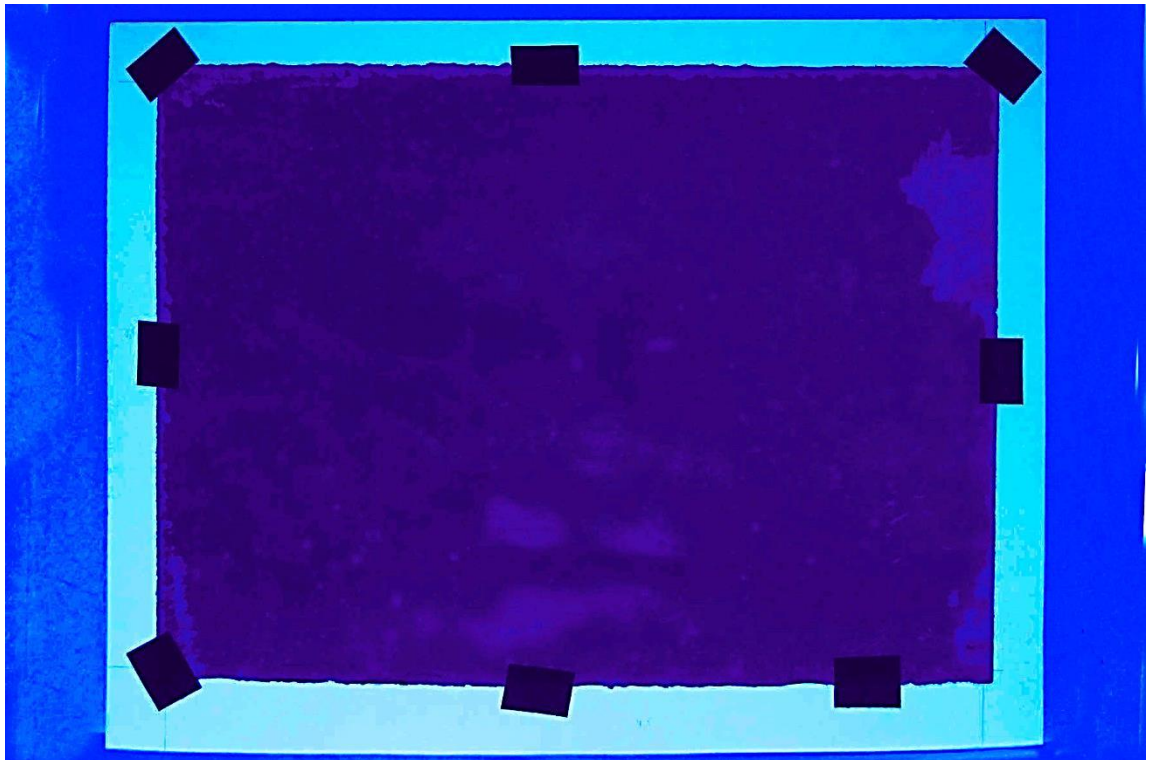
64. Dva psi na dálnici II, před restaurováním v paspartě, přední strana, boční světlo, detail



65. Dva psi na dálnici II, před restaurováním v paspartě, přední strana, boční světlo, detail



66. Dva psi na dálnici II, před restaurováním v paspartě, přední strana, UV světlo



67. Dva psi na dálnici II, před restaurováním v paspartě, zadní strana, UV světlo



68. Dva psi na dálnici II, před restaurováním, přední strana, prosvětlená průsvitka



69. Dva psi na dálnici II, před restaurováním, přední strana, detail zateklin a průsvitky



70. Dva psi na dálnici II, před restaurováním, přední strana, průsvitka



71. Dva psi na dálnici I, před restaurováním, přední strana, detail na hlodavcem vykousané části



72. Dva psi na dálnici I, před restaurováním, přední strana, detail na hlodavcem vykousané části



73. Dva psi na dálnici I, před restaurováním, přední strana, detail na hlodavcem vykousané části



74. Dva psi na dálnici II, před restaurováním, přední strana, detail vyrytého podpisu *SÍK*



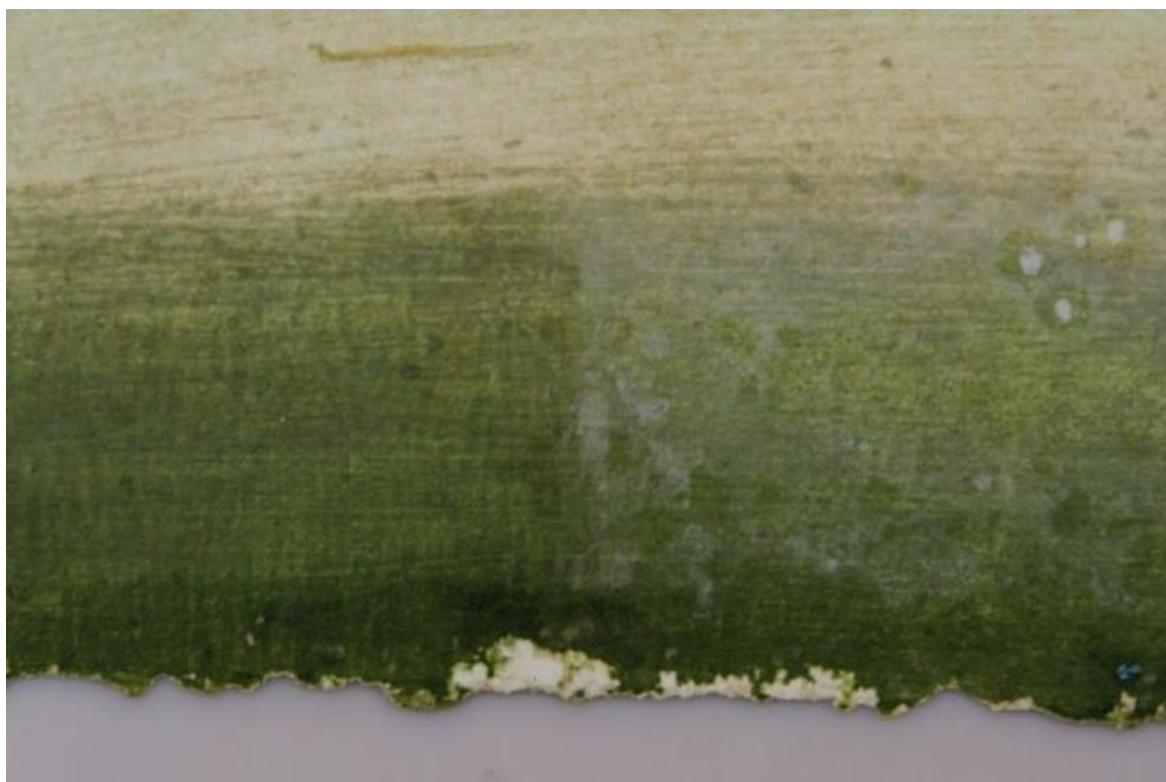
75. Dva psi na dálnici II, před restaurováním, zadní strana, detail zbytků novin



76. Dva psi na dálnici II, po restaurování, zadní strana, detail zbytků novin



77. Dva psi na dálnici I, čištění do jedné třetiny



78. Dva psi na dálnici I, čištění do jedné třetiny, detail



79. Dva psi na dálnici I, čištění do jedné třetiny, detail



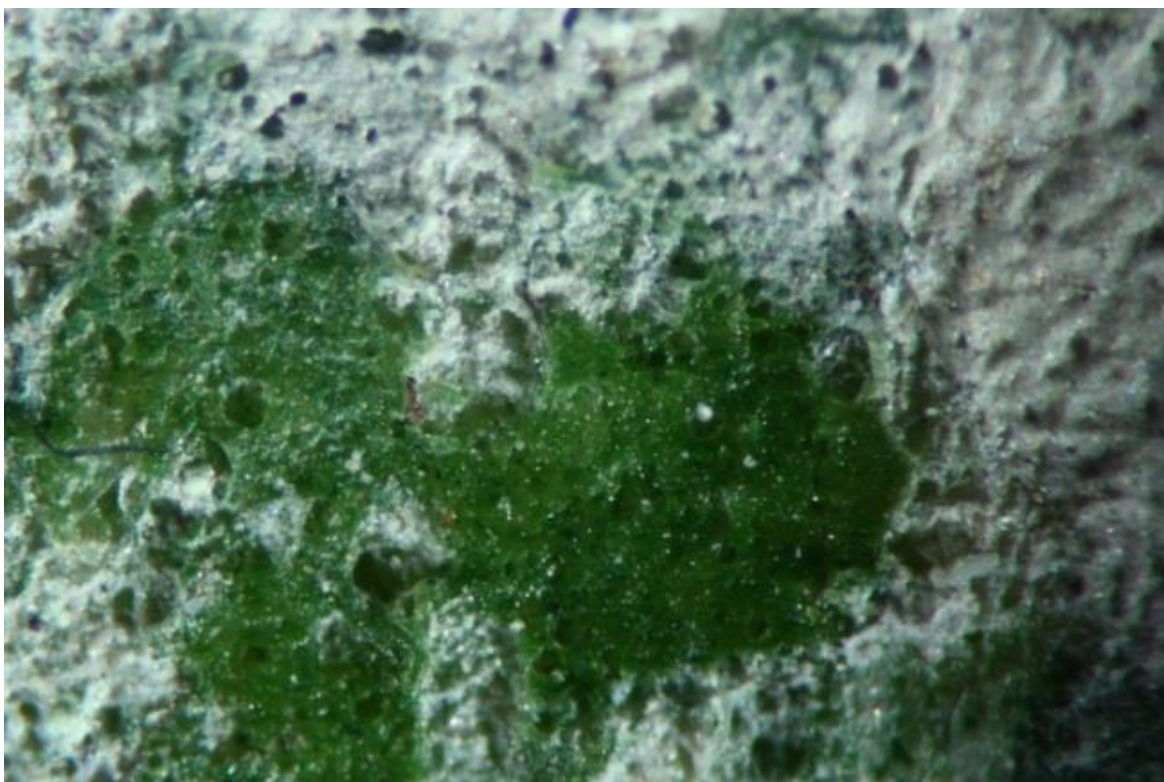
80. Dva psi na dálnici I, zvětšení 100x



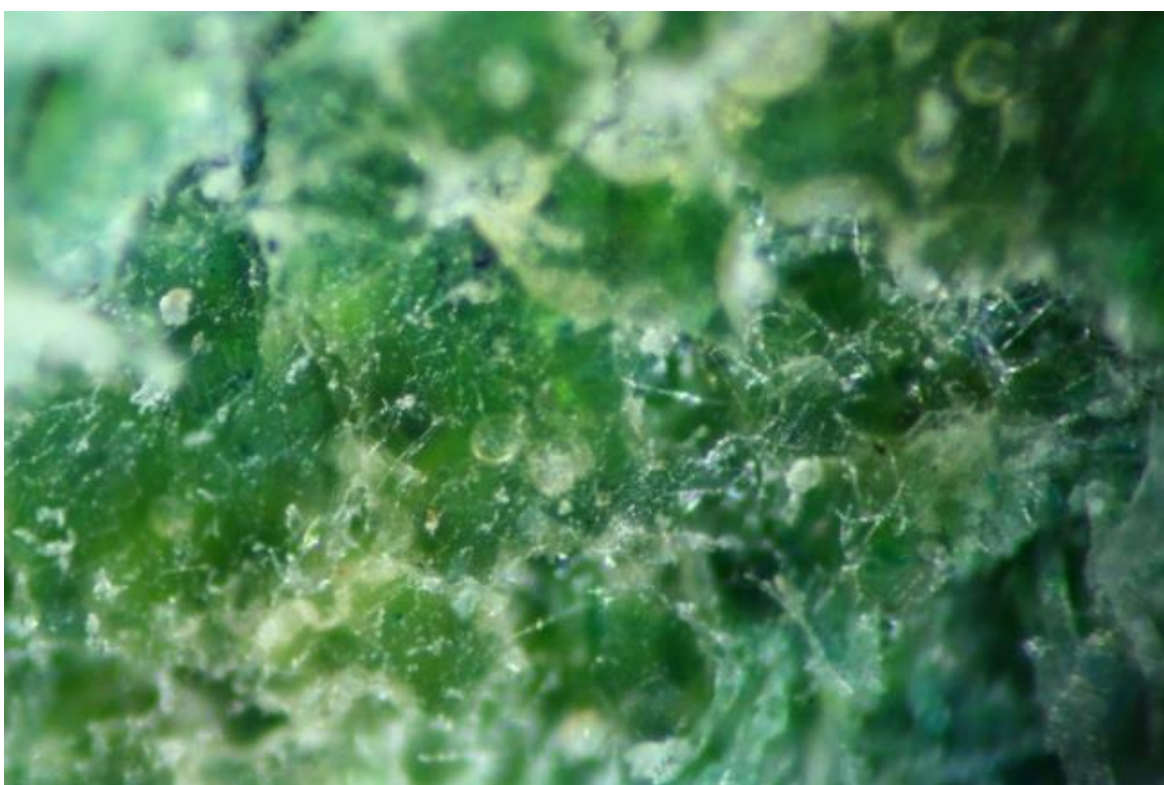
81. Dva psi na dálnici I, zvětšení 100x



82. Vzorky, zvětšení 100x



83. Vzorok, zväčšenie 100x



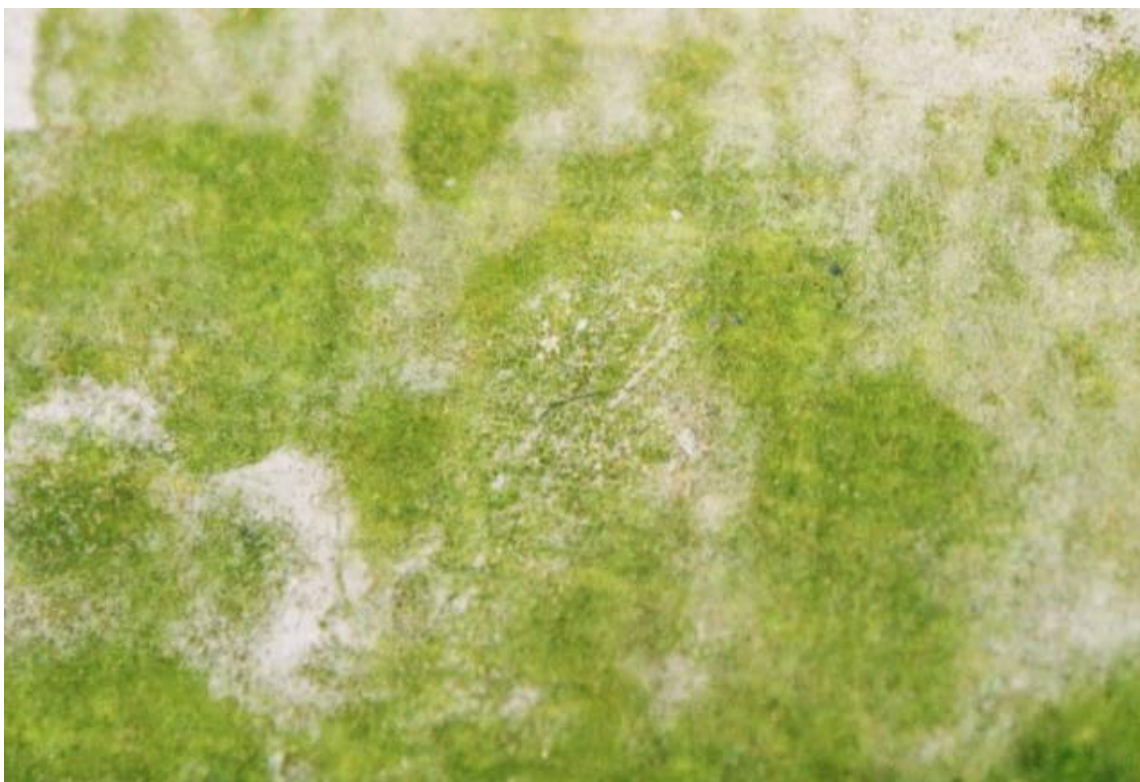
84. Dva psi na dálnici II, zväčšenie 100x



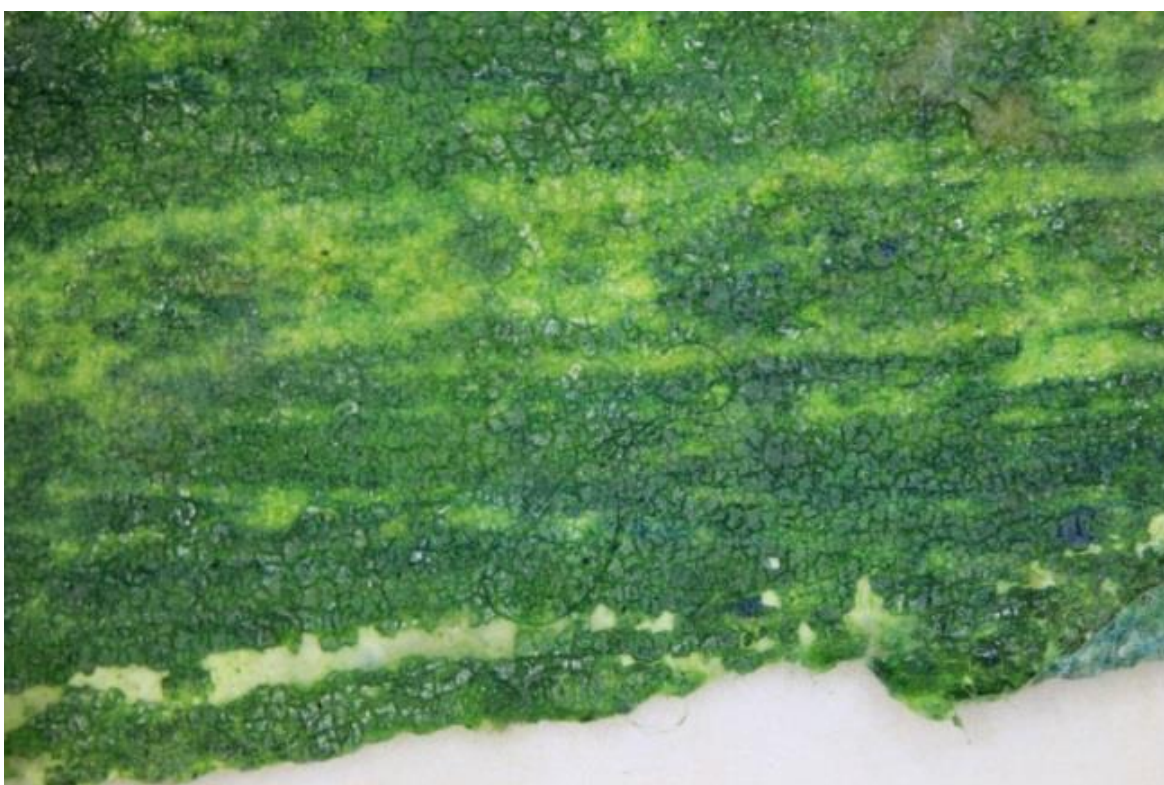
85. Vzorky, zvětšení 100x



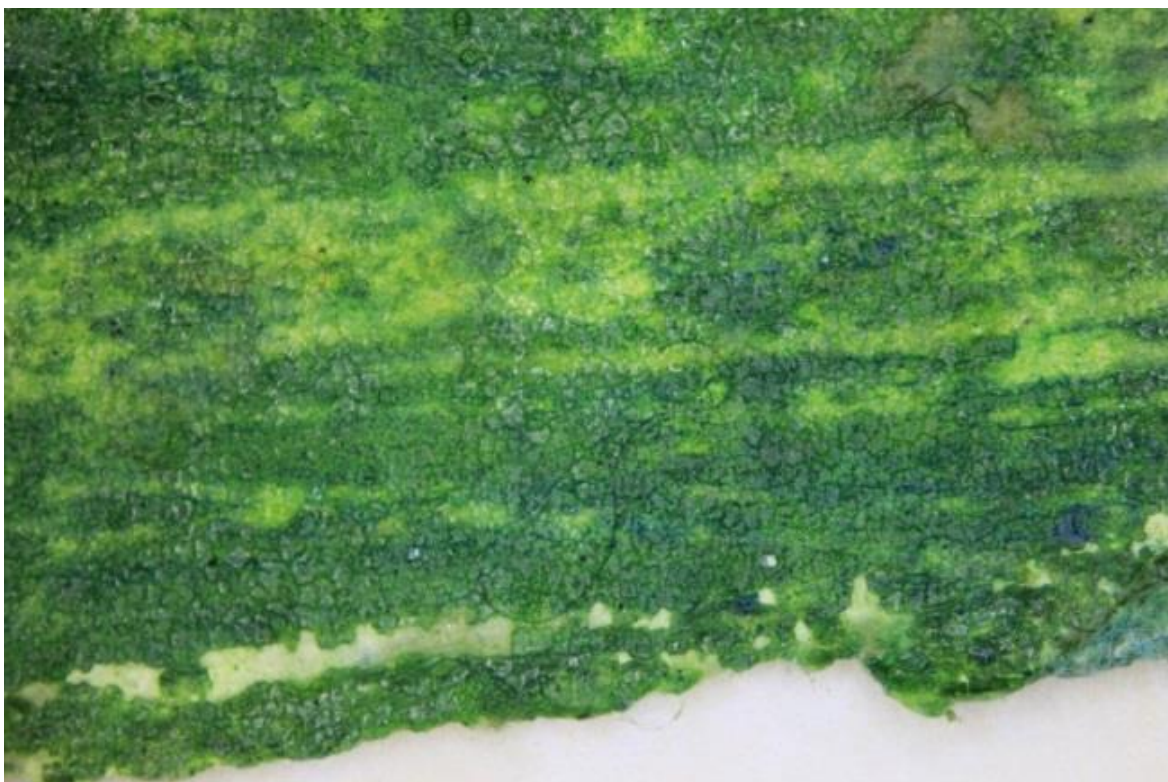
86. Dva psi na dálnici I, zkoušky mechanického čištění – před použitím



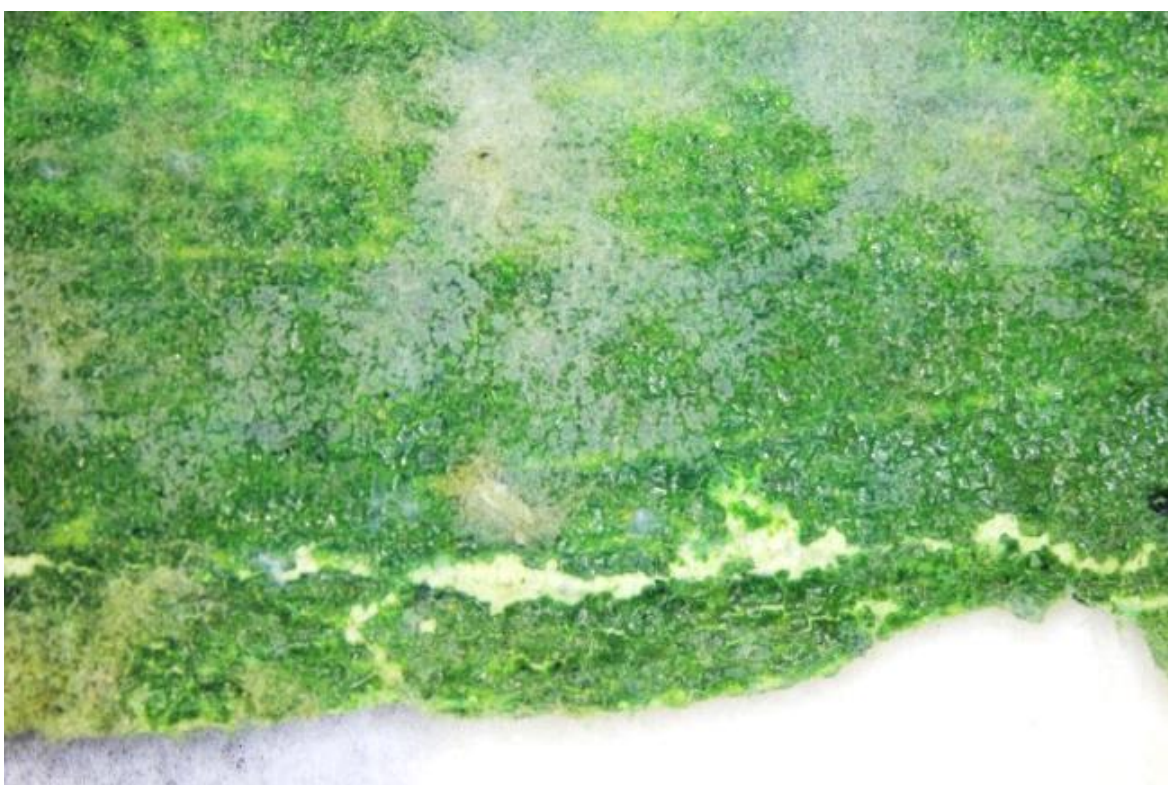
87. Dva psi na dálnici I, zkoušky mechanického čištění – po použití



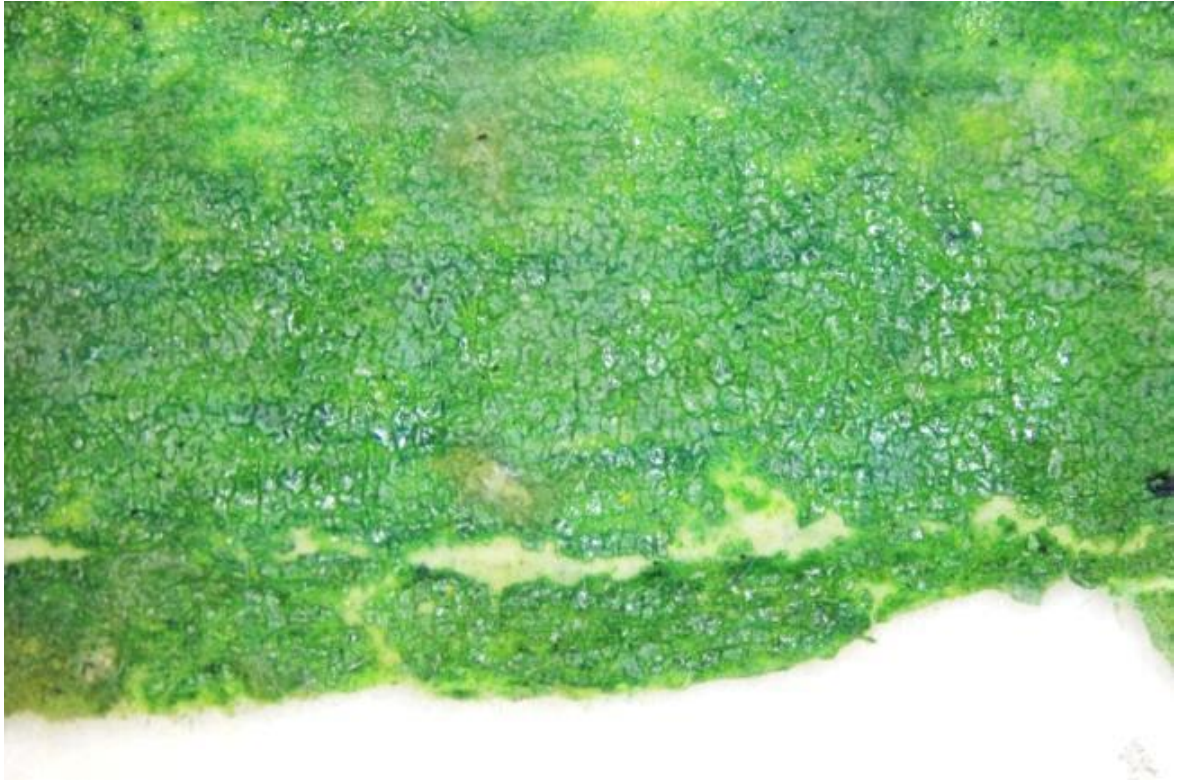
88. Dva psi na dálnici I, zkoušky čištění vodou – před použitím



89. Dva psi na dálnici I, zkoušky čištění vodou – po použití



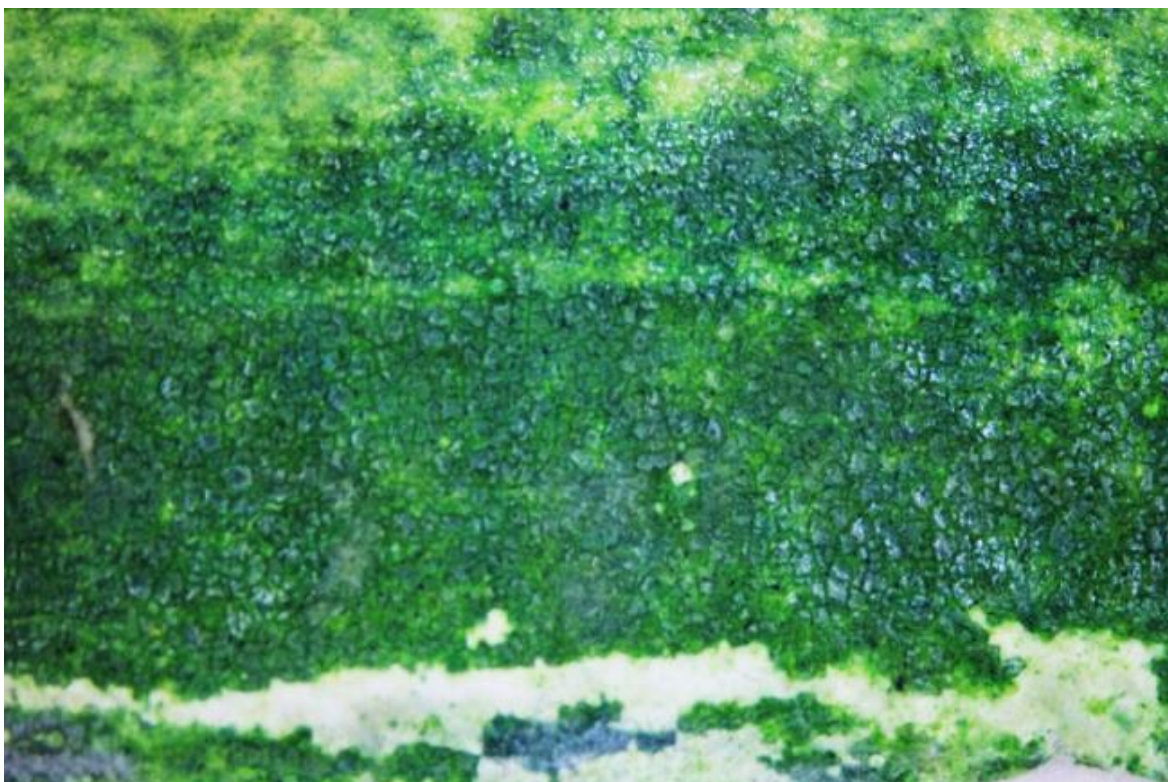
90. Dva psi na dálnici I, zkoušky čištění etanolu – před použitím



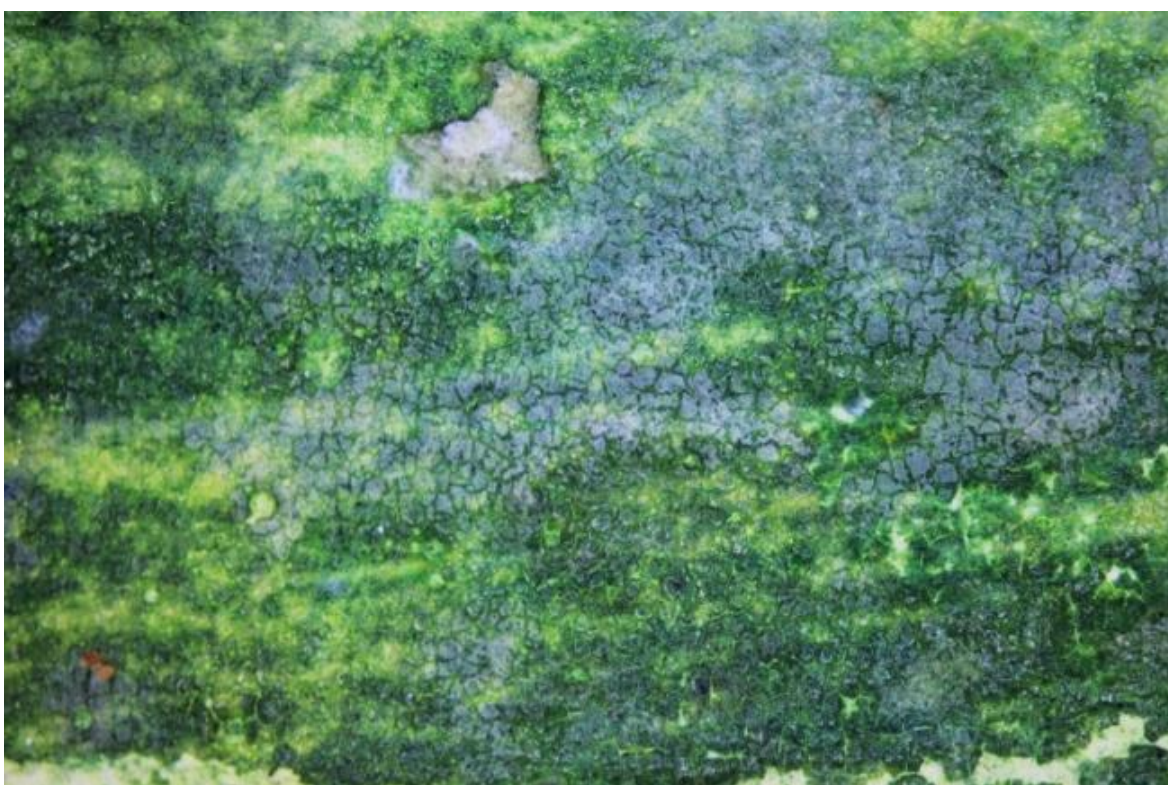
91. Dva psi na dálnici I, zkoušky čištění etanolu – po použití



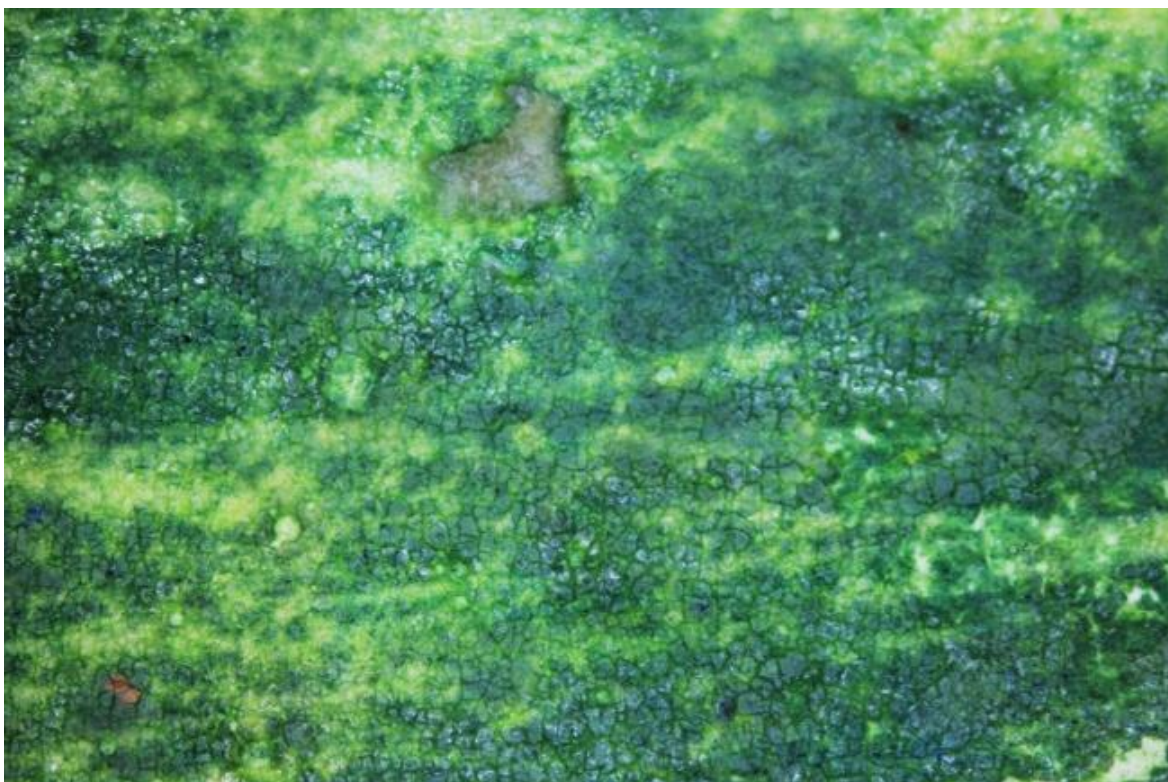
92. Dva psi na dálnici I, zkoušky čištění 5% kyselinou citrónovou – před použitím



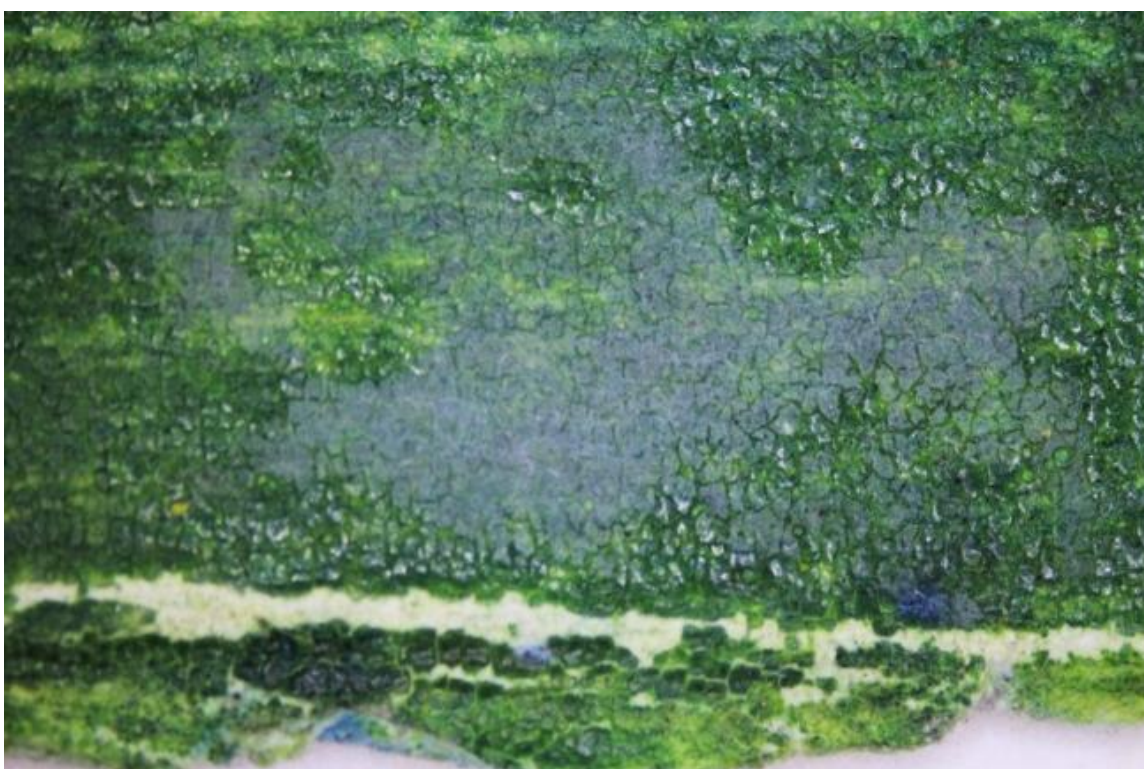
93. Dva psi na dálnici I, zkoušky čištění 5% kyselinou citrónovou – po použití



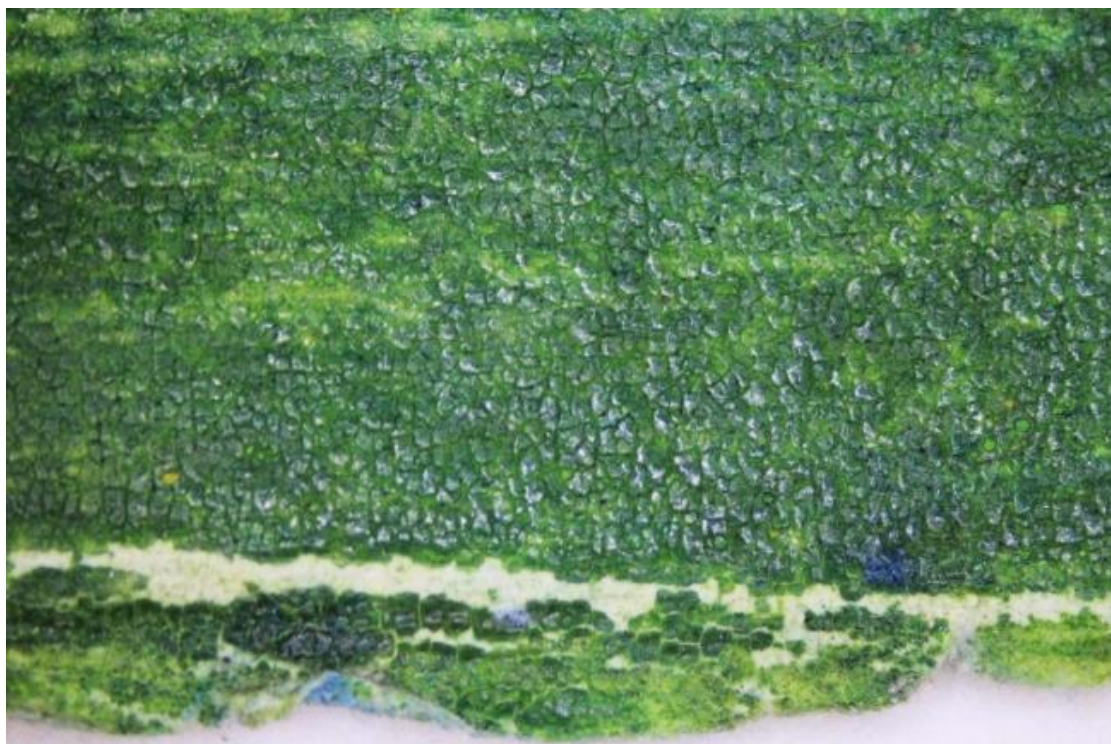
94. Dva psi na dálnici I, zkoušky čištění rigidní gel z agarózy – před použitím



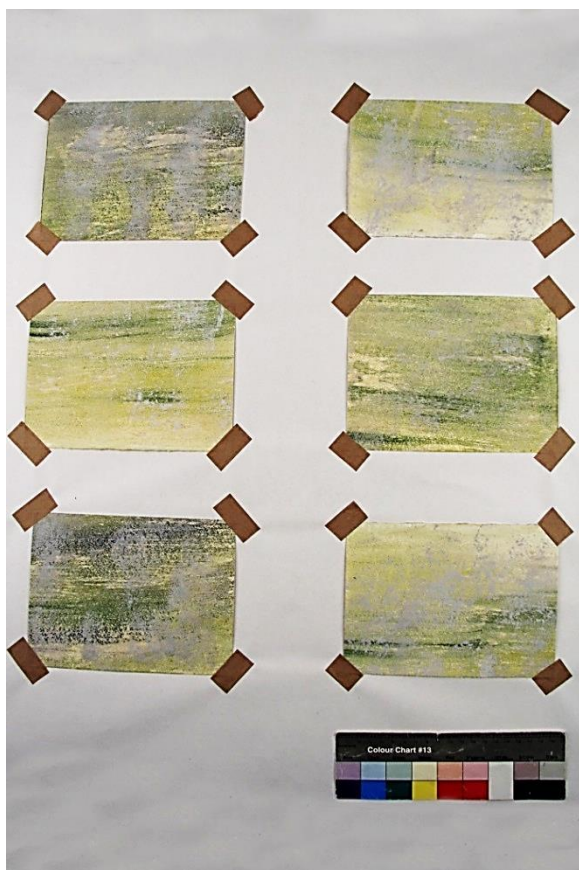
95. Dva při na dálnici I, zkoušky čištění rigidní gel z agarózy – po použití



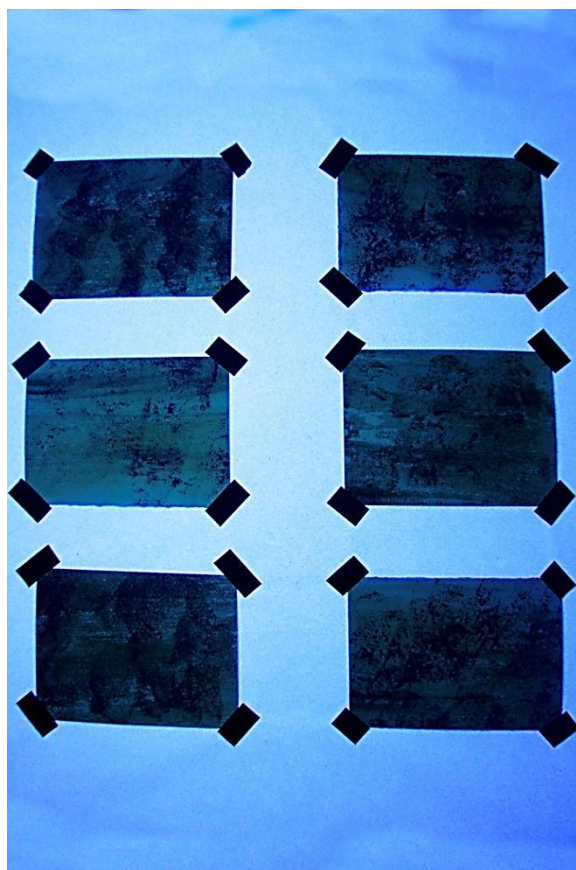
96. Dva psi na dálnici I, zkoušky čištění elektrickou tepelně regulovatelnou špachtlí
– před použitím



97. Dva psi na dálnici I, zkoušky čištění elektrickou tepelně regulovatelnou špachtlí – po použití



98. Vzorky se skvrnami



99. Vzorky se skvrnami v UV světle



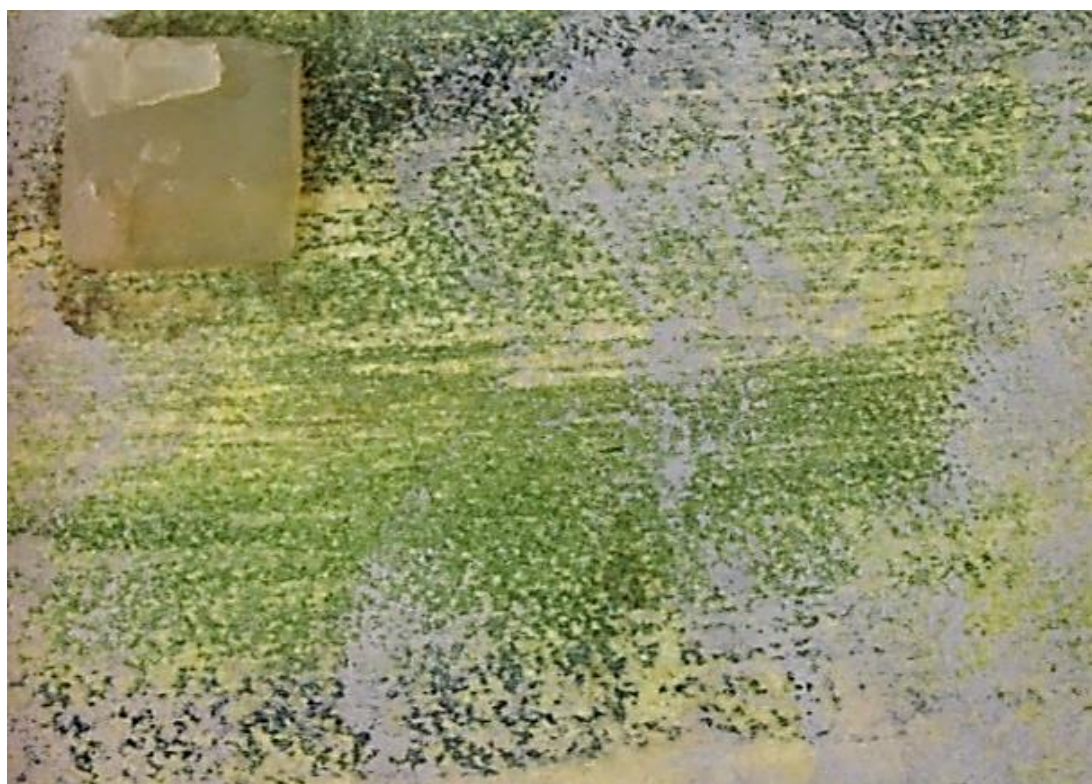
100. Vzorok, čištění vodou



101. Vzorok, čištění etanolem



102. Vzorky čištění 1% kyselinou citrónovou, 5% kyselinou citrónovou



103. Vzorky, čištění rigidním gelem z agaru



104. Vzorok, čištění rigidním gelem z agarózy



105. Vzorok, čištění rigidním gelem z želatiny



106. Dva psi na dálnici I, stav po žehlení



107. Dva psi na dálnici I, stav po žehlení, detail



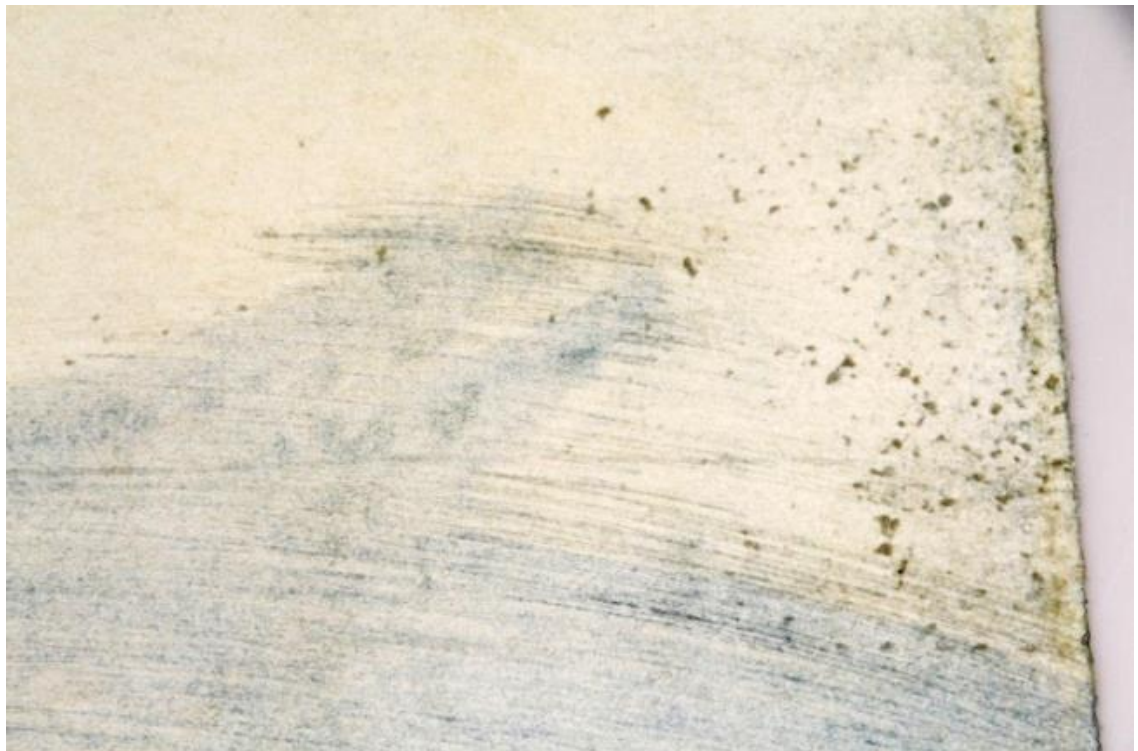
108. Dva psi na dálnici I, stav po žehlení, detail



109. Dva psi na dálnici II, stav po žehlení



110. Dva psi na dálnici II, stav po žehlení, detail



111. Dva psi na dálnici II, stav po žehlení, detail



112. Dva psi na dálnici I, stav po tmelení



113. Dva psi na dálnici I, stav po tmelení, detail



114. Dva psi na dálnici I, stav po tmelení, detail



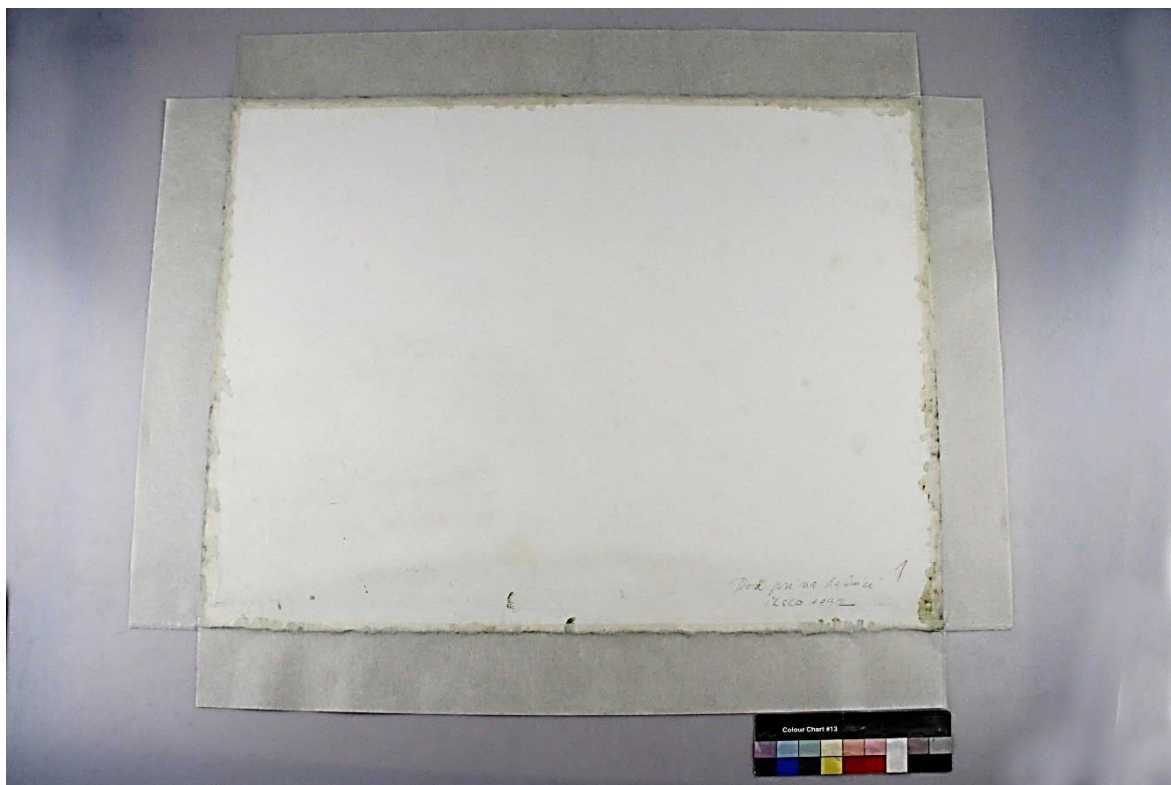
115. Dva psi na dálnici II, stav po tmelení



116. Dva psi na dálnici II, stav po tmelení, detail



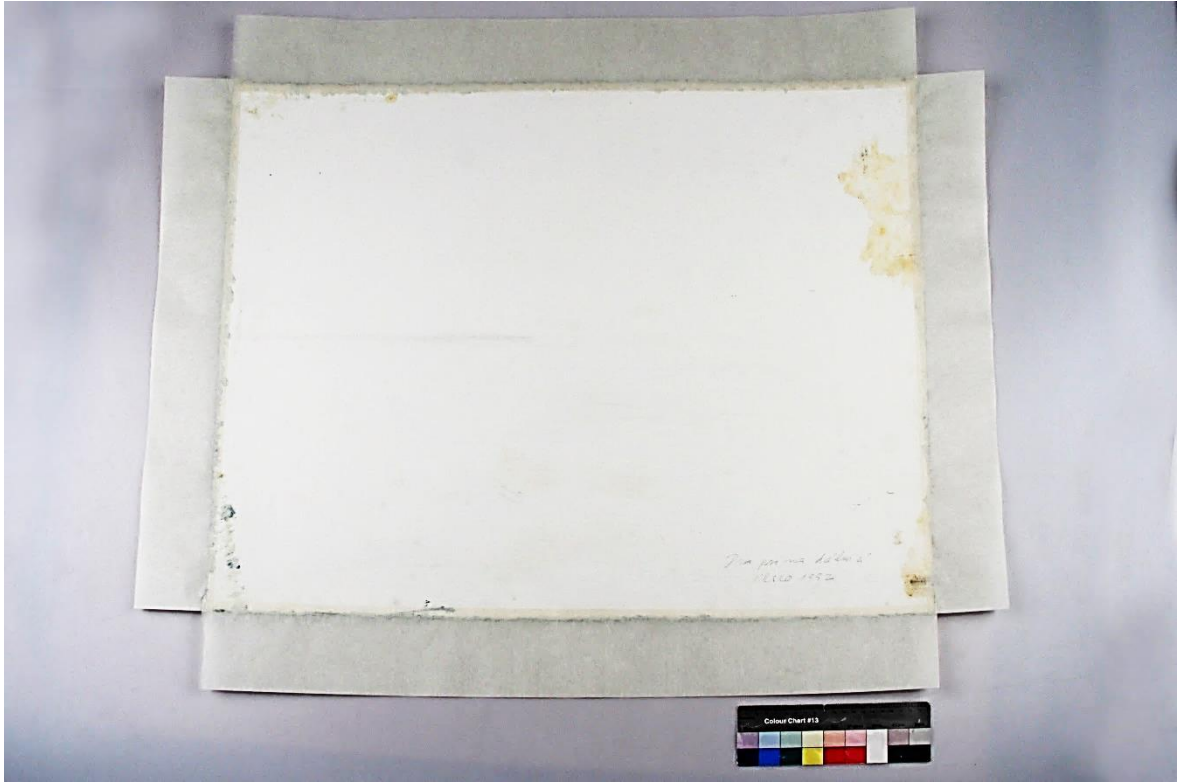
117. Dva psi na dálnici I, stav po nalepení japonských proužků, přední strana



118. Dva psi na dálnici I, stav po nalepení japonských proužků, zadní strana



119. Dva psi na dálnici II, stav po nalepení japonských proužků, přední strana



120. Dva psi na dálnici II, stav po nalepení japonských proužků, zadní strana



121. Dva psi na dálnici I, průběh retuší



122. Dva psi na dálnici I, napnutí na lepenku a retuš, přední strana



123. Dva psi na dálnici I, napnutí na lepenku a retuš, přední strana, detail



124. Dva psi na dálnici I, napnutí na lepenku a retuš, přední strana, detail



125. Dva psi na dálnici I, napnutí na lepenku a retuš, přední strana, detail



126. Dva psi na dálnici II, napnutí na lepenku a retuš, přední strana



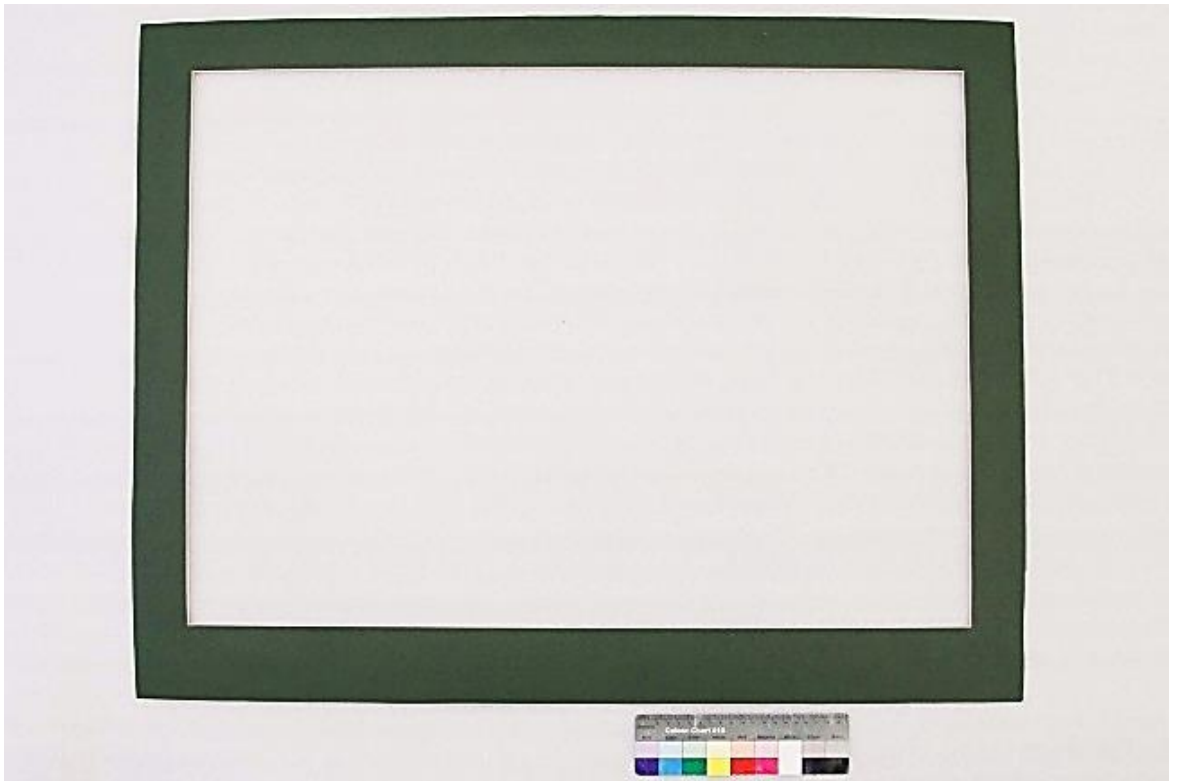
127. Dva psi na dálnici II, napnutí na lepenku a retuš, přední strana, detail



128. Dva psi na dálnici II, napnutí na lepenku a retuš, přední strana, detail



129. Dva psi na dálnici II, napnutí na lepenku a retuš, přední strana, detail



130. Dva psi na dálnici I, pasparta před restaurováním, přední strana



131. Dva psi na dálnici I, pasparta před restaurováním, zadní strana



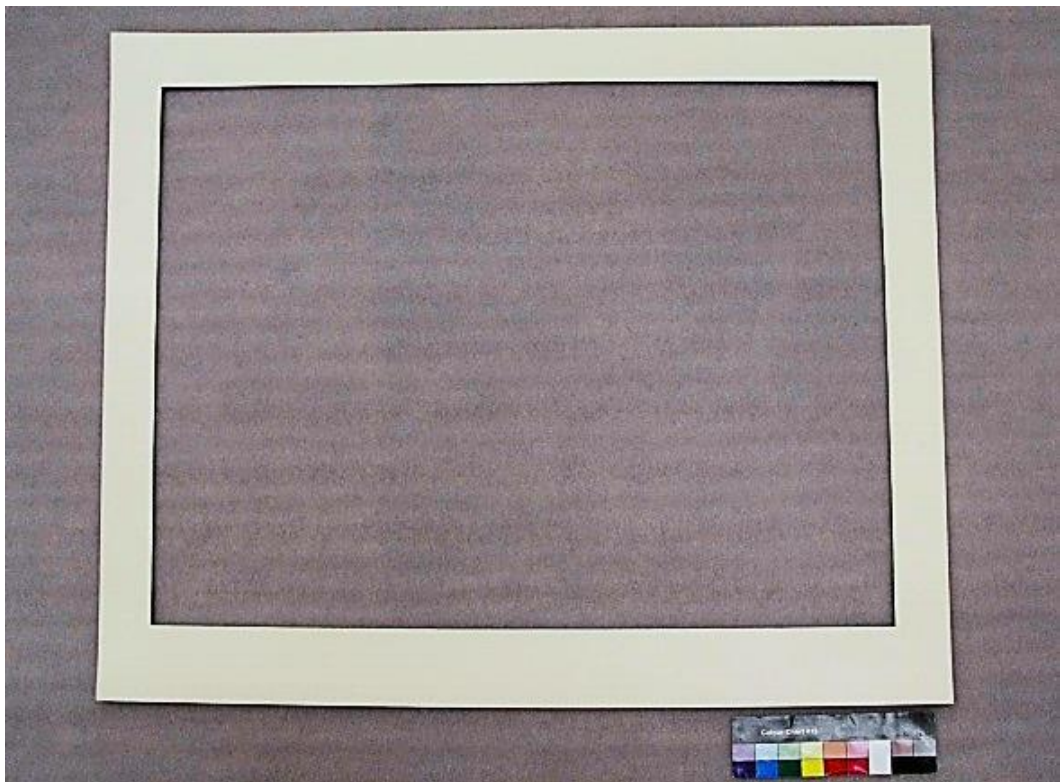
132. Dva psi na dálnici I, pasparta před restaurováním, přední strana, detail



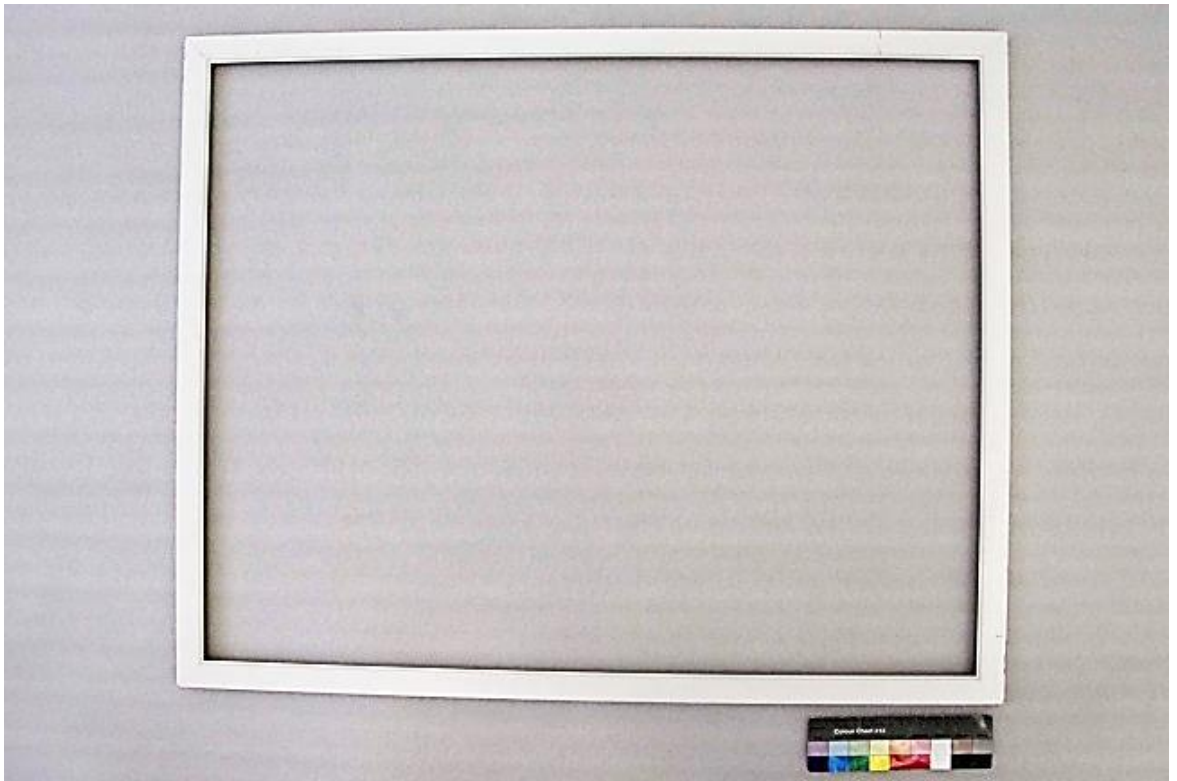
133. Dva psi na dálnici I, pasparta před restaurováním, přední strana, detail



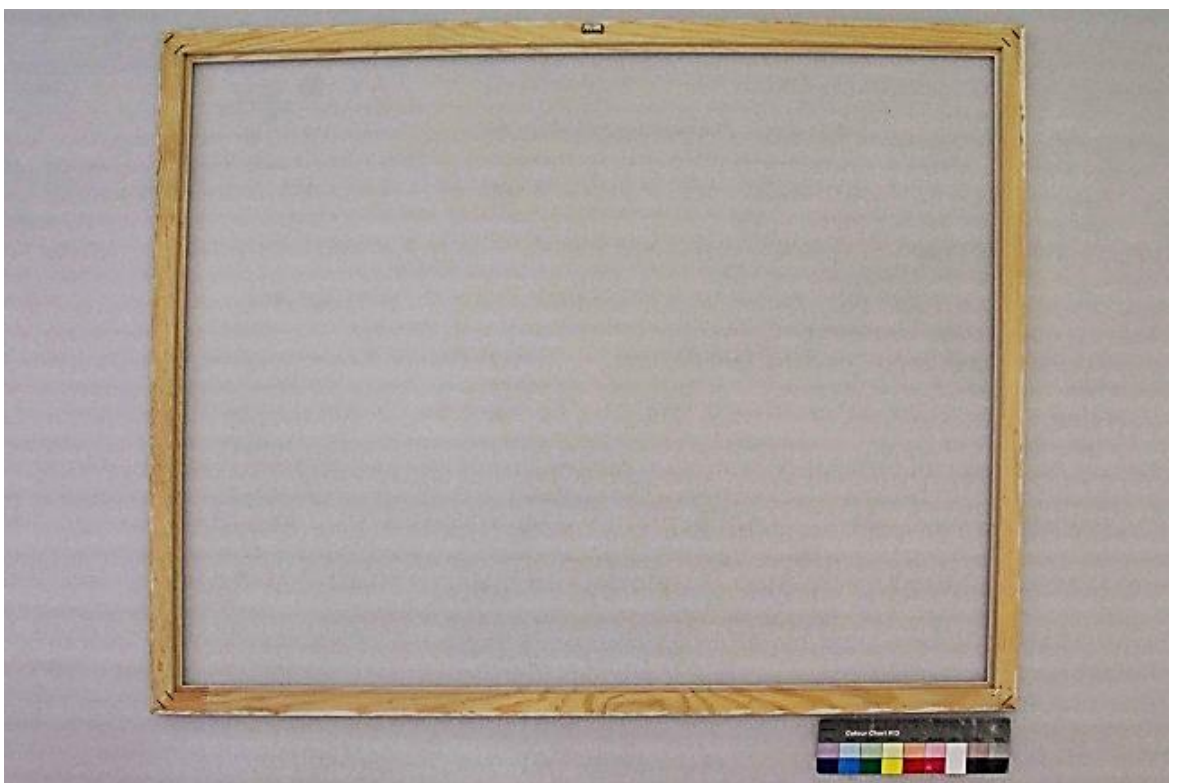
134. Dva psi na dálnici I, pasparta po restaurování, přední strana, detail



135. Dva psi na dálnici I, pasparta po restaurování, zadní strana



136. Dva psi na dálnici I, rám, stav před restaurování, přední strana



137. Dva psi na dálnici I, rám, stav před restaurování, zadní strana



138. Dva psi na dálnici I, rám, stav před restaurování, přední strana, detail



139. Dva psi na dálnici I, rám, stav před restaurování, přední strana, detail



140. Dva psi na dálnici I, rám, stav před restaurování, přední strana, detail



141. Dva psi na dálnici I, rám, stav před restaurování, přední strana, detail



142. Dva psi na dálnici I, rám, stav po restaurování, přední strana, detail



143. Dva psi na dálnici I, rám, stav po restaurování, přední strana, detail



144. Dva psi na dálnici I, rám, stav po restaurování, přední strana, detail



145. Dva psi na dálnici I, rám, stav po restaurování, přední strana, detail



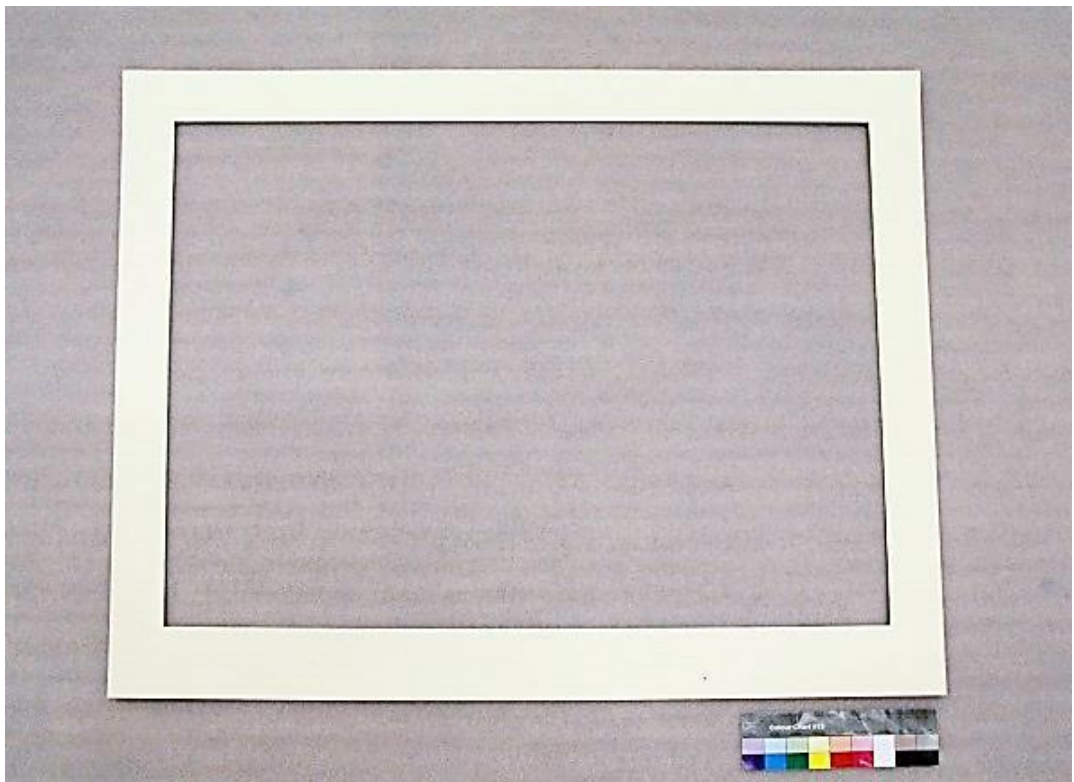
146. Dva psi na dálnici II, pasparta, stav před restaurováním, přední strana



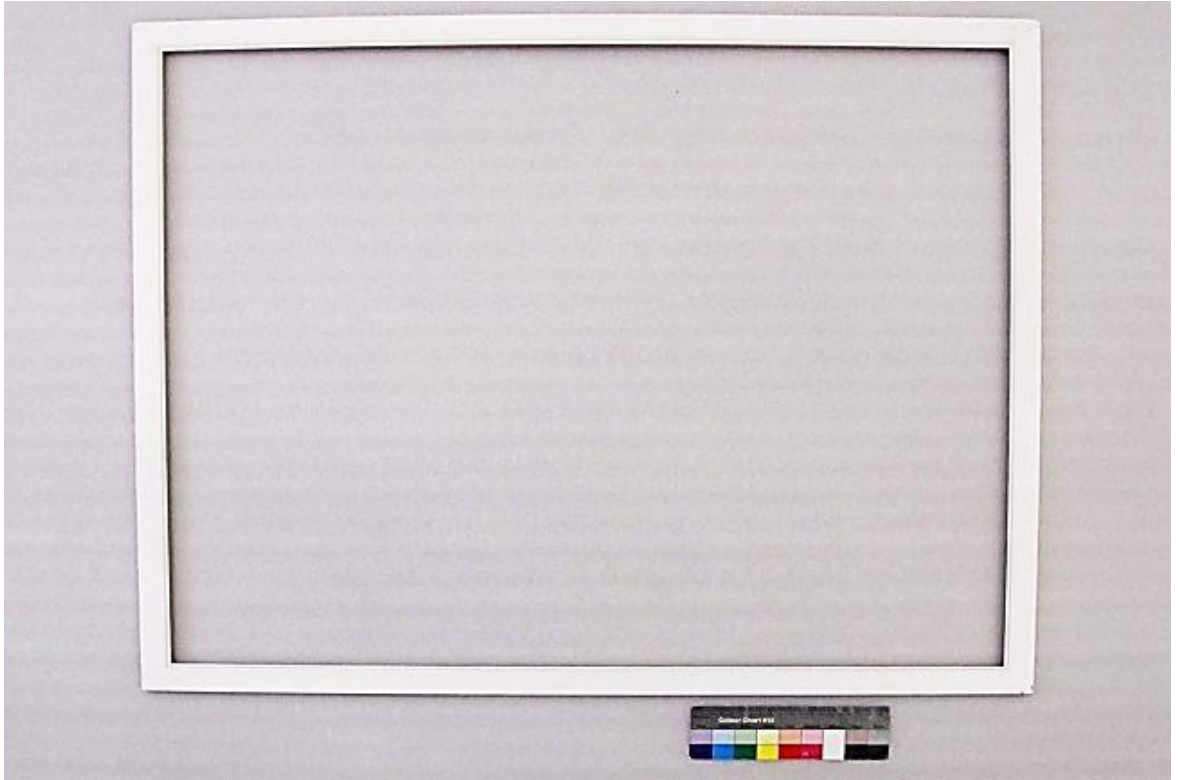
147. Dva psi na dálnici II, pasparta, stav před restaurováním, zadní strana



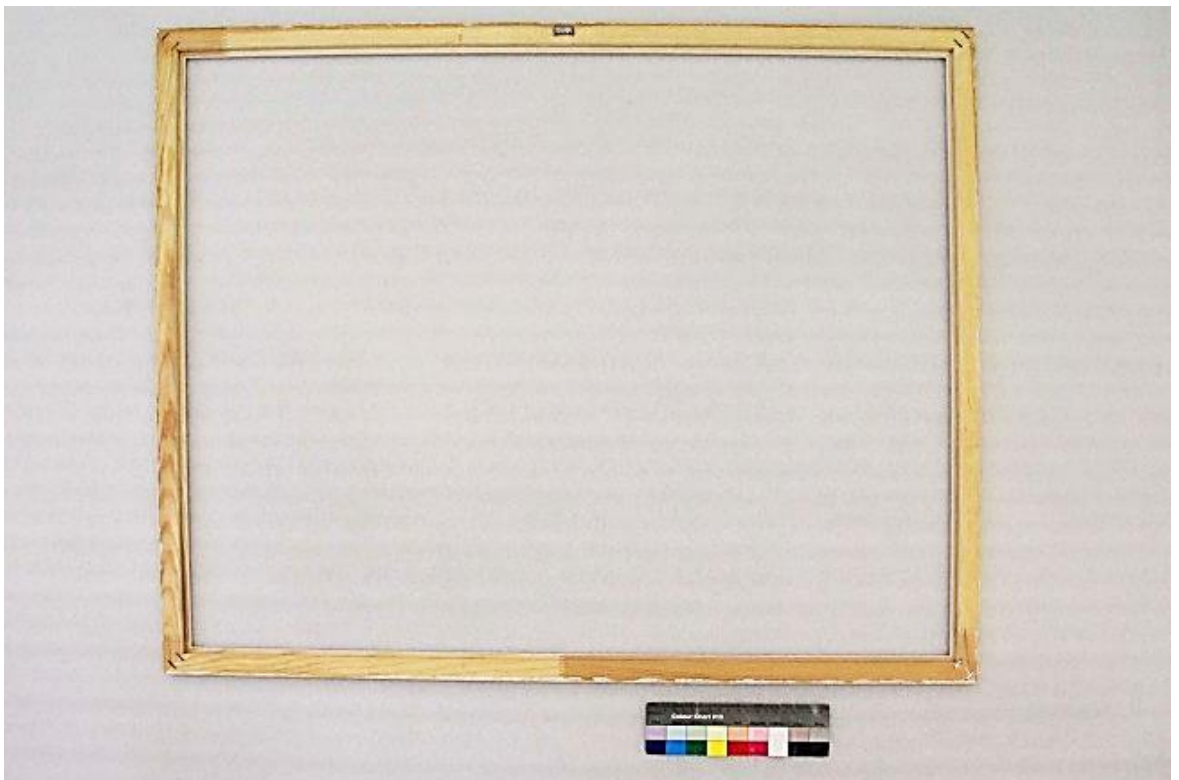
148. Dva psi na dálnici II, pasparta, stav před restaurováním, přední strana, detail



149. Dva psi na dálnici II, pasparta, stav po restaurování, zadní strana



150. Dva psi na dálnici II, rám, stav před restaurováním, přední strana



151. Dva psi na dálnici II, rám, stav před restaurováním, zadní strana



152. Dva psi na dálnici II, rám, stav před restaurováním, přední strana, detail



153. Dva psi na dálnici II, rám, stav před restaurováním, přední strana, detail



154. Dva psi na dálnici II, rám, stav po restaurování, přední strana, detail



155. Dva psi na dálnici II, rám, stav po restaurování, přední strana, detail



156. Dva psi na dálnici I, stav po restaurování, v rámu, přední strana



157. Dva psi na dálnici I, stav po restaurování v rámu, zadní strana



158. Dva psi na dálnici II, stav po restaurování, v rámu, přední strana



159. Dva psi na dálnici II, stav po restaurování, v rámu, zadní strana

7. Seznam použité literatury a pramenů

- Albertina Compress: Enzyme poultice for the removal of non-swellable starch based adhesives. [online]. [cit. 2013-04-07]. Dostupné z: http://talasonline.com/photos/instructions/albertina_compress.pdf
- AOSHIMA, Ikuko, Saburo MITSUYAMA a Shinsuke UTADA. On the Preservative of Egg Tempera. (Part 2): The Absorption and Desorption for Preparation of the Egg Tempera. Bokin Bobai: Journal of Antibacterial and Antifungal Agents. 1979, Vol. 7, No. 5, s. 1-6.
- AOSHIMA, Ikuko, Yumiko SHINGAI, Saburo MITSUYAMA a Shinsuke UTADA. On the preservative of egg tempera. (Part 4): Egg tempera pictures with pigment that have antifungal characteristics. Bokin Bobai: Journal of Antibacterial and Antifungal Agents. 1986, Vol. 14, No. 9, s. 443-452.
- AOSHIMA, Ikuko, Yumiko SHINGAI, Saburo MITSUYAMA a Shinsuke UTADA. On the Preservative of Egg Tempera. (Part 1): Inhibition of Microbial Growth for the Egg Tempera was damaged by Microorganisms. Bokin Bobai: Journal of Antibacterial and Antifungal Agents. 1979, Vol. 7, No. 4, s. 14-20.
- AOSHIMA, Ikuko, Yumiko SHINGAI, Saburo MITSUYAMA a Shinsuke UTADA. On the Preservative of Egg Tempera. (Part 3): Moisture Absorption and Antifungal Properties of the Pigments. Bokin Bobai: Journal of Antibacterial and Antifungal Agents. 1980, Vol. 8, No. 10, s. 421-429.
- Atlas škůdců. [online]. [cit. 2013-04-07]. Dostupné z: <http://www.desinsekta.cz/cs/component/content/article/2-kdce/70-rusnik-skladistni>
- BACÍLKOVÁ, Bronislava. Biologická degradace barevné vrstvy, podložky a dalších součástí malířských děl. Technologia artis. 2008, roč. 6, s. 199-205.

- BACÍLKOVÁ, Bronislava. Studium účinků par butanolu a jiných alkoholů na plísně. XII. seminář restaurátorů a historiků: Praha 2003, sborník [online]. 2005, s. 156-162 [cit. 2013-04-07]. Dostupné z: <http://www.nacr.cz/Z-Files/butanol.pdf>
- BANKS, Paul Noble. Paper Cleaning. Restaurator: Volume 1. 1969.
- BELLUCCI, Roberto a Paolo CREMONESI. L'uso degli enzimi nella conservazione e nel restauro dei dipinti. Kermes. 1994, Vol. 7, No. 21, s. 45-64.
- BERTALAN, Sarah, Mary LEE a Lois OLCOTT. 12. Mold/Fungi. Paper conservation catalog. 1994, 9. edice.
- BROKERHOF, Agnes W, Suzan DE GROOT, José Luis PEDERSOLI JR., Henk VAN KEULEN, Brigit REISSLAND a Frank LIGTERINK. Dry cleaning: The Effects of New Wishab Spezialschwamm and Spezialpulver on Paper. Papierrestaurierung. 2002, Vol. 3, No. 2, s. 13-19.
- CAMPANI, Elisa, Antonella CASOLI, Paolo CREMONESI, Ilaria SACCANI a Erminio SIGNORINI. Use of Agarose and Agar for preparing "Rigid Gels". Saonara: Il Prato, 2007. CESMAR 7. ISBN 978-88-89566-65-7.
- CASTILLEJO, Marta, Margarita MARTIN, Mohamed QUJJA, Diego SILVA, Ricardo TORRES, Alexandra MANOUSAKI, Vassilis ZAFIROPULOS, Oscar F. VAN DEN BRINK, Ron M. A. HEEREN, Rianne TEULE, Alberto SILVA a Helena GOUVEIA. Analytical study of the chemical and physical changes induced by KrF laser cleaning of tempera paints. Analytical chemistry. 2002, roč. 74, Issue 18, s. 4662-4671.
- COWAN, Janet a Sherry GUILD. Dry methods for surface cleaning paper. Technical bulletin / Canadian Conservation Institute: ISBN 0-662-30077-7. Ottawa: Canadian Conservation Institute, 2001, s. 1-11.

- CREMONESI, Paolo. Uso di enzimi e tensioattivi nella conservazione. Biotechnology and the preservation of cultural artifacts, cleaning procedures of works of art: critical approach and field experiences. Torino, September 10-11, 1998. 1999, s. 8-41.
- DUHL, Susan a Nancy NITZBERG. 14. Surface Cleaning. Paper Conservation Catalog. 1992, 8. edice, s. 1-40. Dostupné z:
http://cool.conservation-us.org/coolaic/sg/bpg/pcc/14_surface-cleaning.pdf
- DUCHÁČEK, Vratislav. Polymery: výroba, vlastnosti, zpracování, použití. Vyd. 2., přeprac. Praha: Vydavatelství VŠCHT, 2006, 278 s. ISBN 80-708-0617-6.
- ĎUROVIČ, Michal. Restaurování a konzervování archiválií a knih. 1. vyd. Praha: Paseka, 2002, 517 s. ISBN 80-718-5383-6.
- ENGEL, Patricia. Research in book and paper conservation in Europe: a state of the art. Horn: Berger, 2009, 327 p. ISBN 38-502-8490-5.
- FASSATIOVÁ, Olga. Plísňe a vláknité houby v technické mikrobiologii: (příručka k určování). Vyd. 1. Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1979, 211 s., [23] s. obr. příl. Redakce potravinářské literatury. ISBN 04-824-79.
- H. HOFENK DE GRAAFF, Judith. The cleaning of paper and its influence on the surface. In: JÁRÓ, Márta. Problems of completion, ethics and scientific investigation in the restoration: Third International Restorer Seminar, Veszprém, Hungary, 11-20.7. 1981. Budapest: Institute of Conservation and Methodology of Museums, with the support of UNESCO, 1982. ISBN 96-301-3811-5.

- HAVLÍN, Jakub, Petr KOTLÍK, Vojtěch SPIWOK a Martina HUCKOVÁ. Restaurování restaurovaného pomocí enzymů. Konference Sdružení pro ochranu památek ARTE-FAKT v Litomyšli [online]. 2007 [cit. 2013-04-07]. Dostupné z: http://www.arte-fakt.cz/dokumenty/II.konf/prispevky/06_Havlin.pdf
- Historie výroby uměleckých barev UMTON BARVY. [online]. [cit. 2013-04-07]. Dostupné z: <http://www.umton.cz/index.php?call=historie>
- IANNUCELLI, Simonetta a Silvia SOTGIU. La pulitura superficiale di opere grafiche a stampa con gel rigidi. Progetto restauro. 2009, roč. 49, s. 15-24.
- JAVOREK, Vladimír. Kapesní atlas brouků. 2. vydání. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1968. ISBN 76-508-1.
- KARPOWICZ, Adam. Ageing and deterioration of proteinaceous media. Studies in conservation = Études de conservation. 1981, roč. 26, s. 153-160.
- KIPLIK, Dmitrij Iosifovič. Technika malby. 1. vyd. Praha: Orbis, 1952, 416 s.
- KNUT Nicolaus. The restoration [i.e. restoration] of paintings. Cologne: Könemann, c1999, 422 p. ISBN 38-950-8922-2.
- KOLAR, Jana, Matija STRLIČ, Doris MÜLLER-HESS, Andreas GRUBER, Karin TROSCHKE, Simone PENTZIEN a Wolfgang KAUTEK. Laser cleaning of paper using Nd:YAG laser running at 532 nm. Journal of cultural heritage 4. 2003, 185s-187s.
- KOPECKÁ, Ivana a Vratislav NEJEDLÝ. Průzkum historických materiálů: analytické metody pro restaurování a památkovou péči. 1. vyd. Praha: Grada, 2005, 101 s. ISBN 80860874.
- KUBIČKA, Roman a Jiří ZELINGER. Výkladový slovník: malířství, grafika, restaurátorství. 1. vyd. Praha: Grada, 2004, 341 s. ISBN 80-247-9046-7.

- LAPŠANSKÁ, Hana. Laserové technologie v praxi. In: [online]. [cit. 2013-04-07]. Dostupné z: <http://fyzika.upol.cz/cs/system/files/download/vujtek/granty/laser.pdf>
- MAKES, Frantisek, Co-author Maria Brunskog. Enzymatic restoration and authentication of Guiseppe Arcimboldo's "Vertumnus". Visby: Gotland University, 2011. ISBN 978-918-6343-088.
- MAKES, Frantisek. Novel enzymatic technologies to safeguard cultural heritage. Stockholm: Acta Univ. Gothoburgensis, 2006. ISBN 91-734-6557-7.
- MAKEŠ, František. Göteborg studies in conservation: Enzymatic examination of the authenticity of a painting attributed to Rembrandt. Göteborg: Acta Universitatis Gothoburgensis, 1992. ISBN 0284-6578.
- MAKEŠ, František. Poškození kulturních památek plísněmi. 2003. ISBN 80860874.
- MONCRIEFF, Anne a Graham WEAVER. Science for conservators: Cleaning. Volume 2. New York, London: Conservation Science Teaching Series, 2005, 136 p. ISBN 04-150-7165-8.
- Odstraňování plísňových skvrn s povrchu historických papírových objektů. In: PROCHÁZKOVÁ, Jarmila a Milan SOVA. [online]. 2007 [cit. 2013-04-07]. Dostupné z: http://wwwold.nkp.cz/restauratori/2007/Prochazkova_Sova_2007%20.pdf
- ORDONEZ, Eugena a John TWILLEY. Clarifying the Haze: Efflorescence on Works of Art. Waac Newsletter [online]. 1998, s. 1-5 [cit. 2013-06-05]. Dostupné z: <http://cool.conservation-us.org/waac/wn/wn20/wn20-1/wn20-108.html>
- PATOČKA, Jiří. Proč není radno konzumovat kůru citrusových plodů. [online]. 16.05. 2008. [cit. 2013-04-07]. Dostupné z: <http://www.toxicology.cz/modules.php?name=News&file=article&sid=170>

- PIVA, Gino. L'arte del restauro: il restauro dei dipinti nel sistema antico e moderno, secondo le opere di Secco-Suardo e del Prof. R. Mancina. 3. Aufl. Milano: Hoepli, 1988. ISBN 88-203-0045-1.
- PLACIDO, Matteo. Il restauro e la protezione della carta mediante trattamento con gel di Gellano: Paper restoration and protection by using Gellan-gum gel. 2012. Dostupné z: <http://padis.uniroma1.it/bitstream/10805/1447/1/Tesi%20dottorato%20-%20Matteo%20PLACIDO%20rid.pdf>. Doktorská práce. Sapienza - Università di Roma. Vedoucí práce Luigi CAMPANELLA.
- Plísne: Studijní materiály programu Lidské zdroje a zaměstnanost. 2012.
- RIVERS, Shayne a Nick UMNEY. Conservation of furniture. Burlington, MA: Butterworth Heinemann, 2003, xxxiii, 803 p. ISBN 07-506-0958-3.
- RUHEMANN, Helmut, Joyce HENDY a Philip HENDY. The cleaning of paintings: problems and potentialities. New York: Hacker Art Books, 1982. ISBN 08-781-7281-5.
- SARANTOPOULOU, Evangelia, Z. SAMARDZIJ, Spomenka KOBE, Zoe KOLLIA a Alciviadis Constantinos CEFALAS. Removing foxing stains from old paper at 157 nm. Applied Surface Science 9611 [online]. 2002, s. 1-6 [cit. 2013-07-27]. Dostupné z: <http://magnetit.ijs.si/EMRS%20Foxing.pdfv>
- SCHALKX, Hilde, Piet IEDEMA, Birgit REISSLAND a Bas VAN VELZEN. Aqueous Treatment of Water-Sensitive Paper Objects: Capillary Unit, Blotter Wash or Paraprint Wash?. Journal of PaperConservation. 2011, Vol. 12, No. 1, s. 11-20.
- SLÁNSKÝ, Bohuslav. Technika v malířské tvorbě: malířský a restaurátorský materiál. Vyd. 1. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1973, 186 s., 28 obr. příl. Polytechnická knihnice, Sv. 113.

- Stanovení povrchových vlastností (barva, lesk) materiálů exponovaných za podmínek simulující vnější prostředí v QUV panelu. [online]. [cit. 2013-07-26]. Dostupné z:
http://www.vscht.cz/kat/download/lab2_stanoveni_povrchovych_vlastnosti.pdf
- STAVROUDIS, Chris, Tiarna DOHERTY a Richard WOLBERS. A New Approach to Cleaning I: Using Mixtures of Concentrated Stock Solutions and a Database to Arrive at an Optimal Aqueous Cleaning System. WAAC Newsletter [online]. 2005, roč. 27, č. 2, s. 17-28 [cit. 2013-04-07]. Dostupné z: <http://cool.conservation-us.org/waac/wn/wn27/wn27-2/wn27-205.pdf>
- STRLIČ, Matija. Optimisation and on-line acoustic monitoring of laser cleaning of soiled paper. Applied physics. A Materials science & processing: A 81. 2005, No. 5, s. 943-51.
- SZCZEPANOWSKA, Hanna Maria a William R. MOOMAW. Laser stain removal of fungus-induced stains from paper. Journal of the American Institute for Conservation [online]. 1994, roč. 4, č. 1, s. 25-32 [cit. 2013-04-07]. Dostupné z: <http://cool.conservation-us.org/coolaic/jaic/articles/jaic33-01-002.html>
- ŠÍBLO, Jan. Metody čištění: Studijní materiály programu Lidské zdroje a zaměstnanost. 2011.
- Wallmaster: Materiály pro čištění. [online]. [cit. 2013-04-07]. Dostupné z: <http://www.ceiba.cz/new/produkt.php?id=331>
- WOLBERS, Richard. Cleaning painted surfaces: aqueous methods. London: Archetype Publications, 2000, x, 198 p. ISBN 978-187-3132-364.
- WOULDHUYSEN-KELLER, Renate a Paul WOULDHUYSEN. The history of eggwhite varnishes. Hamilton Kerr Institute Bulletin. 1994, roč. 2, 90–140.

8. Seznam použitých materiálů

Použité materiály a chemikálie pro restaurování

- akrylátový tmel HB-LAK
- akvarelové barvy Schminke
- alkalická lepenka – AlphaCell antique, 2 mm (Ceiba s.r.o., Praha)
- alkalický karton – AlphaCell antique, 0,5 mm (Ceiba s.r.o., Praha)
- bělený šelak
- demineralizovaná voda, obohacená voda, destilovaná voda
- dezinfekce – Ajatin Plus (Ceiba s.r.o., Praha)
- etanol (Penta, Praha)
- gumovací pryž Koh-i-noor (Koh-i-noor Hardtmuth a.s., České Budějovice)
- japonský papír *Kouzo* 3,5 g/m², *Mino Tengujo* 9 g/m², *Kawashahi* 35 g/m² (Ceiba s.r.o., Praha)
- Klucel G – hydroxypropylcelulóza (Ceiba s.r.o., Praha)
- latexová pryž Wallmaster
- minerální pigment – zinková běloba Kremer (46300)
- mosazné hřebíčky
- papírovina, 60:40, bavlna: len (Papírna Velké Losiny a.s.)
- Paraloid B72 – akrylátová pryskyřice, kopolymer, etylmetakrylát (Ceiba s.r.o., Praha)
- pšeničný škrob (Ceiba s.r.o., Praha)

- toluen (Penta, Praha)
- Tylose MH 6000 – methylhydroxyethylcelulóza (Ceiba s.r.o., Praha)
- vlasové štětce
- white spirit
- želatina (Ceiba s.r.o., Praha)

Použité materiály a chemikálie pro modelové vzorky

- agar (Sigma Aldrich)
- agaróza (Invitrogen)
- Benátské mýdlo (Ceiba s.r.o., Praha)
- demineralizovaná voda, obohacená voda, destilovaná voda
- dezinfekce – Ajatin Plus (Ceiba s.r.o., Praha)
- etanol (Penta, Praha)
- Klucel G – hydroxypropylcelulóza (Ceiba s.r.o., Praha)
- koňské žíně
- kyselina citrónová (KITTFORT s.r.o., Praha)
- latexové pryže: Wallmaster, Wishab (Ceiba s.r.o., Praha), Kneaded soft, Kneaded extra soft (Koh-i-noor Hardtmuth a.s., České Budějovice)
- neabrazivní čistící polštářek Lineco
- neabrazivní guma Groom / Stick Molecular Trap (London, England)

- Plastic eraser 4770/40 bez obsahu PVC, kaučuková guma S 300/80, Natural rubber eraser, pryž v tužce 6312, výsuvná pryž v plastovém držáku bez obsahu PVC 9736
- polypropylenová pryž Rasoplast 526 B 40 bez obsahu latexu a ftalátů (Staedtler), vinylová pryž MiniSofty bez obsahu ftalátů (Maped), vinylová pryž 187528 (Faber-Castell)
- skelné vlákno
- vlasové štětce
- želatina (Ceiba s.r.o., Praha)

Pomocné materiály

- bavlněné plátno 140 g/m²
- dřevité lepenky oboustranně hlazené – WOODPULP BOARD YVY (OSPAP s.r.o., Praha)
- filc 0,3 cm (Ceiba s.r.o.)
- Filtrační papíry 75 g/m², 250 g/m², 520 g/m² (Ceiba s.r.o., Praha)
- HollyTex – netkaná textilie, 100% polyester (Ceiba, s.r.o., Praha)

9. Seznam tabulek

Tabulka č. 1 Vzorky, skupina A stárnutí 20 let, skupina B nestárnuto

Tabulka č. 2 Metody odstranění skvrn (vzorky, *Dva psi na dálnici I, II*)

Tabulka č. 3 Zkoušky mezivrstev pro žehlení elektrickou špachtlí

Tabulka č. 4 Zkoušky rozpustnosti barevné vrstvy u *Dvou psů na dálnici I*

Tabulka č. 5 Zkoušky rozpustnosti barevné vrstvy u *Dvou psů na dálnici II*

Tabulka č. 6 Hodnoty pH před, v průběhu a po restaurování *Dvou psů na dálnici I, II*

10. Seznam obrazových příloh

1. Dva psi na dálnici I, před restaurováním v rámu, přední strana
2. Dva psi na dálnici I, před restaurováním v rámu, zadní strana
3. Dva psi na dálnici I, před restaurováním v rámu, přední strana, detail nečistot pod sklem
4. Dva psi na dálnici I, před restaurováním v rámu, přední strana, detail nečistot pod sklem
5. Dva psi na dálnici I, před restaurováním v rámu, přední strana, detail poškození
6. Dva psi na dálnici I, před restaurováním v rámu, přední strana, detail poškození, ručník muzejní
7. Dva psi na dálnici I, před restaurováním v paspartě, přední strana
8. Dva psi na dálnici I, před restaurováním v paspartě, zadní strana
9. Dva psi na dálnici I, před restaurováním v paspartě, přední strana, detail poškození
10. Dva psi na dálnici I, před restaurováním v paspartě, přední strana, detail poškození a zbytků vajíček
11. Dva psi na dálnici I, před restaurováním v paspartě, přední strana, detail poškození
12. Dva psi na dálnici I, před restaurováním v paspartě, přední strana, detail poškození
13. Dva psi na dálnici I, před restaurováním v paspartě, přední strana, detail poškození
14. Dva psi na dálnici I, před restaurováním v paspartě, přední strana, detail poškození
15. Dva psi na dálnici I, před restaurováním v paspartě, přední strana, detail skvrn
16. Dva psi na dálnici I, před restaurováním v paspartě, přední strana, detail skvrn
17. Dva psi na dálnici I, před restaurováním v paspartě, přední strana, detail skvrn
18. Dva psi na dálnici I, před restaurováním v paspartě, přední strana, detail skvrny

19. Dva psi na dálnici I, před restaurováním v paspartě, přední strana, detail skvrn
20. Dva psi na dálnici I, před restaurováním v paspartě, přední strana, detail skvrn
21. Dva psi na dálnici I, před restaurováním v paspartě, přední strana, detail vejce s vlasem
22. Dva psi na dálnici I, před restaurováním v paspartě, přední strana, detail vlasu štětce
23. Dva psi na dálnici I, před restaurováním v paspartě, přední strana, rušník muzejní
24. Dva psi na dálnici I, před restaurováním v paspartě, přední strana, rušník muzejní
25. Dva psi na dálnici I, před restaurováním v paspartě, zadní strana, detail, název díla
26. Dva psi na dálnici I, před restaurováním v paspartě, přední strana, boční osvětlení
27. Dva psi na dálnici I, před restaurováním v paspartě, zadní strana, boční osvětlení
28. Dva psi na dálnici I, před restaurováním v paspartě, přední strana, UV světlo
29. Dva psi na dálnici I, před restaurováním v paspartě, zadní strana, UV světlo
30. Dva psi na dálnici I, před restaurováním v paspartě, přední strana, UV světlo, detail
31. Dva psi na dálnici II, před restaurováním v rámu, přední strana
32. Dva psi na dálnici II, před restaurováním v rámu, zadní strana
33. Dva psi na dálnici II, před restaurováním v rámu, přední strana, detail nečistot a poškození
34. Dva psi na dálnici II, před restaurováním v rámu, přední strana, detail nečistot a poškození
35. Dva psi na dálnici II, před restaurováním v paspartě, přední strana
36. Dva psi na dálnici II, před restaurováním v paspartě, zadní strana
37. Dva psi na dálnici II, před restaurováním v paspartě, přední strana, detail poškození
38. Dva psi na dálnici II, před restaurováním v paspartě, přední strana, detail poškození
39. Dva psi na dálnici II, před restaurováním v paspartě, přední strana, detail poškození
40. Dva psi na dálnici II, před restaurováním v paspartě, přední strana, detail vejce
41. Dva psi na dálnici II, před restaurováním v paspartě, přední strana, detail
42. Dva psi na dálnici II, před restaurováním v paspartě, přední strana, detail vejce
43. Dva psi na dálnici II, před restaurováním v paspartě, přední strana, detail vejce
44. Dva psi na dálnici II, před restaurováním v paspartě, přední strana, detail vejce
45. Dva psi na dálnici II, před restaurováním v paspartě, přední strana, detail skvrny
46. Dva psi na dálnici II, před restaurováním v paspartě, přední strana, detail skvrny
47. Dva psi na dálnici II, před restaurováním v paspartě, přední strana, detail skvrny s vlasem
48. Dva psi na dálnici II, před restaurováním v paspartě, přední strana, detail skvrny

49. Dva psi na dálnici II, před restaurováním v paspartě, přední strana, detail skvrny
50. Dva psi na dálnici II, před restaurováním v paspartě, přední strana, detail skvrny
51. Dva psi na dálnici II, před restaurováním v paspartě, přední strana, detail skvrny
52. Dva psi na dálnici II, před restaurováním v paspartě, přední strana, detail skvrny s vlasem
53. Dva psi na dálnici II, před restaurováním v paspartě, přední strana, detail skvrny
54. Dva psi na dálnici II, před restaurováním v paspartě, přední strana, detail skvrn
55. Dva psi na dálnici II, před restaurováním v paspartě, přední strana, detail skvrny
56. Dva psi na dálnici II, před restaurováním v paspartě, přední strana, detail skořápky
57. Dva psi na dálnici II, před restaurováním v paspartě, přední strana, detail skořápky
58. Dva psi na dálnici II, před restaurováním v paspartě, přední strana, detail vlasu ze štětce
59. Dva psi na dálnici II, před restaurováním v paspartě, přední strana, detail rušníka muzejního
60. Dva psi na dálnici II, před restaurováním v paspartě, přední strana, detail rušníka muzejního
61. Dva psi na dálnici II, před restaurováním v paspartě, přední strana, detail, název díla
62. Dva psi na dálnici II, před restaurováním v paspartě, přední strana, boční světlo
63. Dva psi na dálnici II, před restaurováním v paspartě, zadní strana, boční světlo
64. Dva psi na dálnici II, před restaurováním v paspartě, přední strana, boční světlo, detail
65. Dva psi na dálnici II, před restaurováním v paspartě, přední strana, boční světlo, detail
66. Dva psi na dálnici II, před restaurováním v paspartě, přední strana, UV světlo
67. Dva psi na dálnici II, před restaurováním v paspartě, zadní strana, UV světlo
68. Dva psi na dálnici II, před restaurováním, přední strana, prosvětlená průsvitka
69. Dva psi na dálnici II, před restaurováním, přední strana, detail zateklin a průsvitky
70. Dva psi na dálnici II, před restaurováním, přední strana, průsvitka
71. Dva psi na dálnici I, před restaurováním, přední strana, detail na hlodavcem vykousané části
72. Dva psi na dálnici I, před restaurováním, přední strana, detail na hlodavcem vykousané části
73. Dva psi na dálnici I, před restaurováním, přední strana, detail na hlodavcem vykousané části
74. Dva psi na dálnici II, před restaurováním, přední strana, detail vyrytého podpisu SÍK
75. Dva psi na dálnici II, před restaurováním, zadní strana, detail zbytků novin
76. Dva psi na dálnici II, po restaurování, zadní strana, detail zbytků novin
77. Dva psi na dálnici I, čištění do jedné třetiny
78. Dva psi na dálnici I, čištění do jedné třetiny, detail

79. Dva psi na dálnici I, čištění do jedné třetiny, detail
80. Dva psi na dálnici I, zvětšení 100x
81. Dva psi na dálnici I, zvětšení 100x
82. Vzorky, zvětšení 100x
83. Vzorky, zvětšení 100x
84. Dva psi na dálnici II, zvětšení 100x
85. Vzorky, zvětšení 100x
86. Dva psi na dálnici I, zkoušky mechanického čištění – před použitím
87. Dva psi na dálnici I, zkoušky mechanického čištění – po použití
88. Dva psi na dálnici I, zkoušky čištění vodou – před použitím
89. Dva psi na dálnici I, zkoušky čištění vodou – po použití
90. Dva psi na dálnici I, zkoušky čištění etanolu – před použitím
91. Dva psi na dálnici I, zkoušky čištění etanolu – po použití
92. Dva psi na dálnici I, zkoušky čištění 5% kyselinou citrónovou – před použitím
93. Dva psi na dálnici I, zkoušky čištění 5% kyselinou citrónovou – po použití
94. Dva psi na dálnici I, zkoušky čištění rigidní gel z agarózy – před použitím
95. Dva psi na dálnici I, zkoušky čištění rigidní gel z agarózy – po použití
96. Dva psi na dálnici I, zkoušky čištění elektrickou tepelně regulovatelnou špachtlí – před použitím
97. Dva psi na dálnici I, zkoušky čištění elektrickou tepelně regulovatelnou špachtlí – po použití
98. Vzorky se skvrnami
99. Vzorky se skvrnami v UV světle
100. Vzorky, čištění vodou
101. Vzorky, čištění etanolem
102. Vzorky čištění 1% kyselinou citrónovou, 5% kyselinou citrónovou
103. Vzorky, čištění rigidním gelem z agaru
104. Vzorky, čištění rigidním gelem z agarózy
105. Vzorky, čištění rigidním gelem z želatiny
106. Dva psi na dálnici I, stav po žehlení
107. Dva psi na dálnici I, stav po žehlení, detail
108. Dva psi na dálnici I, stav po žehlení, detail

109. Dva psi na dálnici II, stav po žehlení
110. Dva psi na dálnici II, stav po žehlení, detail
111. Dva psi na dálnici II, stav po žehlení, detail
112. Dva psi na dálnici I, stav po tmelení
113. Dva psi na dálnici I, stav po tmelení, detail
114. Dva psi na dálnici I, stav po tmelení, detail
115. Dva psi na dálnici II, stav po tmelení
116. Dva psi na dálnici II, stav po tmelení, detail
117. Dva psi na dálnici I, stav po nalepení japonských proužků, přední strana
118. Dva psi na dálnici I, stav po nalepení japonských proužků, zadní strana
119. Dva psi na dálnici II, stav po nalepení japonských proužků, přední strana
120. Dva psi na dálnici II, stav po nalepení japonských proužků, zadní strana
121. Dva psi na dálnici I, průběh retuší
122. Dva psi na dálnici I, napnutí na lepenku a retuš, přední strana
123. Dva psi na dálnici I, napnutí na lepenku a retuš, přední strana, detail
124. Dva psi na dálnici I, napnutí na lepenku a retuš, přední strana, detail
125. Dva psi na dálnici I, napnutí na lepenku a retuš, přední strana, detail
126. Dva psi na dálnici II, napnutí na lepenku a retuš, přední strana
127. Dva psi na dálnici II, napnutí na lepenku a retuš, přední strana, detail
128. Dva psi na dálnici II, napnutí na lepenku a retuš, přední strana, detail
129. Dva psi na dálnici II, napnutí na lepenku a retuš, přední strana, detail
130. Dva psi na dálnici I, pasparta před restaurováním, přední strana
131. Dva psi na dálnici I, pasparta před restaurováním, zadní strana
132. Dva psi na dálnici I, pasparta před restaurováním, přední strana, detail
133. Dva psi na dálnici I, pasparta před restaurováním, přední strana, detail
134. Dva psi na dálnici I, pasparta po restaurování, přední strana, detail
135. Dva psi na dálnici I, pasparta po restaurování, zadní strana
136. Dva psi na dálnici I, rám, stav před restaurování, přední strana
137. Dva psi na dálnici I, rám, stav před restaurování, zadní strana
138. Dva psi na dálnici I, rám, stav před restaurování, přední strana, detail

139. Dva psi na dálnici I, rám, stav před restaurování, přední strana, detail
140. Dva psi na dálnici I, rám, stav před restaurování, přední strana, detail
141. Dva psi na dálnici I, rám, stav před restaurování, přední strana, detail
142. Dva psi na dálnici I, rám, stav po restaurování, přední strana, detail
143. Dva psi na dálnici I, rám, stav po restaurování, přední strana, detail
144. Dva psi na dálnici I, rám, stav po restaurování, přední strana, detail
145. Dva psi na dálnici I, rám, stav po restaurování, přední strana, detail
146. Dva psi na dálnici II, pasparta, stav před restaurováním, přední strana
147. Dva psi na dálnici II, pasparta, stav před restaurováním, zadní strana
148. Dva psi na dálnici II, pasparta, stav před restaurováním, přední strana, detail
149. Dva psi na dálnici II, pasparta, stav po restaurování, zadní strana
150. Dva psi na dálnici II, rám, stav před restaurováním, přední strana
151. Dva psi na dálnici II, rám, stav před restaurováním, zadní strana
152. Dva psi na dálnici II, rám, stav před restaurováním, přední strana, detail
153. Dva psi na dálnici II, rám, stav před restaurováním, přední strana, detail
154. Dva psi na dálnici II, rám, stav po restaurování, přední strana, detail
155. Dva psi na dálnici II, rám, stav po restaurování, přední strana, detail
156. Dva psi na dálnici I, stav po restaurování, v rámu, přední strana
157. Dva psi na dálnici I, stav po restaurování v rámu, zadní strana
158. Dva psi na dálnici II, stav po restaurování, v rámu, přední strana
159. Dva psi na dálnici II, stav po restaurování, v rámu, zadní strana
160. Materiály používané k suchému čištění