KONZERVACE A RESTAUROVÁNÍ KOVOVÝCH PAMÁTEK

esf evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
Slezská univerzita v Opavě
SLEZSKÉ ZEMSKÉ MUZEUM
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Průzkum kovových artefaktů

- *cíle průzkumu*
- *metodika průzkumu*
- *vybrané metody užívané při průzkumu*

Základní cíle průzkumu

A) humanitní vědy:

- důkladně poznat historický artefakt, zařadit do souvislostí, určit vědeckou hodnotu včetně datace a historických osudů
- zhodnotit autenticitu artefaktu

B) přírodní vědy:

- posoudit materiál artefaktu a jeho poškození
- zhodnotit autenticitu artefaktu

Nezbytností je poznat ideový a materiální charakter předmětu!

Metody průzkumu

A) Postupujeme dle metodiky humanitních věd. Aplikujeme postupy standardního hodnocení historických pramenů.

Průzkum je ryze nedestruktivní!

Metody průzkumu

B) Postupujeme dle metodiky přírodních věd.

Rozlišujeme metody :

a) **destruktivní** (většina chem. důkazových reakcí, zkoušky mechanických vlastností, mikroskopie, metalografie, RTG difrakce atd.)

b) semidestruktivní (metalografie, mikroskopie atd.)

c) **nedestruktivní** (spec. osvětlení, mikroskopie, rentgenografie atd.)

Fotografie v přímém a bočním světle

Stratigrafie barevných vrstev (optický mikroskop)

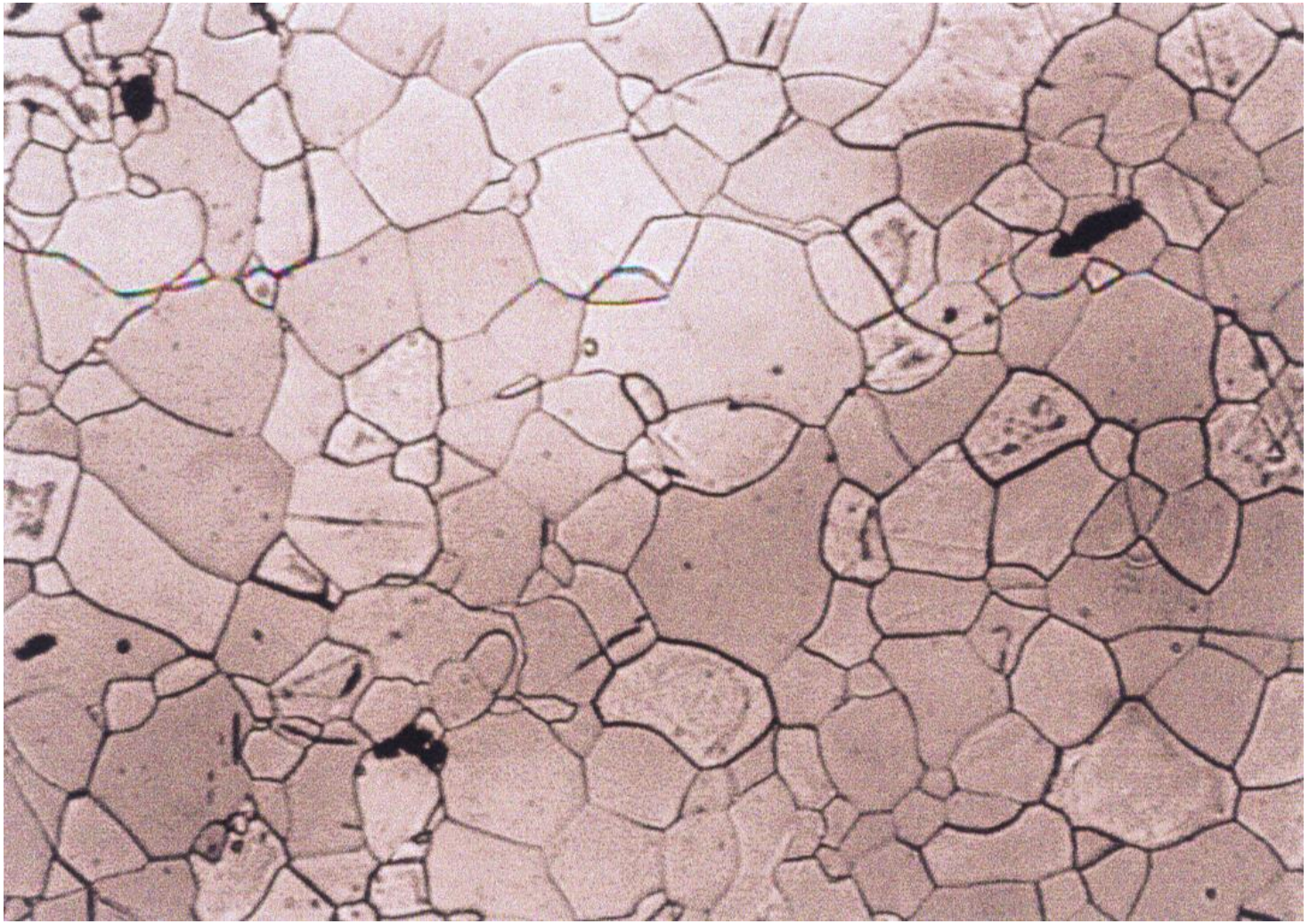
- kovaná polychromovaná barokní mříž, zámek Štáblovice

Nálezový stav železného předmětu

RTG snímek železného předmětu

Metalografický nábrus

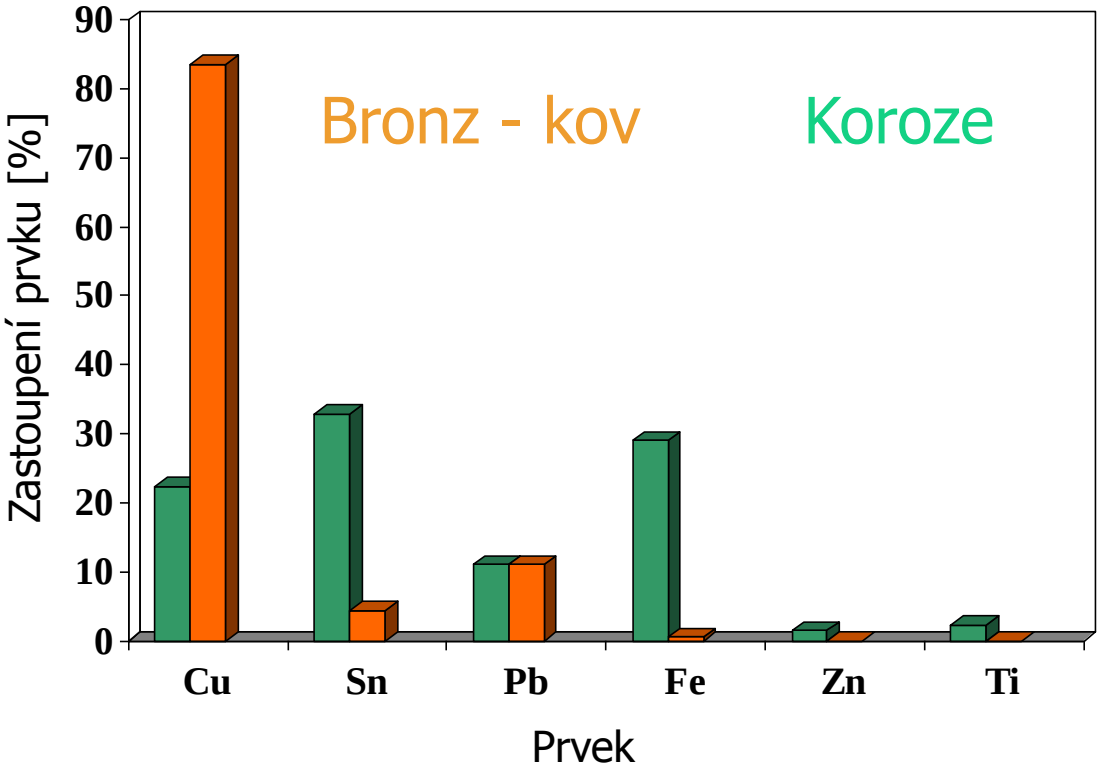
- *feritická struktura - nízkouhlíkové svářkové železo*



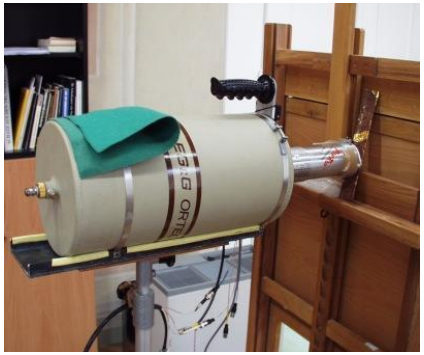
dle Ing. A. Selucké

Kontrola průběhu desalinace

Rentgenfluorescenční analýza
- rozdíl ve složení bronzu a koroze

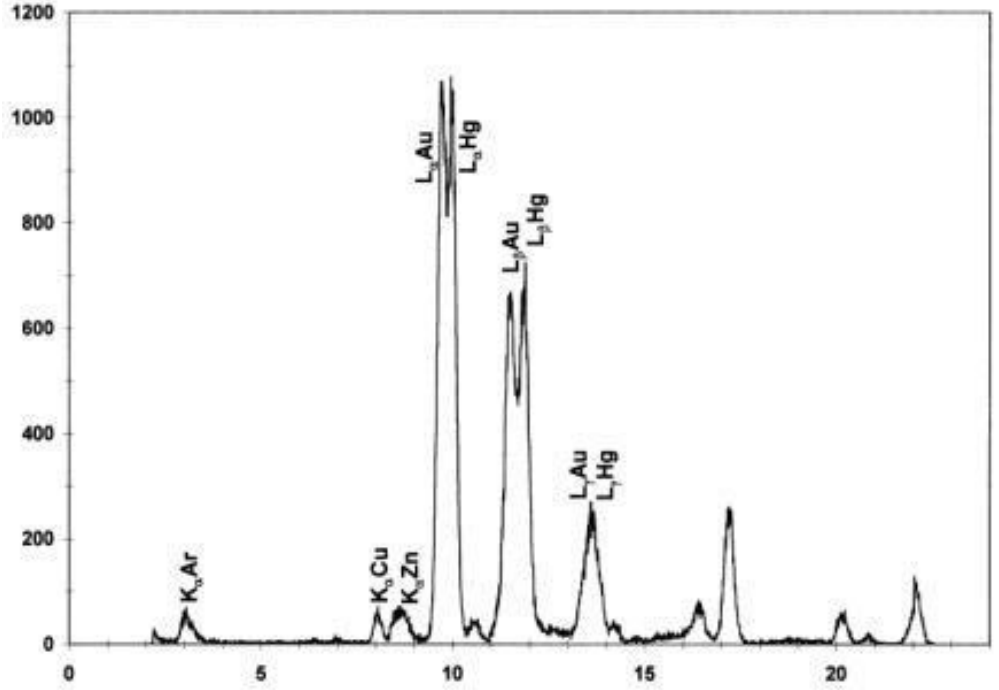


dle T. Čechák-L. Musílek-T. Trojek-I. Kopecká: *Aplikace rentgenfluorescenční analýzy pro studium památek*



Rentgenfluorescenční analýza
- relikviář sv. Maura

Měření pozlacených sošek z relikviáře sv. Maura



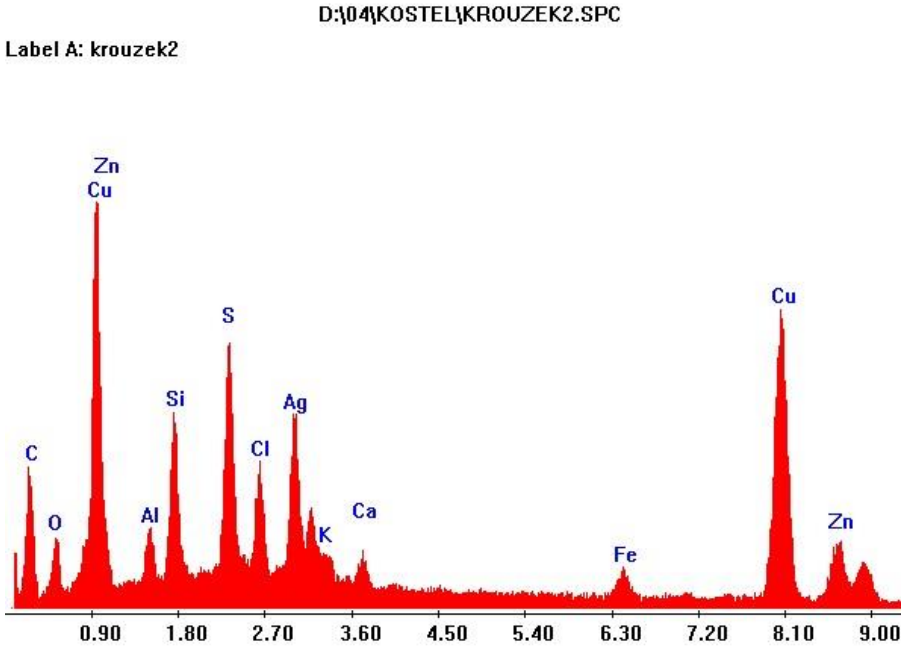
Zjištěna přítomnost rtuti ve zlatě

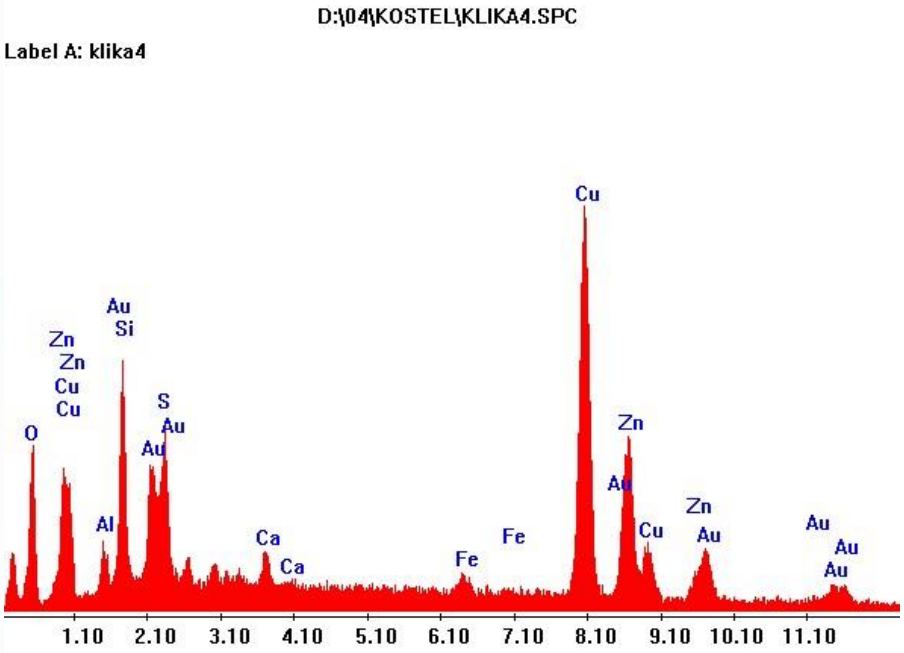
dle T. Čechák-L. Musílek-T. Trojek-I. Kopecká: *Aplikace rentgenfluorescenční analýzy pro studium památek*

Relikviář sv. Maura

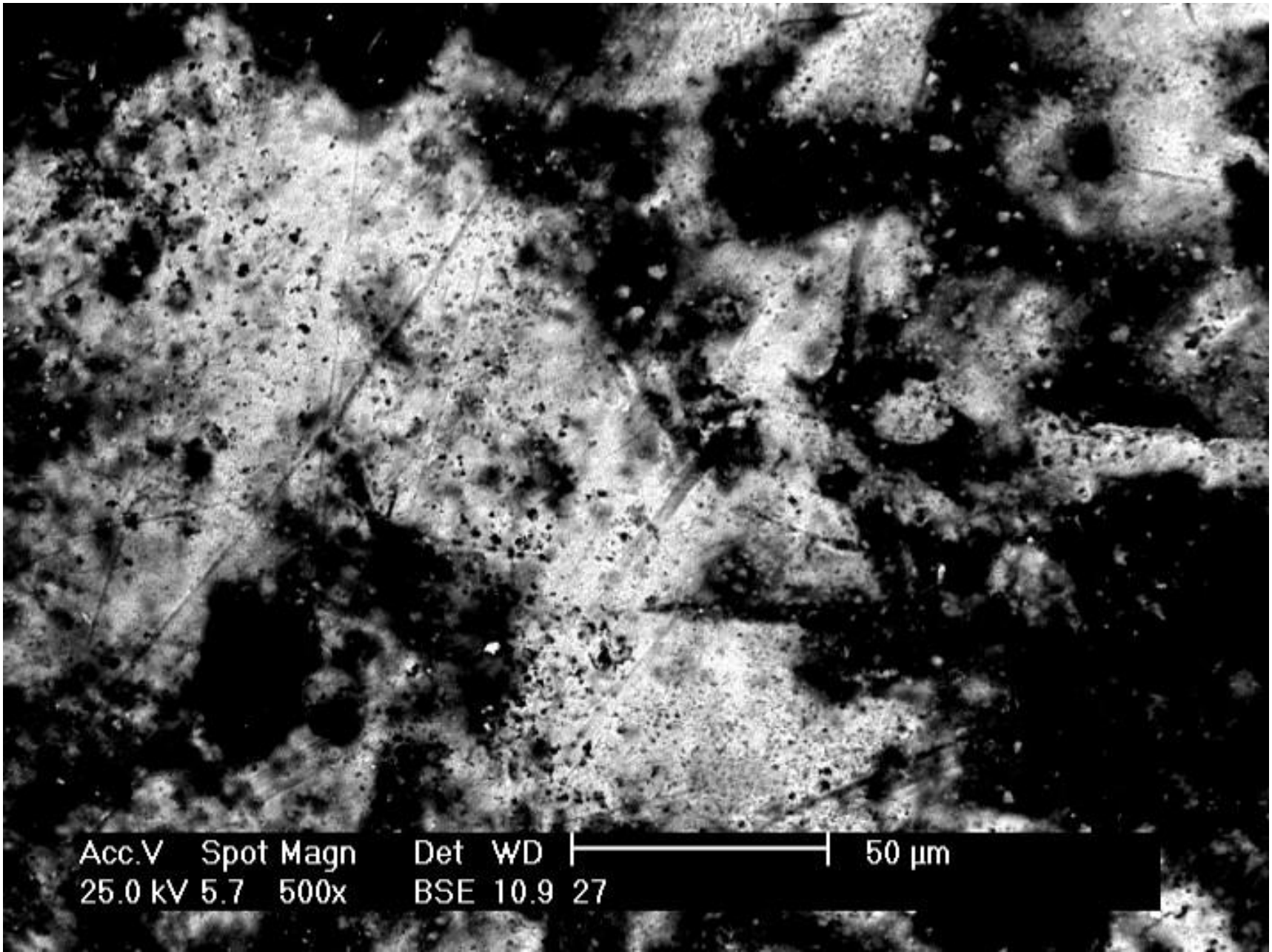
dle T. Čechák-L. Musílek-T. Trojek-I. Kopecká: *Aplikace rentgenfluorescenční analýzy pro studium památek*

Výstupy ze spektrální analýzy pokovených (Ag, Au) mosazných dílů





SEM (500x) – stříbrem pokovená mosaz



Doporučená literatura

- PETRÁŇ, J. a kol.: ***Dějiny hmotné kultury, I. - IV.*** Praha 1985, 1995, 1997.
- ***Technický slovník naučný I. - XVI..*** ed. Teysler - Kotyška, Praha 1926.
- KOPECKÁ, I.-NEJEDLÝ, V.: ***Průzkum historických materiálů***. Praha 2005.
- MICHOINOVÁ, D.–KOPECKÁ, I.–HAVLÍNOVÁ, A.: ***Metody průzkumu kovových památek.*** In: Sborník z konzervátorského a restaurátorského semináře konaného ve dnech 2 -4. října 2001 v Českých Budějovicích. Brno 2001, s. 72 – 78.
- TICOVÁ, E.: ***Smysl a principy konzervace archeologických nálezů***. In: Zajímavosti a novinky z konzervátorské, restaurátorské a preparátorské praxe, Metodický list. Brno 1997, s. 74 - 84.

- Dále viz *Výběrová bibliografie konzervátorské-restaurátorské literatury* na conservatorWEBu.
- Zahraniční literatura viz *Seznam publikací seminární knihovny*, resp. na *AATA-on-line*

KONZERVACE A RESTAUROVÁNÍ ŽELEZNÝCH PŘEDMĚTŮ

Vlastnosti železa

- kov stříbrné barvy
- dobrá elektrická a tepelná vodivost
- magnetický kov
- v Evropě rozšířen od 1. tisíciletí př. n. l.
- základní typy materiálů - svářkové železo, litina a ocel
- dobře tvárný (ocel), dobře slévatelný (litina), po zušlechtění dobrá tvrdost
- obrábění a tváření železa - strojní a ruční

Koroze materiálů

Koroze je postupné znehodnocování materiálu účinkem okolního prostředí. Znehodnocování může být rozdílné - od změny vzhledu až po úplný rozpad (porušení celistvosti v celém průřezu).

Koroze znehodnocuje nejen kovové a nekovové anorganické materiály ale také přírodní i syntetické polymery.

Schéma termodynamického principu koroze kovů (ruda-kov-ruda)

A - Obecně:

a) RUDA + DODANÁ ENERGIE → = **KOV**

b) KOV (KOROZE) → = KOROZNÍ ZPLODINA + UVOLNĚNÁ ENERGIE

B - Konkrétně:

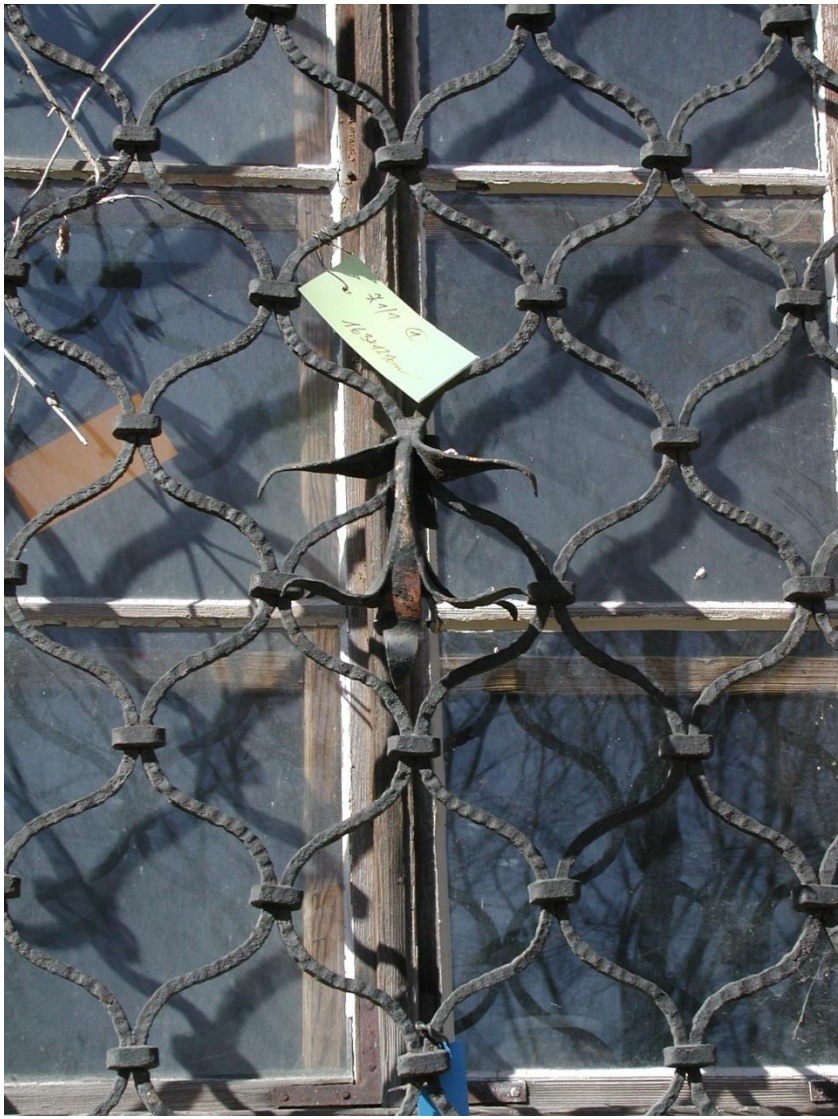
a) $Fe_20_3 . H_2O$ (železná ruda) + DODANÁ ENERGIE → = **Fe (kov)**

b) Fe (KOROZE) (kov) → = $Fe_20_3 . H_2O$ (železná ruda) + UVOLNĚNÁ ENERGIE

A - METODY STABILIZACE VRSTEV KOROZNÍCH PRODUKTŮ

B - METODY ODSTRANĚNÍ VRSTEV KOROZNÍCH PRODUKTŮ

KODAK Color Control Patches
Kodak
Blue
Cyan
Green
Yellow
Red
Magenta
White
3/Color
Black



D
1

KODAK Color Control Patches
Kodak

Centimetres
KODAK Color Control Patches
© The Tiffen Company, 2000
Kodak
LICENSED PRODUCT
Blue
Cyan
Green
Yellow
Red
Magenta
White
3/Color
Black

93

94

A)

METODY STABILIZACE VRSTEV KOROZNÍCH PRODUKTŮ

Klíčová slova

průzkum, RTG, chloridy, sírany, desalinace, pasivace, konzervační vrstva, ochranný režim

Cíle

a) **Interpretovat předmět, zjistit poškození předmětu, identifikace skrytých informací (materiální zbytky)**
b) **Odstranit příčiny degradace – zpomalit korozní procesy**
c) **Udržet dosažený stav (vhodný ochranný režim)**

Průzkum

a) **Materiály použité při výrobě a používání předmětu; tvar a výzdoba**
optická mikroskopie, RTG průzkumy, magnetem, postupným odkryvem, RTG difrakce …

b) **Podmínky v nichž se předmět nacházel**
rozbor půdy – určení pH, nálezové skutečnosti

c) **Materiály z druhotných zásahů (při rekonzervaci)**
identifikace konzervačních materiálů, IČ spektrometrie, chemické analýzy…

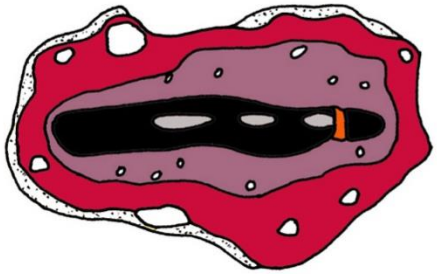
d) **Aktuální stav předmětu**
viz bod a), hmotnost, rozměry, barva …

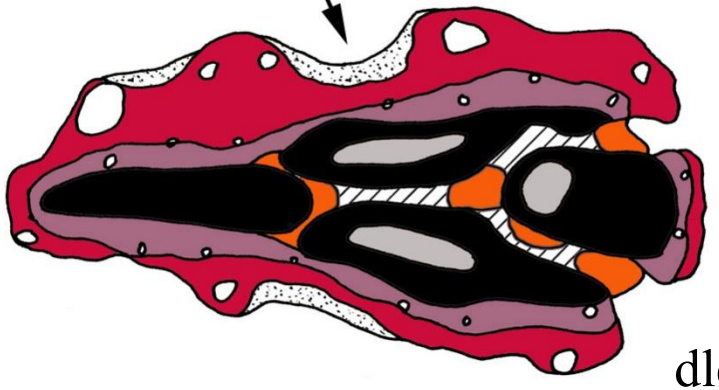
Nálezový stav železného předmětu

Nálezový stav železného předmětu

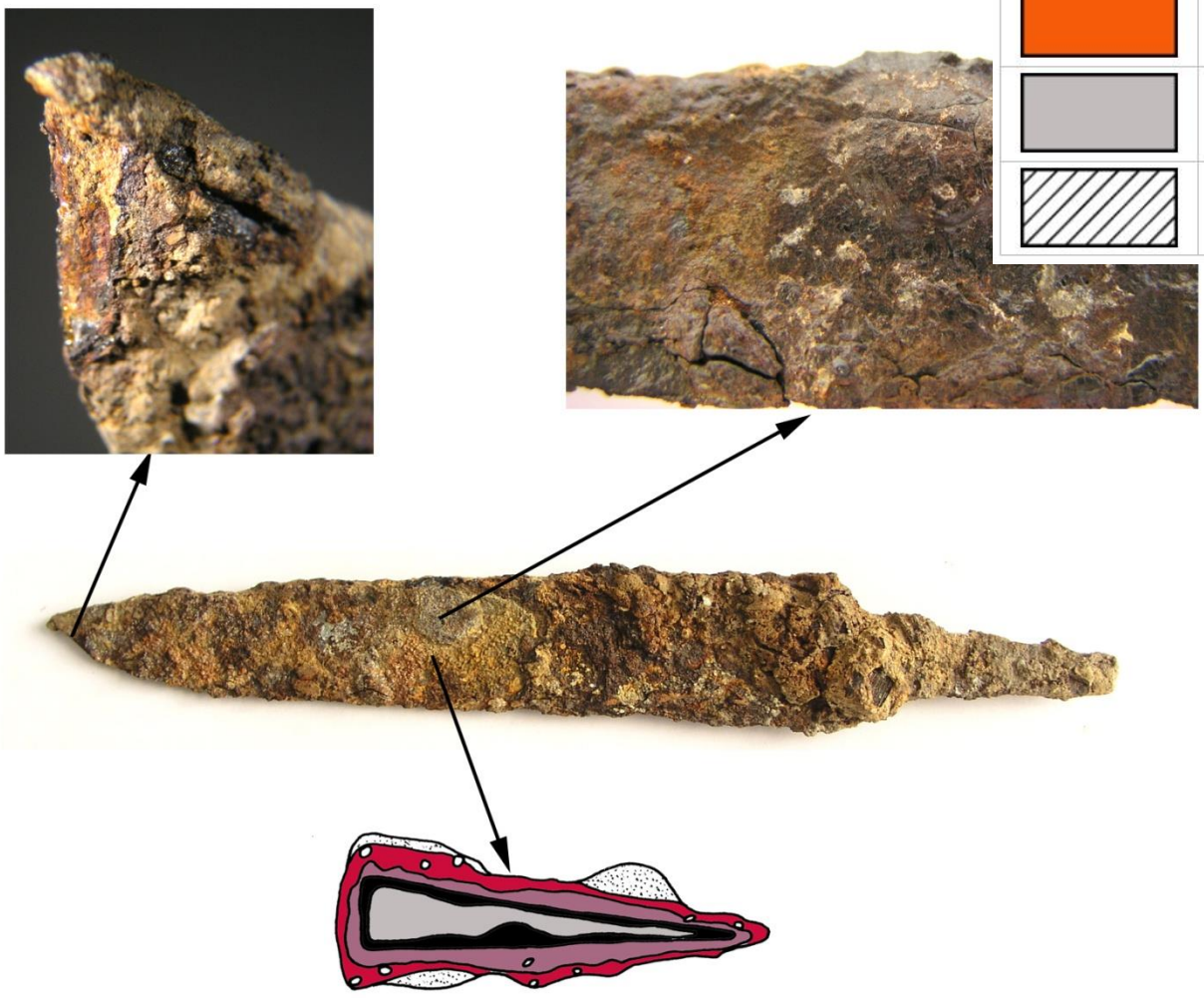
RTG snímek železného předmětu

	hlína a sedimenty
	směs α-FeO(OH) goethit et γ-FeO(OH) lepidocrocit? s cizorodými příměsemi
	směs α-FeO(OH) goethit a γ-FeO(OH) lepidocrocit?
	Fe_3O_4, magnetit?
	β-FeO(OH), akaganit?
	kovové jádro
	prázdné prostory



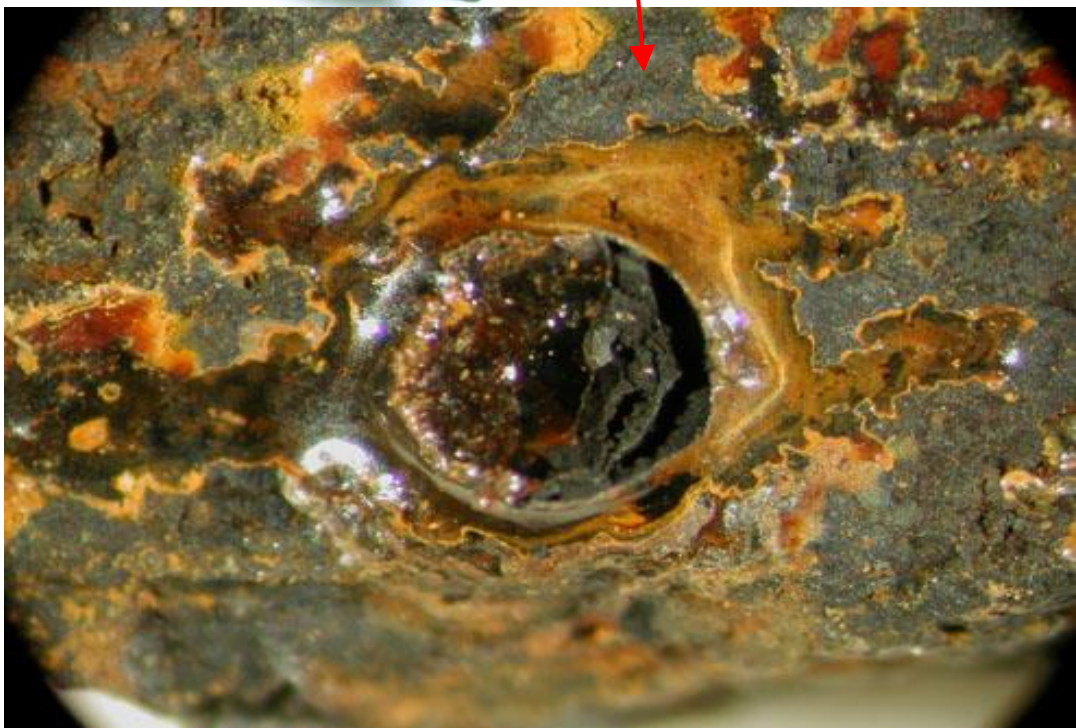


dle RNDr. A. Šilhové



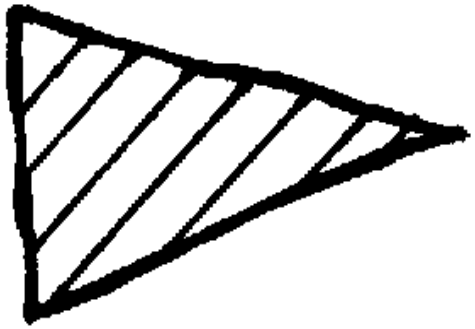
dle RNDr. A. Šilhové

Aktivní chloridová koroze

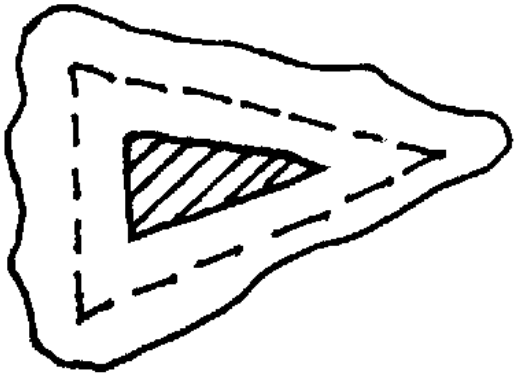


dle Ing. A. Selucké

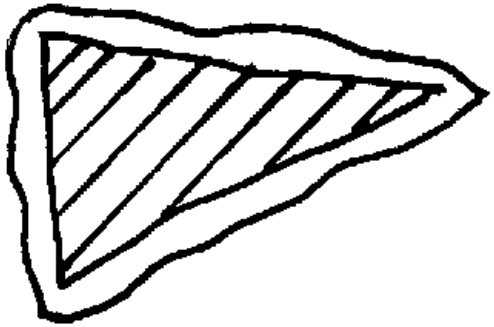
Rozsah koroze



povrchová koroze –
dobře zachovalé kovové jádro



objemné korozní produkty -
velmi slabé kovové jádro;
tvar předmětu je tvořen korozními produkty!!!



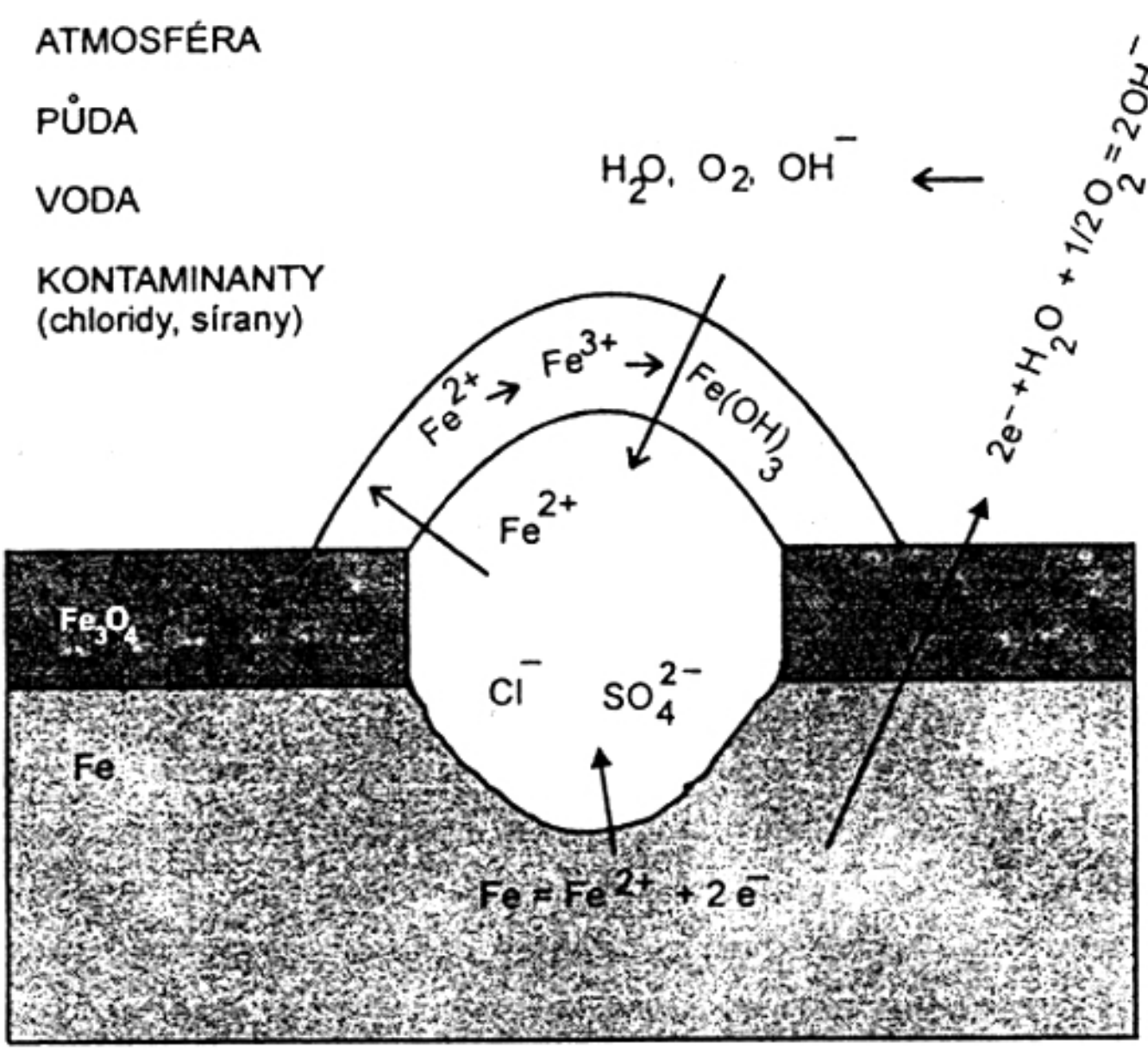
korozní produkty + kovové jádro zachovalé

dle Ing. A. Selucké

Přehled minerálů železa

- **geotit** (α FeO.OH): krystalizuje v kosočtverečné soustavě, černohnědé až světle žluté barvy, produkt zóny zvětrávání, časem přechází na limonit
- **lepidokrocite**(γFeO.OH): jako geotit krystalizuje v kosočtverečné soustavě, výskyt společně, tmavočervené až červenohnědé barvy
- **limonit**(FeO .OH)- hnědel: jako geotit krystalizuje v kosočtverečné soustavě
- **jarosit** (NaFe3(OH)6(SO4)2: triagonální soustava, žluté barvy
- **vivianit** Fe3(PO4)28H2O: jednoklonná soustava, odstíny modré až modrozelené barvy
- **akaganeit** (βFeOOH): mezi krystaly je chemisorpčními vazbami vázán Cl^-, je jasně oranžový, přechází v **geotit** Cl^- se uvolní a vstupuje do dalších korozních reakcí
- **siderit** FeCO3 - ocelek: krystalizuje v klencích, barevná škála od žlutobílé s jejími odstíny až modročerné barvy
- **magnetit** FeO.Fe2O3 – magnetovec: v osmistěnu, černé, železné barvy, magnetický
- **hematit** (αFe2O3) – krevel: modré, ocelově šedé až černé, někdy červené barvy

dle RNDr. A. Šilhové



Koroze železa v půdě

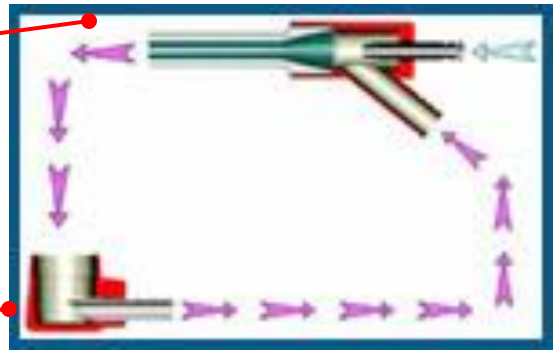
$Fe + Cl^- + O_2 + H_2O = FeCl_3$

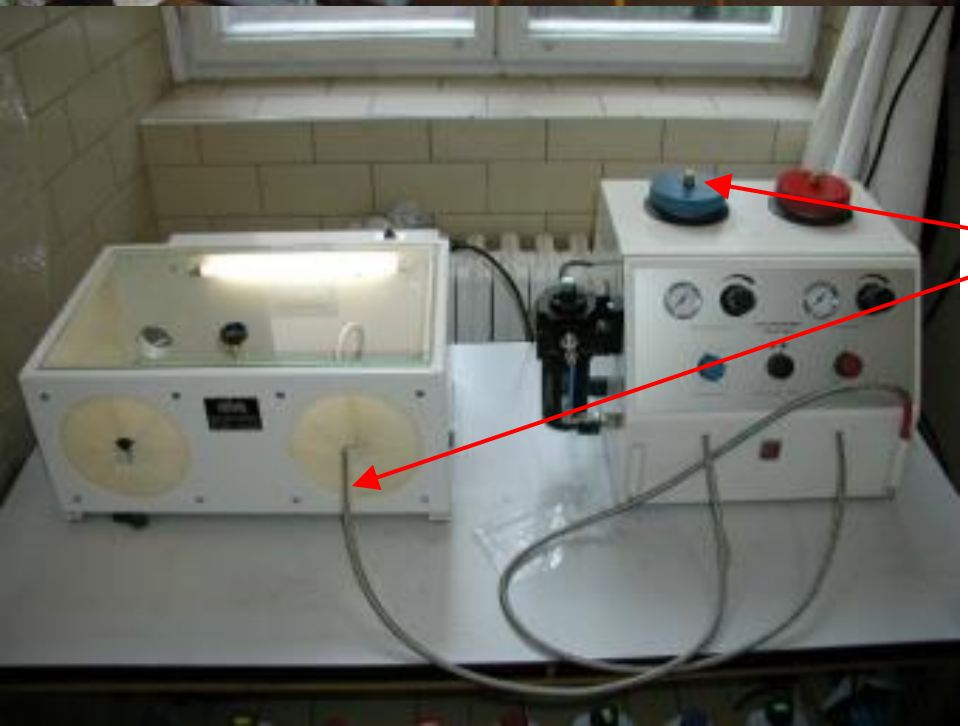
$FeCl_3 + H_2O = Fe(OH)_3 + HCl$

Čištění

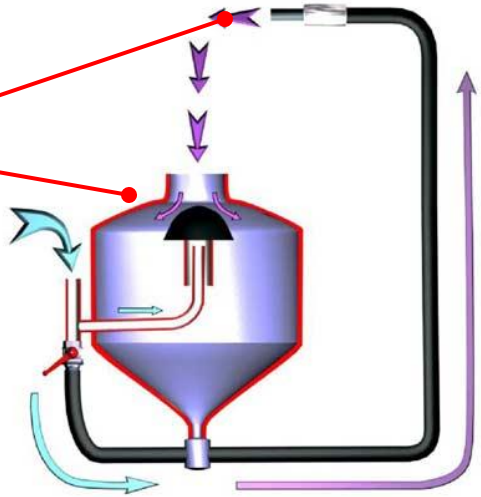
a)	**Chemické**	**- destilovaná voda**
b)	**Mechanické**	**- jemné tryskání, mikrotryskání** (abraziva – ostrozrnná, kulatá …) **- použití ultrazvukové nebo pneumatické jehly** **- mikrobroušení-frézování** (diamant, korund, nástr. ocel) **- laser**
a)	**Pomocné**	- ultrazvukové vany

injektorový systém



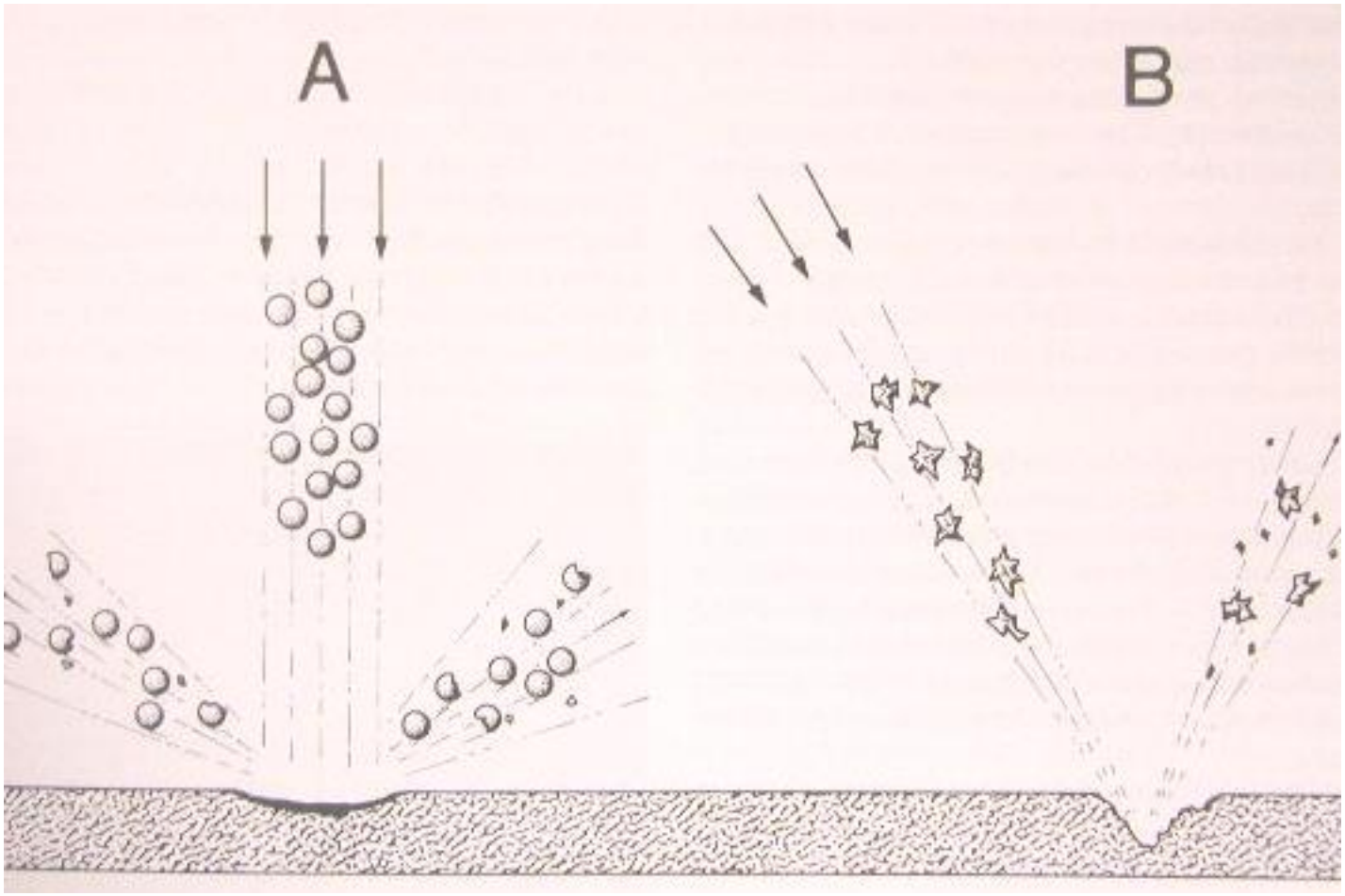


tlakový systém

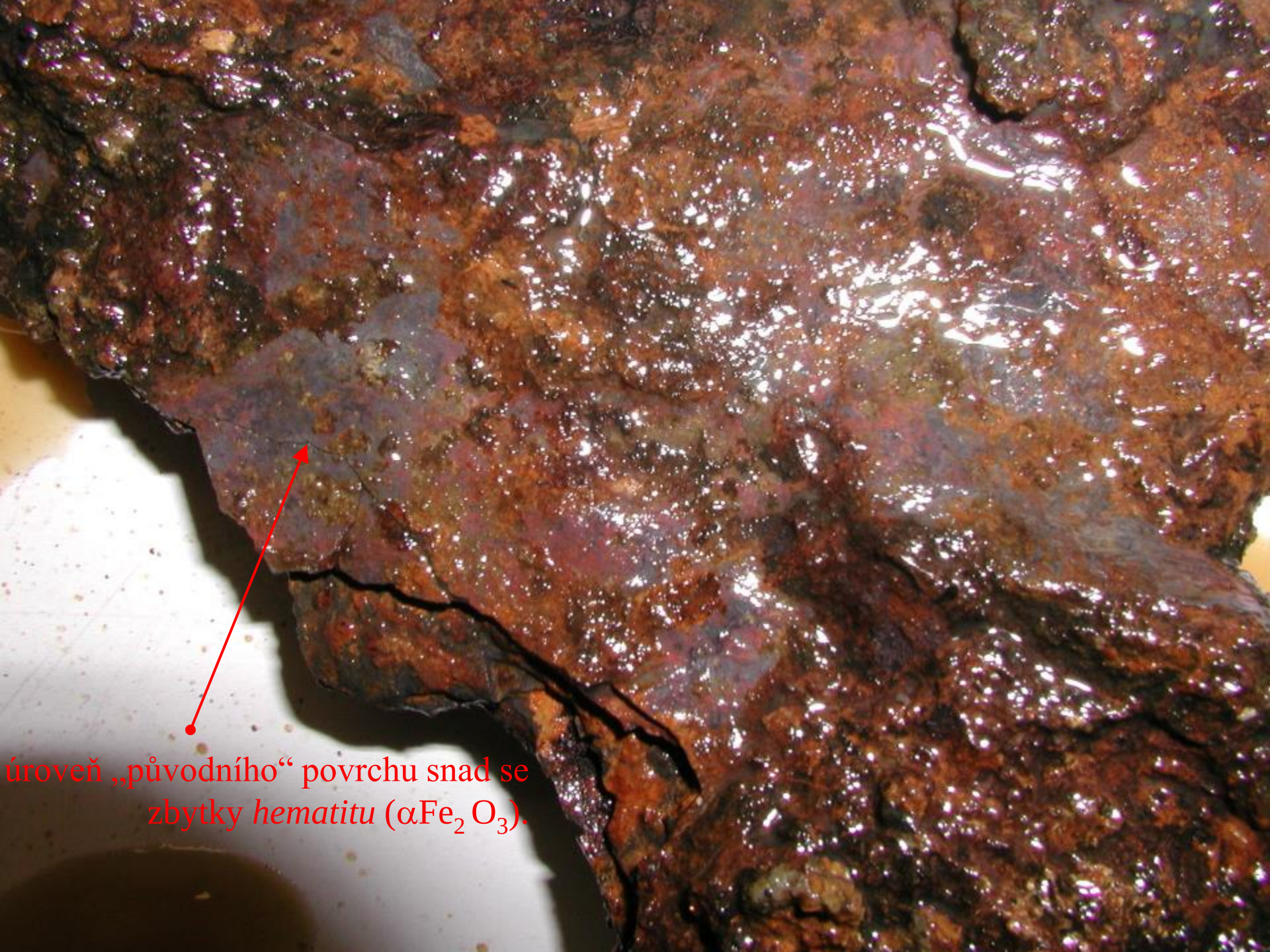


a) ***Kulaté abrazivo – spíše leští povrch (balotina, 90°)***

b) ***Ostrozrnné abrazivo – razantně odebírá materiál (korund 45° - 70°) -***



zbytky zkorodovaného skla


úroveň „původního“ povrchu snad se zbytky *hematitu* (αFe_2O_3).

železná čepel, nálezový stav

železná čepel, slepená a dočasně zpevněná cyklododekanem;
lehce otryskáno balotinou

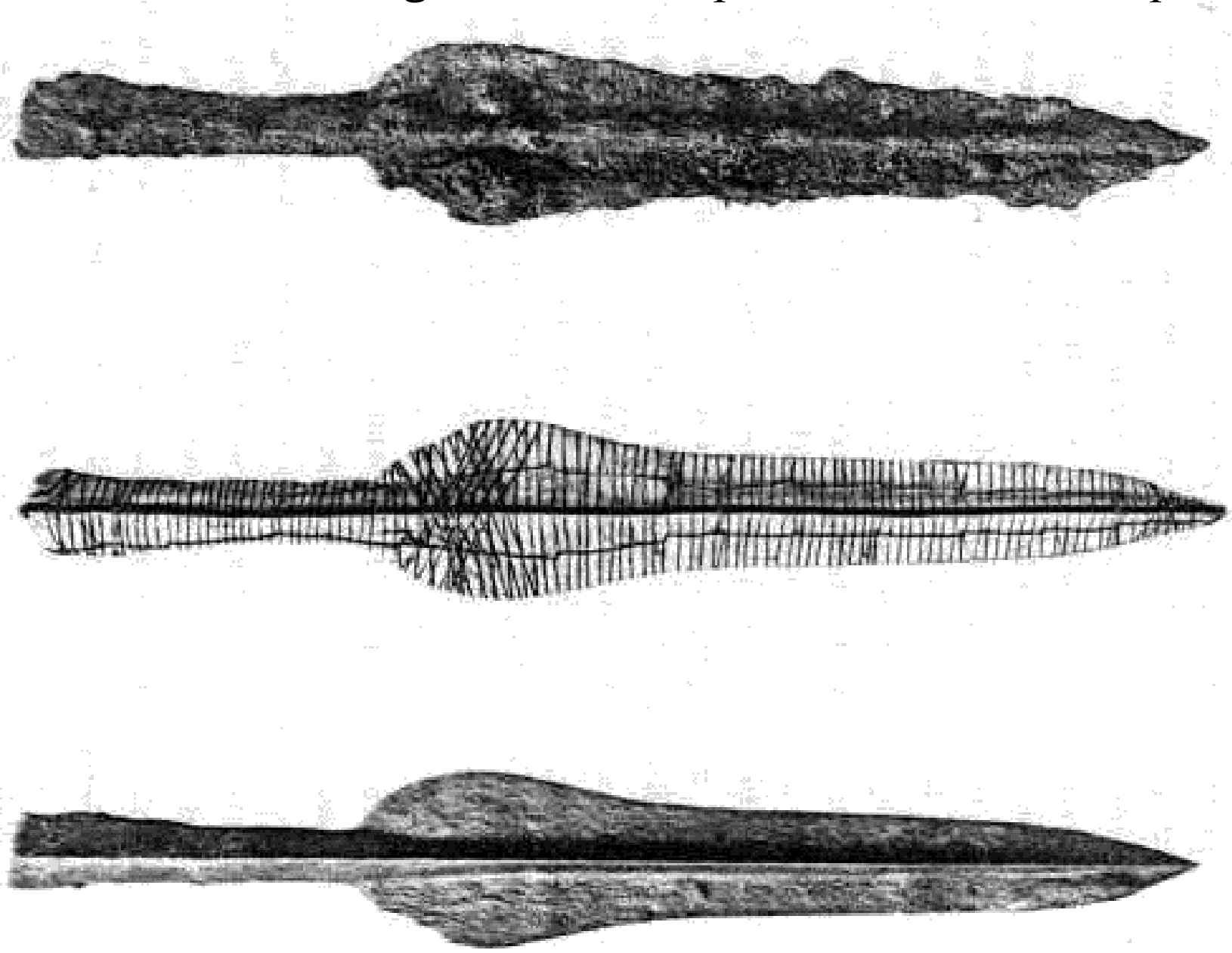
Stabilizace (desalinace)

a) **Historické metody**
od 80. let 19. stol. destilovaná voda, roztoky sody, Rosenbergova metoda, odstraňování korozní vrstvy v kyselinách, amoniakální substituce, elektrochemická s olověnou anodou, LiOH …)

b) **Používané metody**
alkalická (siřičitanová) metoda, zahřívaná destilovaná voda, kys. askorbová, hydrazinhydrát, elektrochemické

c) **Alternativní metody**
uložení v RV < 20 %

Rosenbergova metoda – původní stav; bandáž; po ošetření



Stabilizace (desalinace)

- používané metody

a) **alkalická (siřičitanová) metoda** (siřičitan sodný, hydroxid sodný, 60°C)
b) **zahřívaná destilovaná voda** (cca 60°C)
c) **kys. askorbová** (kys. askorbová, dihydrogenfosforečnan draselný, hydrogenfosforečnan sodný)
d) **hydrazinhydrát** (hydrazinhydrát**,** kys. benzoová)
e) **elektrochemické** (anody z upraveného titanu, prim. fosforečnan draselný, sek. fosforečnan sodný, benzoan sodný)

Desalinace
(demineralizovaná voda, 60°C, vyhřívaná vana, předměty jsou vloženy v kádinkách, aby nedošlo k jejich promíchání v průběhu ošetření)

Po desalinaci následuje obvykle mechanické dočištění povrchu předmětů. Po odstranění zbytků nežádoucích vrstev korozních produktů je vhodné ponořit předmět na 12-24 hodin do vody a tu následně otestovat na přítomnost chloridů. Pokud je test pozitivní je třeba zařadit druhou fázi desalinace.

!

Po aplikaci chemických látek při desalinaci je nezbytné zařadit důkladné **vyluhování** v destilované vodě (až 1 týden) do doby než pH dosáhne hodnoty čisté destilované vody (cca 5,6).

Kontrola průběhu desalinace

a) **Chloridy –** odebereme 5 ml roztoku, okyselíme 2 kapkami **kyseliny dusičné** a následně kápneme 5-7 kapek 2% roztoku **dusičnanu stříbrného**. Pokud se objeví mléčný, opalizující zákal jsou v roztoku chloridy přítomny.

b) **Sírany -** odebereme 5 ml roztoku, okyselíme 2 kapkami **kyseliny chlorovodíkové** a následně kápneme 5-7 kapek 2% roztoku **chloridu barnatého**. Pokud se objeví mléčný zákal jsou v roztoku sírany přítomny.

Kontrola průběhu desalinace

Pasivace

a) **Tanin – roztok k nanášení kartáčem** (200 g taninu, 1 l destilované vody, 150 ml etanolu; při nanášení musí být roztok na povrchu napěněný)

Alternativně lze taninovou vrstvu vynechat a předmět pouze důkladně vysušit a opatřit konzervační vrstvou.

KODAK Gray Scale
KODAK Color Control Patches
Kodak
5
4
6
7

Vysušení

Předměty sušíme v elektrické sušárně po dobu minimálně 5 h a při teplotě 110 °C

Následně musí předměty zchládnout v exikátoru se silikagelem.

* Předměty s korozní vrstvou je nutno vysušovat postupně (teplota vzrůstá od 20 až ke 110 °C)

Závěrečná konzervační vrstva

a) **PARALOID B 72, B 44** (max. 10 % roztok v xylenu, toulenu atd.)
b) **Mikrokrystalické vosky - REVAX 30, COSMOLOID H 80 atd.** (nejčastěji naředěné v benzinu nebo solventní naftě)

Vrstvy se nejčastěji kombinují tak, že první vrstvu tvoří akrylátový lak,

druhou mikrokrystalický vosk.

Lze použit impregnace za sníženého tlaku

Ochranný režim

a) **RV = 0 – 40%,**
teplota do 18 °C,
celková roční expozice 100000 lx.h/rok
max. osvětlenost do 200 lx

energie UV pod 30 μW/lm

b) **Kontrola stavu cca za 2 roky**

c) **Ochranný obal –** dle charakteru předmětu (např. PE fólie) – lze přidat prostředky pro vysušení mikroklimatu (silikagel) nebo vypařovací korozní inhibitory

Ochranný obal

Intenzivní korozní napadení železného plechu znečištěného potem z rukou

Ukázky zásahů

- soubor archeologických nálezů ze Nymburka (cca 16. stol.)
- soubor litinových předmětů z hrobky rodiny Larisch - Mönnich v Karviné - Fryštáku (1/2 19. stol.)

Inches
Centimetres
KODAK Color Control Patches
© The Tiffen Company, 2000
Kodak
LICENSED PRODUCT
Blue
Cyan
Green
Yellow
Red
Magenta
White
3/Color
Black
C3
KODAK Gray Scale
© The Tiffen Company, 2000
Kodak
LICENSED PRODUCT

Inches
Centimetres
KODAK Color Control Patches
© The Tiffen Company, 2000
Kodak
LICENSED PRODUCT
Blue
Cyan
Green
Yellow
Red
Magenta
White
3/Color
Black
KODAK Gray Scale
© The Tiffen Company, 2000
Kodak
LICENSED PRODUCT

KODAK Color Control Patches
Kodak

KODAK Gray Scale
KODAK Color Control Patches
18

KODAK Color Control Patches
Kodak

KODAK Gray Scale
KODAK Color Control Patches
Kodak
5
4
6
7

Doporučená literatura

- BURSÍKOVÁ, Miluše: ***Rekonzervace a restaurování unikátního laténského meče***, Sborník z konzervátorského a restaurátorského semináře. Brno 1998, s. 51 - 57.
- DAŇKOVÁ, Aranka – HAVLÍNOVÁ, Alena: ***Desalinace ve vodném roztoku s obsahem hydrazinhydrátu***. In: Stabilizace železných archeologických nálezů, Brno 2003, s. 19-22, ISBN 80-86413-13-6.
- FARKE, Heidemarie: ***Příspěvek ke stanovení organických zbytků na půdních nálezech z kovu***, Zajímavosti a novinky z konzervátorské, restaurátorské a preparátorské praxe, Metodický list. Brno 1997, s. 98 - 102.
- HAVLÍNOVÁ, Alena – PERLÍK, Dušan: ***Siřičitanová desalinace***. In: Stabilizace železných archeologických nálezů, Brno 2003, s. 19-22, ISBN 80-86413-13-6.
- HAVLÍNOVÁ, Alena - PERLÍK, Dušan***:Využití plazmatické redukce ve Středočeském muzeu - podmínky ošetření železných nálezů a následná konzervace***, Zajímavosti a novinky z konzervátorské, restaurátorské a preparátorské praxe, Metodický list. Brno 1997, s. 60 - 62.
- HAVLÍNOVÁ, Alena: ***Optimalizace konzervačního postupu při zpracování železných archeologických sbírek***, Sborník z konzervátorského a restaurátorského semináře. Brno 1998, s. 70 - 73.
- HAVLÍNOVÁ, Alena: ***Restaurování laténského meče v pochvě s využitím plazmochemického ošetření***. In: Konzervace a restaurování kulturního dědictví z pohledu mezinárodní etiky, Metodický list. Brno 1995, s. 71 - 72.
- KREISLOVÁ, Kateřina. ***Konzervace kovů a konzervační prostředky***. In Sborník z konzervátorského a restaurátorského semináře. Technické muzeum v Brně, Brno 1999, s. 69-72.

Doporučená literatura

- RUSNÁK, Vlado: ***Desalinace hydroxidem lithným II***. In: Stabilizace železných archeologických nálezů, Brno 2003, s. 19-22, ISBN 80-86413-13-6.
- SELUCKÁ, Alena – RICHTROVÁ, Antonie – HLADÍK, Jaromír: ***Elektrolyická desalinace***. In: Stabilizace železných archeologických nálezů, Brno 2003, s. 19-22, ISBN 80-86413-13-6.
- SIGLOVÁ, Václava: ***Desalinace hydroxidem lithným I.*** In: Stabilizace železných archeologických nálezů, Brno 2003, s. 19-22, ISBN 80-86413-13-6.
- ŠILHOVÁ, Alena – PRAŽÁK, Milan: ***Stabilizace železných archeologických nálezů.*** In: Stabilizace železných archeologických nálezů, Brno 2003, s. 9-12, ISBN 80-86413-13-6.
- ŠILHOVÁ, Alena – PRAŽÁK, Milan: ***Způsoby desalinace užívané v současné době.*** In: Stabilizace železných archeologických nálezů, Brno 2003, s. 19-22, ISBN 80-86413-13-6.
- ŠILHOVÁ, Alena. ***Stabilizace železných archeologických předmětů siřičitanem sodným v alkalickém prostředí.*** In Sborník z konzervátorského a restaurátorského semináře. Technické muzeum v Brně, Brno 1999, s. 53-57.
- ŠIMČÍK, Antonín – VYKOUKOVÁ, Jitka: ***Desalinace roztokem kyseliny askorbové a vyluhováním v destilované vodě.*** In: Stabilizace železných archeologických nálezů, Brno 2003, s. 19-22, ISBN 80-86413-13-6.

Doporučená literatura

- ŠIMČÍK, Antonín: ***Přehled starších metod stabilizace korozních vrstev na archeologických nálezech ze že*leza.** . In: Stabilizace železných archeologických nálezů, Brno 2003, s. 15-18, ISBN 80-86413-13-6.
- USTOHAL, Vladimír: ***Kovy a slitiny.*** Brno 1992, 67 s., ISBN 80-7028-043-3.
- VYKOUKOVÁ, Jitka : ***Obalová technika pro kovy*** . Věstník Asociace muzeí a galerií České republiky 4, 2000, s. 20-22.V článku se autorka zabývá vlivem různých látek na kovy.
- VYKOUKOVÁ, Jitka- SELUCKÁ, Alena: ***Korozní produkty železa***. In: Stabilizace železných archeologických nálezů, Brno 2003, s. 13-14, ISBN 80-86413-13-6.
- VYKOUKOVÁ, Jitka. ***Čištění otryskáním (Vliv čištění otryskáváním na kovový povrch).*** In Sborník z konzervátorského a restaurátorského semináře. Technické muzeum v Brně, Brno 1999, s. 85-98.

B)

METODY ODSTRANĚNÍ VRSTEV KOROZNÍCH PRODUKTŮ

Klíčová slova

průzkum, mechanické a chemické odstranění korozní vrstvy, pasivace, konzervační vrstva, ochranný režim

Cíle

a) **Interpretovat předmět, zjistit poškození předmětu, identifikace skrytých informací (materiální zbytky)**
b) **Odstranit příčiny degradace – zpomalit korozní proces**
c) **Udržet dosažený stav (vhodný ochranný režim)**

Průzkum

a) **Materiály použité při výrobě a používání předmětu; tvar a výzdoba**
empirie, optická mikroskopie, RTG průzkumy, postupným odkryvem, RTG difrakce, metalografie …

b) **Podmínky v nichž se předmět nacházel**
nálezové skutečnosti, rozbor mikroklimatu

c) **Materiály z druhotných zásahů (při rekonzervaci)**
identifikace konzervačních materiálů

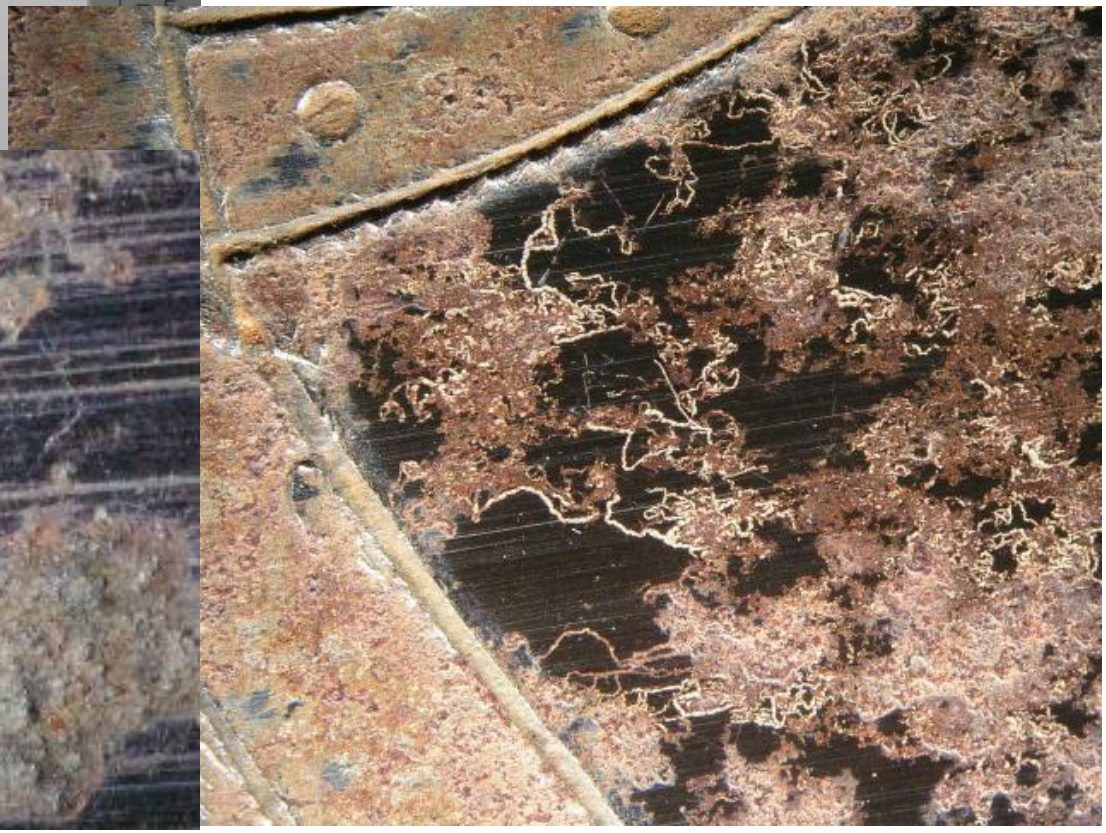
d) **Aktuální stav předmětu**
viz bod a), hmotnost, rozměry, barva …

Koroze železa urychlená vysokou RV prostředí

Korozní důlky

Intenzivní korozní napadení stimulované sloučeninami síry

Poškození cínovaného železa vzniklé v souvislosti s vysokou koncentrací VOC, vyšší RV a prachovými depozity v dubové skříni



Metody konzervace

a) **Historické metody**
od nejstarších dob známo používání ochranných nátěrů, využíváno i v muzeích - ošetřování laky, vosky a tuky, mechanické i chemické čištění …

b) **Používané metody**
Mechanické – otryskávání, broušení, leštění
Chemické – Chelaton 3
Elektrolytické

c) **Alternativní metody**
uložení v RV < 20 %
inhibitory

Používané metody

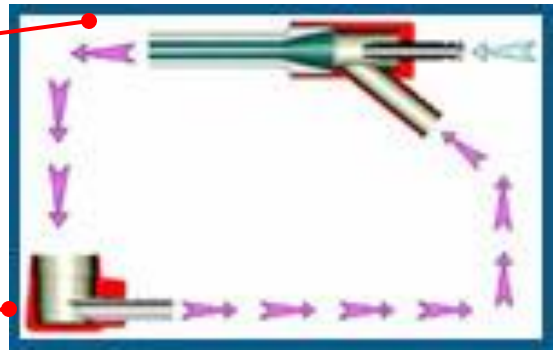
a) Mechanické - **jemné tryskání, mikrotryskání** (abraziva – ostrozrnné, kulaté …)
- **leštění** (pouze výjimečně, kovová vata, textilní kotouče, leštící pasty)
- **použití ultrazvukové jehly**
- **laser**

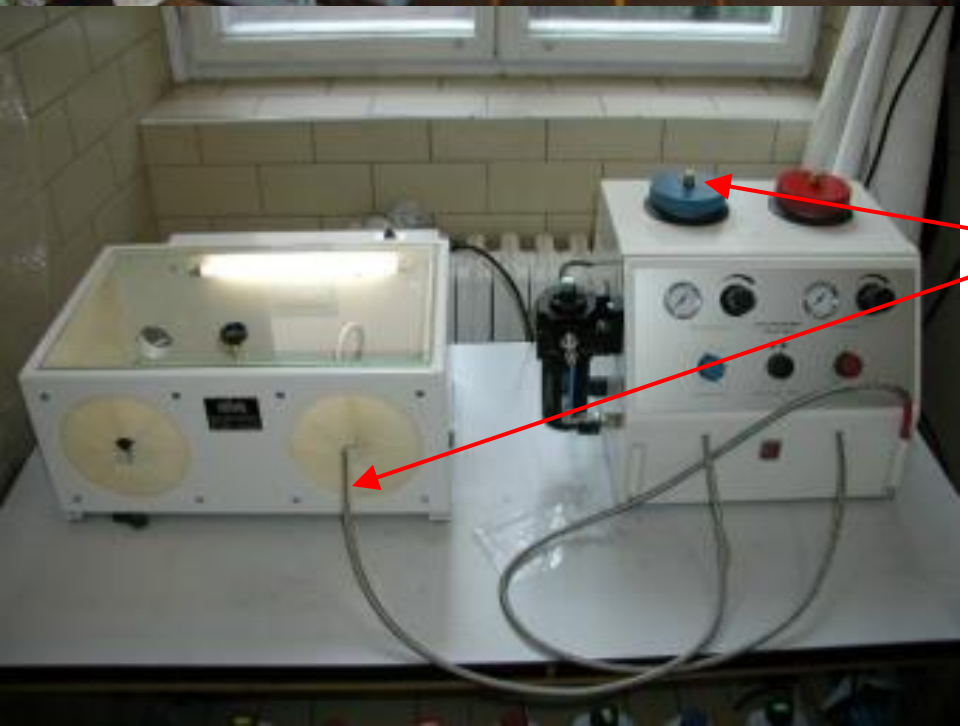
b) Chemické - **Chelaton 3** (EDTA) 5% - nasycený vodný roztok, zahřívaný

c) Elektrochemické - špatně kontrolovatelné, jen ve zvláštních případech - lokálně

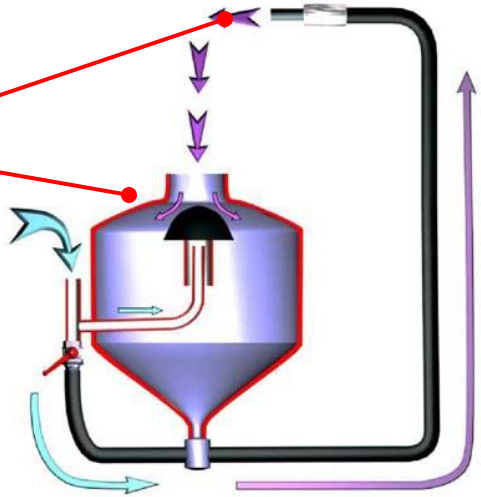
d) Pomocné - ultrazvukové vany

injektorový systém



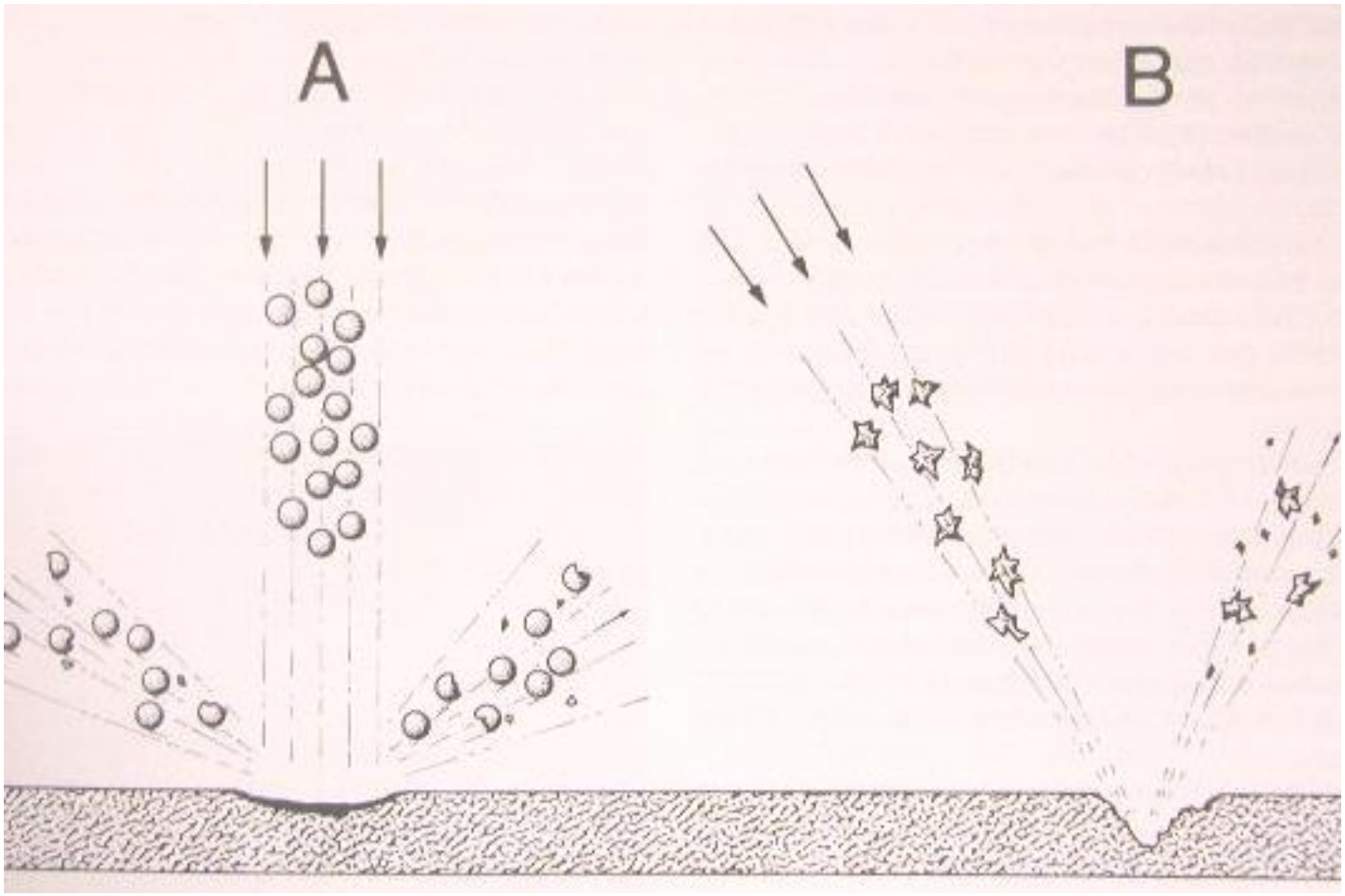


tlakový systém



a) ***Kulaté abrazivo – spíše leští povrch (balotina, 90°)***

b) ***Ostrozrnné abrazivo – razantně odebírá materiál (korund 45° - 70°) -***



Pasivace

a) **moderní inhibitory**
b) **starší metody (fosfatizace, chromátování, oxalátování, dusitany)**

Vysušení

Předměty sušíme v elektrické sušárně po dobu minimálně 5 h a při teplotě 110 °C

Následně musí předměty zchládnout v exikátoru se silikagelem.

* alternativně je možno provádět sušení i chemicky v lázních organických rozpouštědel

Závěrečná konzervační vrstva

a) **PARALOID B 72, B44** (max. 10 % roztok v xylenu, toulenu atd.)
b) **Mikrokrystalické vosky - REVAX 30, COSMOLOID H 80 atd.** (nejčastěji naředěné v benzinu nebo solventní naftě)

* Vrstvy se nejčastěji kombinují tak, že první vrstvu tvoří akrylátový lak, druhou mikrokrystalický vosk.

Ochranný režim

a) **RV = 0 – 40%,**
teplota do 18 °C,
celková roční expozice 100000 lx.h/rok
max. osvětlenost do 200 lx

energie UV pod 30 μW/lm

b) **Kontrola stavu cca za 2 roky**

c) **Ochranný obal –** dle charakteru předmětu (např. PE fólie) – lze přidat prostředky pro vysušení mikroklimatu (silikagel) nebo vypařovací korozní inhibitory

Ochranný obal

Intenzivní korozní napadení železného plechu znečištěného potem z rukou

Speciální technologie

Čištění pokovených železných artefaktů se provádí nejlépe mechanicky

(kovová vata, ultrazvuková jehla, plastická guma, laser)

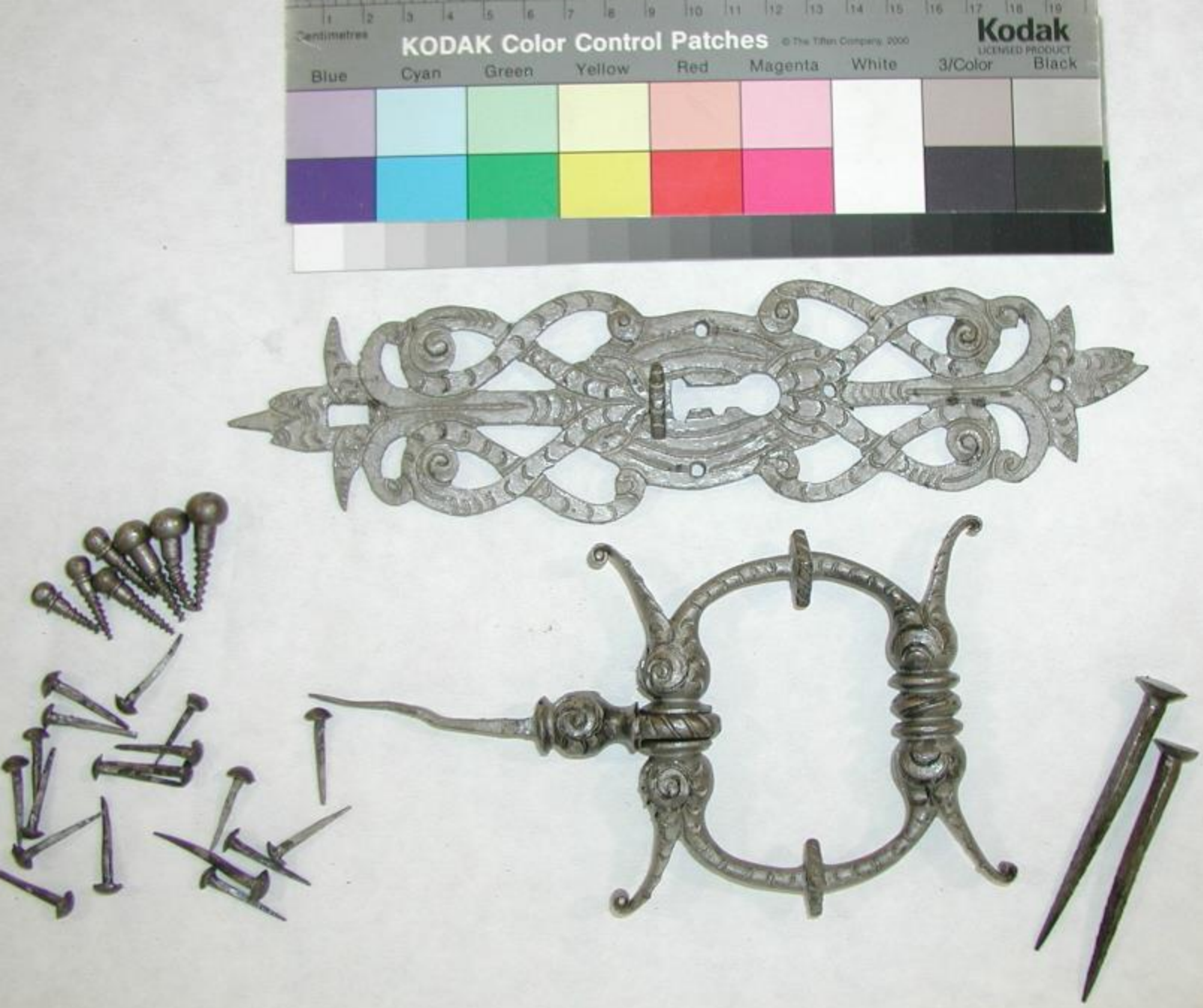
Ukázky zásahů

• soubor nábytkového kování neorenesanční skříně (Anglie, pol. 19. stol.)

- cínovaný a modřený krabicový zámek
- cínované madlo se štítkem a příslušenstvím

KODAK Color Control Patches
Kodak
Blue
Cyan
Green
Yellow
Red
Magenta
White
3/Color
Black

Centimetres
KODAK Color Control Patches
© The Tiffen Company, 2000
Kodak
LICENSED PRODUCT
Blue
Cyan
Green
Yellow
Red
Magenta
White
3/Color
Black


KODAK Color Control Patches
Kodak
Blue
Cyan
Green
Yellow
Red
Magenta
White
3/Color
Black

Doporučená literatura

- BURSÍKOVÁ, Miluše: ***Rekonzervace a restaurování unikátního laténského meče***, Sborník z konzervátorského a restaurátorského semináře. Brno 1998, s. 51 - 57.
- DAŇKOVÁ, Aranka – HAVLÍNOVÁ, Alena: ***Desalinace ve vodném roztoku s obsahem hydrazinhydrátu***. In: Stabilizace železných archeologických nálezů, Brno 2003, s. 19-22, ISBN 80-86413-13-6.
- FARKE, Heidemarie: ***Příspěvek ke stanovení organických zbytků na půdních nálezech z kovu***, Zajímavosti a novinky z konzervátorské, restaurátorské a preparátorské praxe, Metodický list. Brno 1997, s. 98 - 102.
- HAVLÍNOVÁ, Alena – PERLÍK, Dušan: ***Siřičitanová desalinace***. In: Stabilizace železných archeologických nálezů, Brno 2003, s. 19-22, ISBN 80-86413-13-6.
- HAVLÍNOVÁ, Alena - PERLÍK, Dušan***:Využití plazmatické redukce ve Středočeském muzeu - podmínky ošetření železných nálezů a následná konzervace***, Zajímavosti a novinky z konzervátorské, restaurátorské a preparátorské praxe, Metodický list. Brno 1997, s. 60 - 62.
- HAVLÍNOVÁ, Alena: ***Optimalizace konzervačního postupu při zpracování železných archeologických sbírek***, Sborník z konzervátorského a restaurátorského semináře. Brno 1998, s. 70 - 73.
- HAVLÍNOVÁ, Alena: ***Restaurování laténského meče v pochvě s využitím plazmochemického ošetření***. In: Konzervace a restaurování kulturního dědictví z pohledu mezinárodní etiky, Metodický list. Brno 1995, s. 71 - 72.
- Kolektiv autorů: **Konzervování a restaurování kovů,** Brno 2011, 648 s. ISBN 978-80-86413-70-9
- KREISLOVÁ, Kateřina. ***Konzervace kovů a konzervační prostředky***. In Sborník z konzervátorského a restaurátorského semináře. Technické muzeum v Brně, Brno 1999, s. 69-72.

Doporučená literatura

- RUSNÁK, Vlado: ***Desalinace hydroxidem lithným II***. In: Stabilizace železných archeologických nálezů, Brno 2003, s. 19-22, ISBN 80-86413-13-6.
- SELUCKÁ, Alena – RICHTROVÁ, Antonie – HLADÍK, Jaromír: ***Elektrolyická desalinace***. In: Stabilizace železných archeologických nálezů, Brno 2003, s. 19-22, ISBN 80-86413-13-6.
- SIGLOVÁ, Václava: ***Desalinace hydroxidem lithným I.*** In: Stabilizace železných archeologických nálezů, Brno 2003, s. 19-22, ISBN 80-86413-13-6.
- ŠILHOVÁ, Alena – PRAŽÁK, Milan: ***Stabilizace železných archeologických nálezů.*** In: Stabilizace železných archeologických nálezů, Brno 2003, s. 9-12, ISBN 80-86413-13-6.
- ŠILHOVÁ, Alena – PRAŽÁK, Milan: ***Způsoby desalinace užívané v současné době.*** In: Stabilizace železných archeologických nálezů, Brno 2003, s. 19-22, ISBN 80-86413-13-6.
- ŠILHOVÁ, Alena. ***Stabilizace železných archeologických předmětů siřičitanem sodným v alkalickém prostředí.*** In Sborník z konzervátorského a restaurátorského semináře. Technické muzeum v Brně, Brno 1999, s. 53-57.
- ŠIMČÍK, Antonín – VYKOUKOVÁ, Jitka: ***Desalinace roztokem kyseliny askorbové a vyluhováním v destilované vodě.*** In: Stabilizace železných archeologických nálezů, Brno 2003, s. 19-22, ISBN 80-86413-13-6.

Doporučená literatura

- ŠIMČÍK, Antonín: ***Přehled starších metod stabilizace korozních vrstev na archeologických nálezech ze že*leza.** . In: Stabilizace železných archeologických nálezů, Brno 2003, s. 15-18, ISBN 80-86413-13-6.
- USTOHAL, Vladimír: ***Kovy a slitiny.*** Brno 1992, 67 s., ISBN 80-7028-043-3.
- VYKOUKOVÁ, Jitka : ***Obalová technika pro kovy*** . Věstník Asociace muzeí a galerií České republiky 4, 2000, s. 20-22.V článku se autorka zabývá vlivem různých látek na kovy.
- VYKOUKOVÁ, Jitka- SELUCKÁ, Alena: ***Korozní produkty železa***. In: Stabilizace železných archeologických nálezů, Brno 2003, s. 13-14, ISBN 80-86413-13-6.
- VYKOUKOVÁ, Jitka. ***Čištění otryskáním (Vliv čištění otryskáváním na kovový povrch).*** In Sborník z konzervátorského a restaurátorského semináře. Technické muzeum v Brně, Brno 1999, s. 85-98.

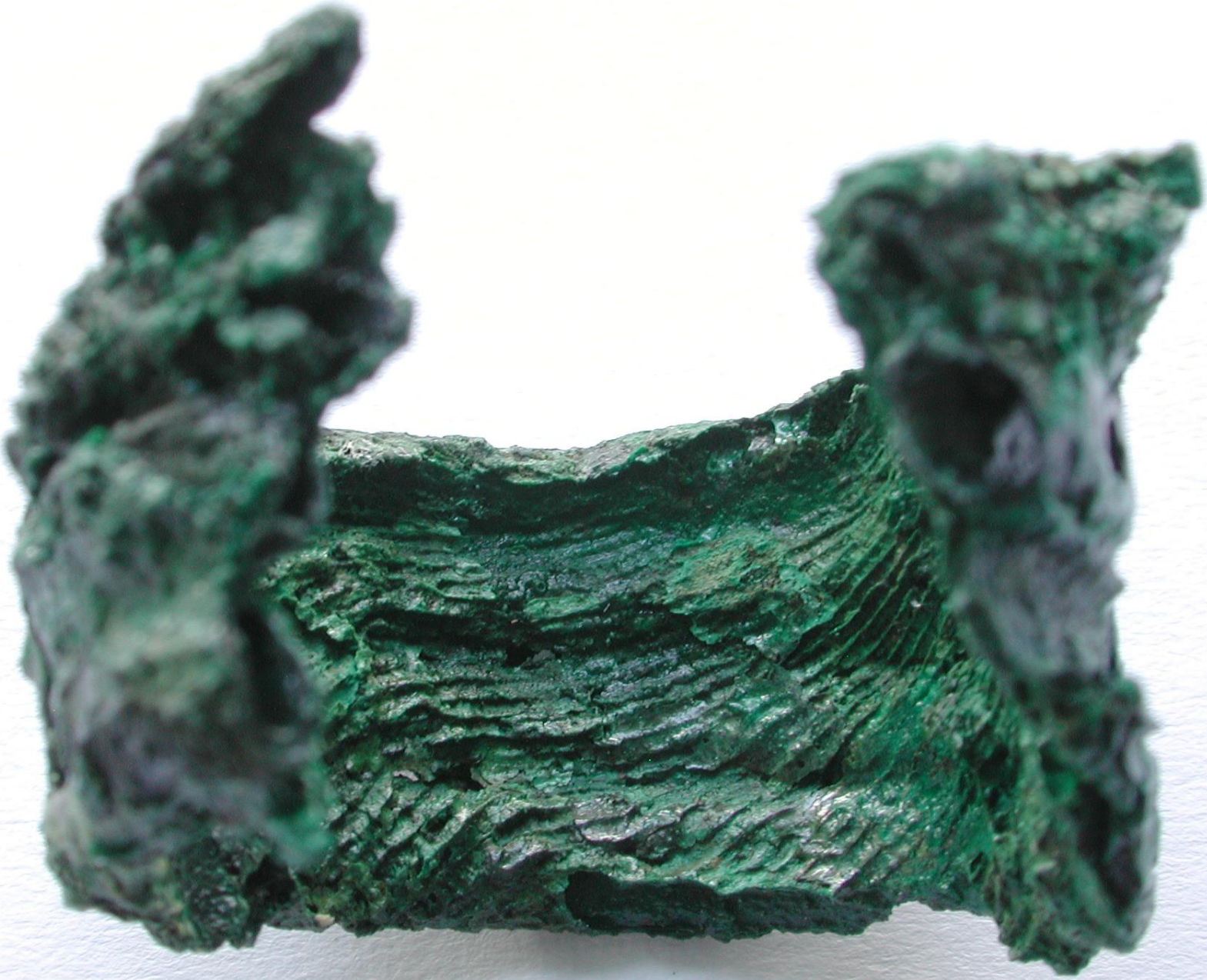
KONZERVACE PŘEDMĚTŮ Z MĚDI A JEJÍCH SLITIN

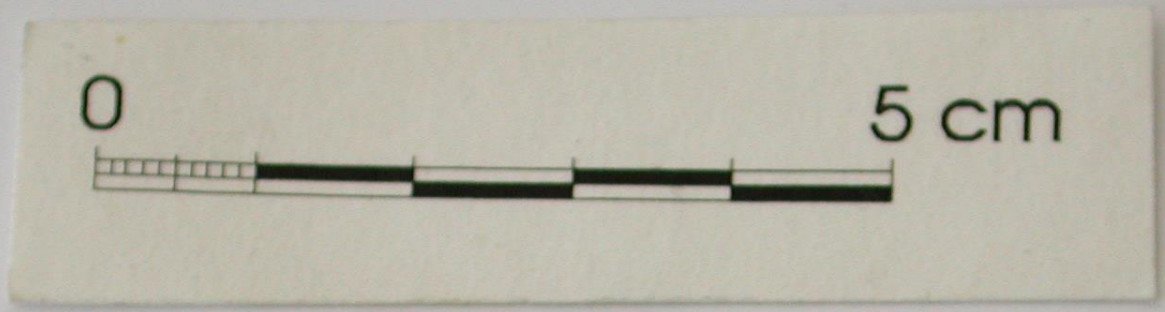
A - METODY STABILIZACE KOROZNÍ VRSTVY

B - METODY ODSTRANĚNÍ KOROZNÍ VRSTVY

RIÆ ET S THOMÆ

Blue
Cyan
Green




0
5 cm

3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25

Klíčová slova

měď, bronz, mosaz, alpaka, průzkum, patina („ušlechtilá“ a „neušlechtilá“), chloridy, desalinace, mechanické a chemické čištění, konzervační vrstva, ochranný režim

Cíle

a) **Interpretovat předmět, zjistit poškození předmětu, identifikace skrytých informací (materiální zbytky)**

b) **Odstranit příčiny degradace – zpomalit korozní proces**

c) **Udržet dosažený stav (vhodný ochranný režim)**

Průzkum

a) **Materiály použité při výrobě a používání předmětu; tvar a výzdoba**
optická mikroskopie, RTG průzkumy, postupným odkryvem, chemické zkoušky, metalografie …

b) **Podmínky, v nichž se předmět nacházel**
rozbor půdy – určení pH, nálezové skutečnosti

c) **Materiály z druhotných zásahů (při rekonzervaci)**
identifikace konzervačních materiálů, IČ spektrometrie, chemické analýzy…

d) **Aktuální stav předmětu**
viz bod a), hmotnost, rozměry, barva …

Korozní vrstvy

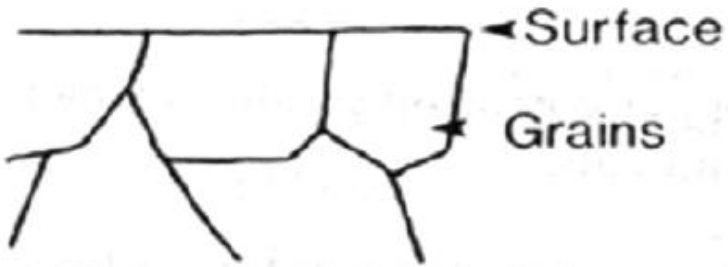
- **stabilní vrstva korozních produktů - „ušlechtilá patina“**
- **nestabilní vrstva korozních produktů - „neušlechtilá patina“**
- ***přírodní patina***
- ***umělá patina***

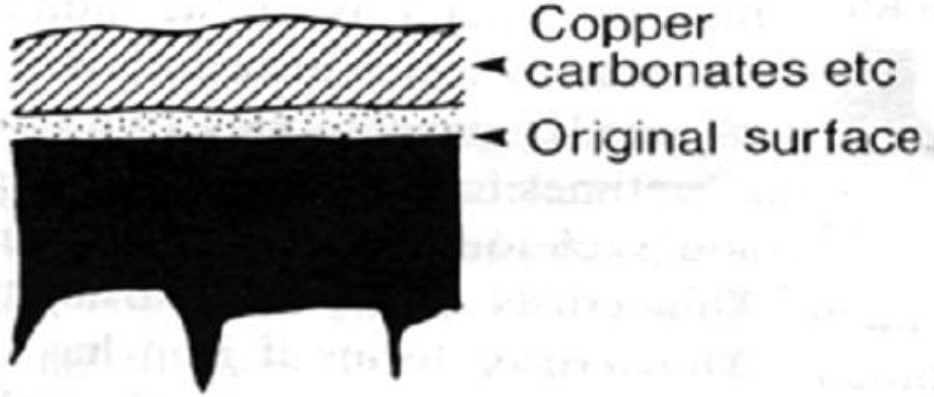
Korozní produkty mědi

- Cu_2O - červeno-hnědý kuprit
- CuO - černý (při teplotě 400 - 600°C) - tenorit
- Cu_2S, CuS - černo-modrý
- černé korozní produkty - i v případě vyššího obsahu Ag nebo Pb ve slitině
- **$CuCO_3.Cu(OH)_2$ - zelený malachit**
- 2 $CuCO_3.Cu(OH)_2$ - modrý azurit
- $CuSO_4.3Cu(OH)_2$ - žluto-zelená (venkovní atmosféra)
- $CuCl_2.3Cu(OH)_2$ - světle zelený paratakamit

dle Ing. A. Selucké

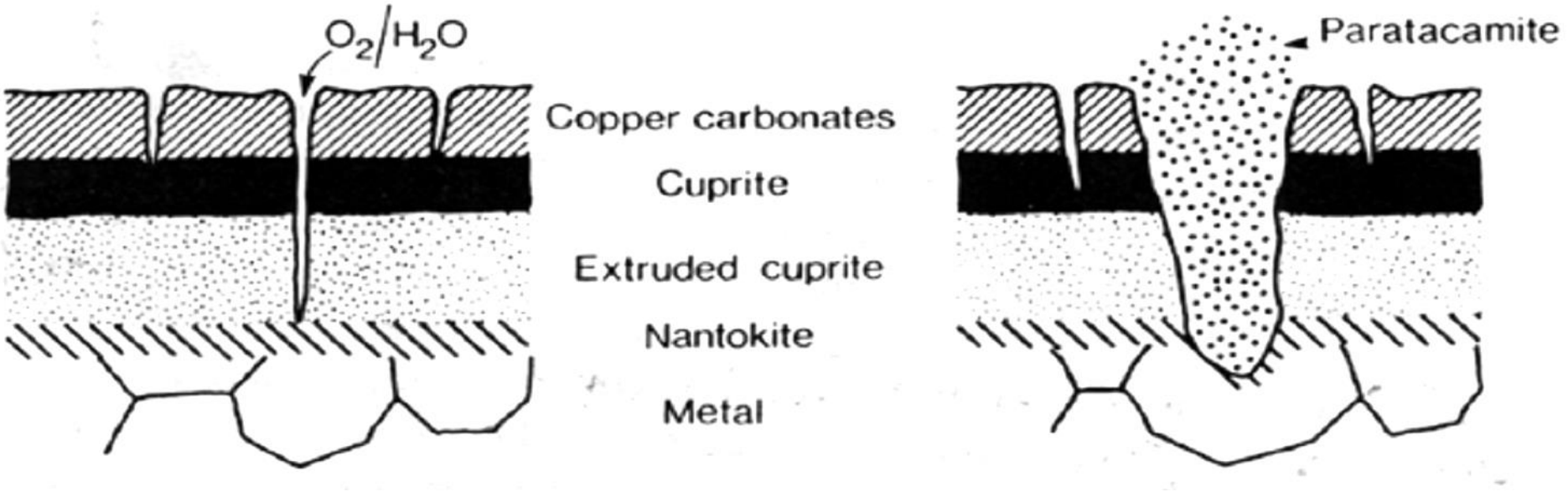
koroze mědi
- vznik korozních produktů





Obr.: J.M: Cronyn: The Elements of Archaelogical Conservation, 1990, s.219

nemoc bronzu
- „bronze disease“



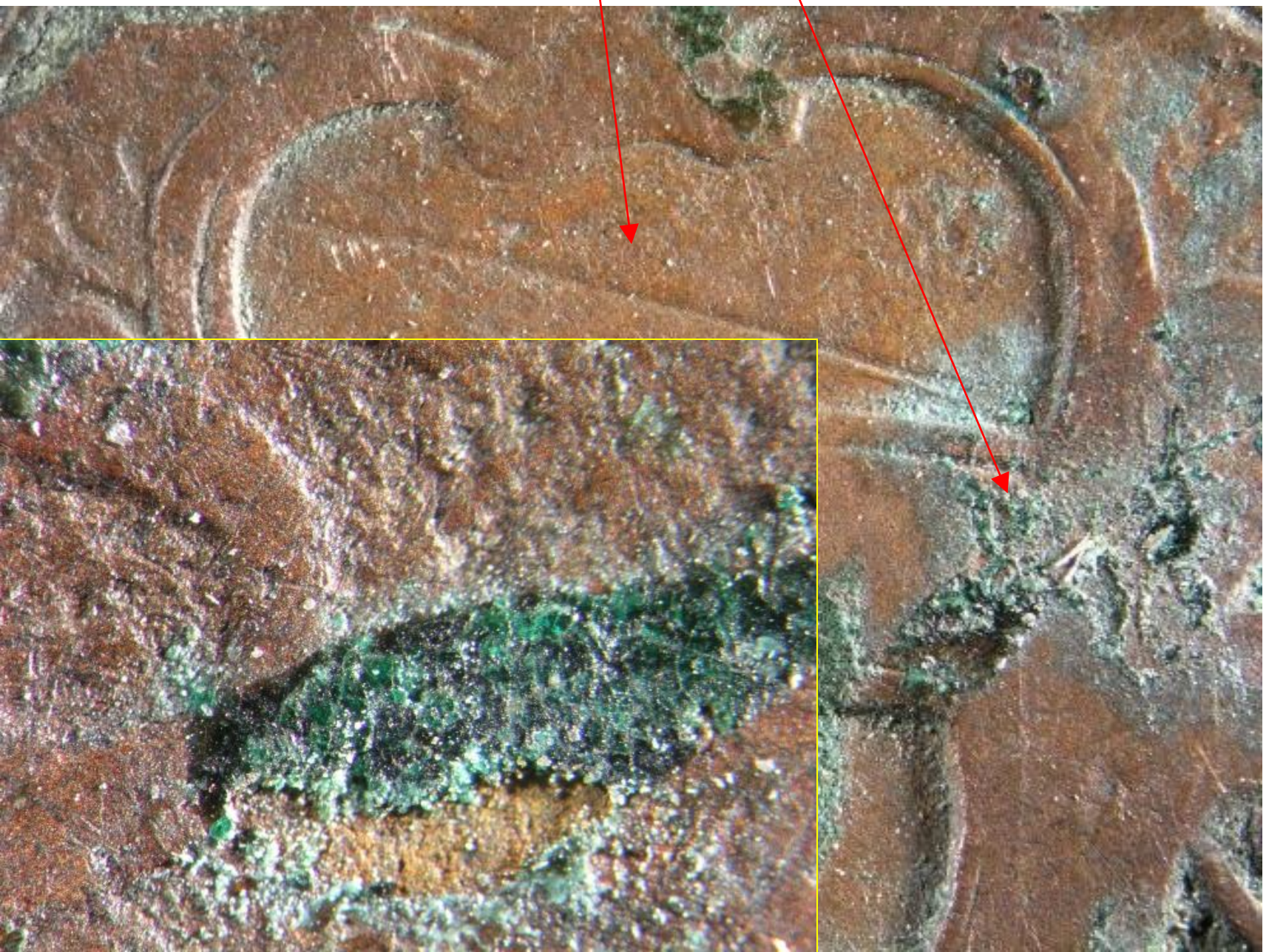
$4CuCl + 4\,H_2O + O_2 = CuCl_2.3Cu(OH)_2 + 2HCl$

nantokit paratakamit

Obr.: J.M: Cronyn: The Elements of Archaelogical Conservation, 1990, s. 227

měděná mince pokrytá stabilní i nestabilní vrstvou korozních produktů

měděná mince pokrytá stabilní i nestabilní vrstvou korozních produktů



mosazné pedály s tenkou vrstvou korozních produktů

selektivní koroze zinku v mosazi

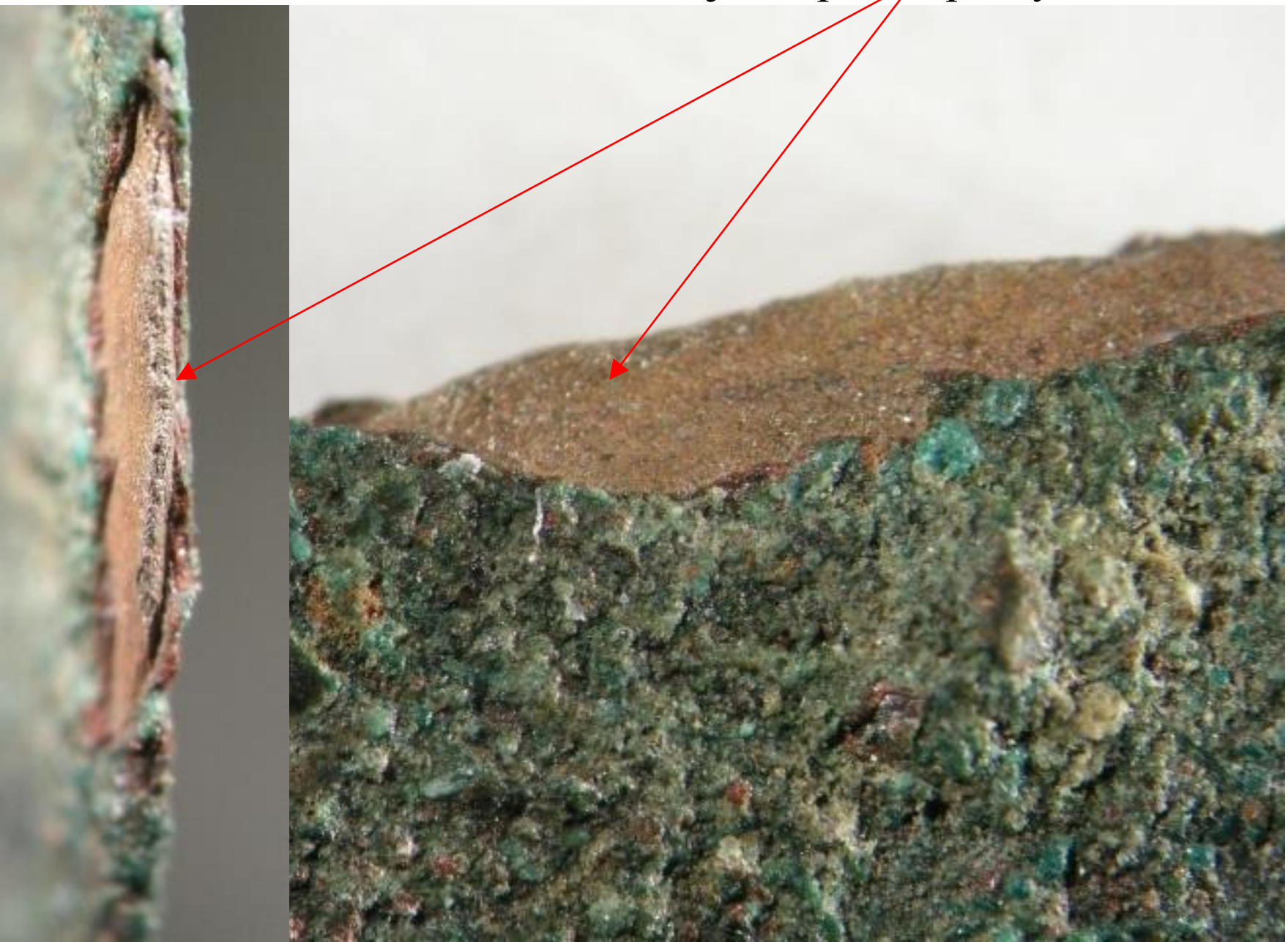
A)

METODY STABILIZACE KOROZNÍ VRSTVY

silně zkorodovaná mince ze slitiny Ag a Cu (různé typy vrstev korozních produktů a nečistot)

detail povrchu mince - různé typy vrstev korozních produktů a nečistot

detail povrchu mince
– kovové jádro patrně pokryto vrstvou kupritu



Stabilizace vrstvy korozních produktů

a) **Historické metody**
metody založené na účincích amoniaku

b) **Používané metody**
desalinace v destilované vodě, elektrochemické metody

c) **Alternativní metody**
uložení v RV < 20 %

Stabilizace vrstvy korozních produktů

a) **vyluhování v zahřívané destilované vodě**
   - málo účinná

b) **elektrochemická desalinace (roztok seskvikarbonátu sodného)**

c) 1-2-3 benztriazol – vyjímečně, nepodporuje vyluhování Cl^- , karcinogenní!

Kontrola průběhu desalinace

a) **Chloridy –** odebereme 5 ml roztoku, okyselíme 2 kapkami **kyseliny dusičné** a následně kápneme 5-7 kapek 2% roztoku **dusičnanu stříbrného**. Pokud se objeví mléčný, opalizující zákal jsou v roztoku chloridy přítomny.

Vysušení

Předměty sušíme většinou vymytím v lázni 96% etanolu případně v elektrické sušárně po dobu minimálně 8 h a při teplotě 60 °C.

Následně musí předměty zchladnout v exsikátoru se silikagelem.

Předměty s vrstvou korozních produktů je nutno vysušovat postupně

Závěrečná konzervační vrstva

a) **PARALOID B 72, B 44** (max. 10 % roztok v xylenu, toluenu atd.)

b) **Mikrokrystalické vosky - REVAX 30, COSMOLOID H 80 atd.** (nejčastěji naředěné v benzinu)

Vrstvy se nejčastěji kombinují tak, že první vrstvu tvoří akrylátový lak, druhou mikrokrystalický vosk.

Vhodné je použití impregnace za sníženého tlaku

Ochranný režim

a) **RV = 30 – 40%,**
teplota do 18 °C,
celková roční expozice 100000 lx.h/rok
max. osvětlenost do 200 lx
energie UV pod 30 μW/lm

b) **Kontrola stavu cca za 2 roky**

c) **Ochranný obal –** dle charakteru předmětu (např. PE fólie) – lze přidat prostředky pro vysušení mikroklimatu (silikagel) nebo vypařovací korozní inhibitory

B)

METODY ODSTRANĚNÍ VRSTVY KOROZNÍCH PRODUKTŮ

Odstranění korozní vrstvy (odstranění patiny)

a) **Historické metody**
Krefting (Zn plech a 5% NaOH), Rosenberg (redukce v mokrých pilinách Sn, příp. Al fólie), Rhousopoulos…

b) **Používané metody**
mechanické a chemické

mince pokrytá stabilní i nestabilní vrstvou korozních produktů

Odstranění vrstvy korozních (odstranění patiny)

a) **Mechanicky** (jemné mikrotryskání – ořechové skořápky, kukuřičná mouka, ultrazvuk, mikrosbíječky, laser apod.)

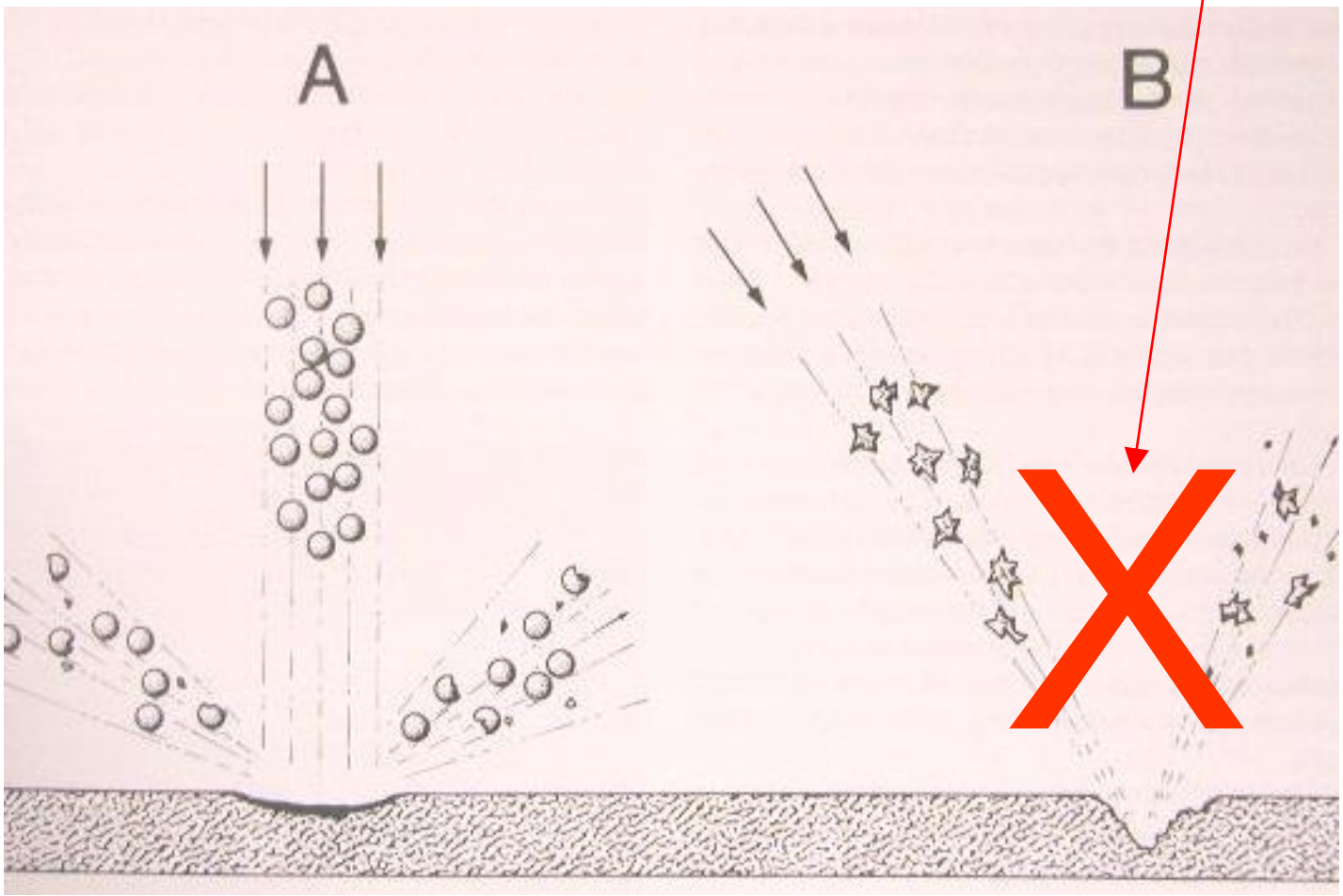
b) **Chelaton 3** – teplý, nasycený roztok (možno použít ultrazvukové čistící vany – krátké intervaly ozařování cca 2-4 min.)

c) **Slabé organické kyseliny** (pro mosaz např. 10% kyselina citrónová)

* Předměty je nutno po chemickém čištění důkladně zbavit použitých chemikálií dostatečným vyluhováním v teplé destilované vodě!

a) ***Kulaté abrazivo (skořápky, kukuřičná mouka , vyjímečně balotina, 90°)***

b) *Ostrozrnné abrazivo (korund 45° - 70°) –* ***pro slitiny mědi NEVHODNÉ!***



Vysušení

Předměty sušíme většinou vymytím v lázni 96% etanolu případně v elektrické sušárně po dobu minimálně 8 h a při teplotě 60 °C.

Následně musí předměty zchladnout v exsikátoru se silikagelem.

Závěrečná konzervační vrstva

a) **PARALOID B 72, B44** (max. 10 % roztok v xylenu, toluenu atd.)

b) **Mikrokrystalické vosky - REVAX 30, COSMOLOID H 80 atd.** (nejčastěji naředěné v benzinu)

Vrstvy se nejčastěji kombinují tak, že první vrstvu tvoří akrylátový lak, druhou mikrokrystalický vosk.

Vhodné je použití impregnace za sníženého tlaku

Speciální technologie

Čištění pokovených artefaktů z mědi a jejích slitin se provádí nejlépe mechanicky.

Ochranný režim

a) **RV = 30 – 40%,**
teplota do 18 °C,
celková roční expozice 100000 lx.h/rok
max. osvětlenost do 200 lx
energie UV pod 30 μW/lm

b) **Kontrola stavu cca za 2 roky**

c) **Ochranný obal –** dle charakteru předmětu (např. PE fólie) – lze přidat prostředky pro vysušení mikroklimatu (silikagel) nebo vypařovací korozní inhibitory

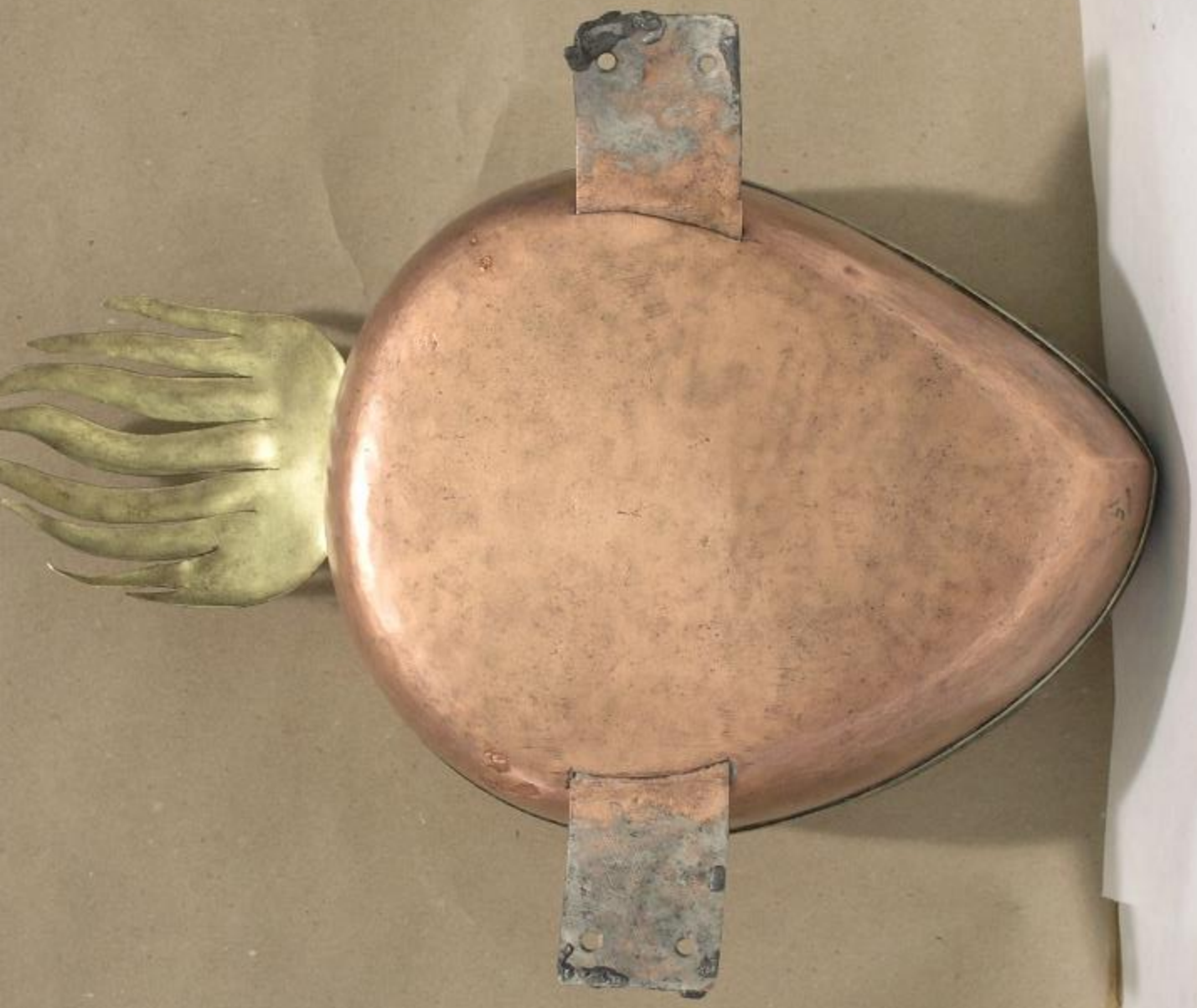
Ukázky zásahů

- schrána na srdce (měď, mosaz, cínová pájka) z hrobky rodiny Larisch - Mönnich v Karviné - Fryštáku (1/2 19. stol.)

- zvon z Dolní Bečvy, VMP v Rožnově p. R. (1788)

Blue
Cyan
Green

Helene Gräfin Pückler
geborene
Gräfin Larisch-Mönnich
legt ihr treues dankbares
Herz
zu den Füßen ihrer
innigst geliebten
Mutter
nieder
1872.
3t Octbr



RIÆ ET S THOMÆ

Doporučená literatura

- DAŇKOVÁ, Aranka – ŠILHOVÁ, Alena: ***Průzkum archeologických kovových předmětů před konzervací.*** In: Sborník z konzervátorského a restaurátorského semináře konaného ve dnech 2 -4. října 2001 v Českých Budějovicích. Brno 2001, s. 9 – 15.
- FARKE, Heidemarie: ***Příspěvek ke stanovení organických zbytků na půdních nálezech z kovu***, Zajímavosti a novinky z konzervátorské, restaurátorské a preparátorské praxe, Metodický list. Brno 1997, s. 98 - 102.
- HAD, J. - KNOTKOVÁ, D. ***Patiny a korozní produkty mědi a měděných slitin - fázové složení a vlastnosti***. ZPP 1, 2000, s. 8-10.
- KNOTKOVÁ, Dagmar - KREISLOVÁ, Kateřina: ***Patinace a konzervace měděných a bronzových historických a uměleckých objektů***, Zajímavosti a novinky z konzervátorské, restaurátorské a preparátorské praxe, Metodický list. Brno 1997, s. 22 - 34.
- KREISLOVÁ, Kateřina - KNOTKOVÁ, Dagmar - VLČKOVÁ, Jaroslava: ***Chemické postupy čistění měděných a mosazných povrchů***, Sborník z konzervátorského a restaurátorského semináře. Brno 1998, s. 25 - 37.
- KREISLOVÁ, Kateřina. ***Konzervace kovů a konzervační prostředky***. In Sborník z konzervátorského a restaurátorského semináře. Technické muzeum v Brně, Brno 1999, s. 69-72.

Doporučená literatura

- MICHOINOVÁ, Dagmar – KOPECKÁ, Ivana – HAVLÍNOVÁ, Alena: ***Metody průzkumu kovových památek.*** In: Sborník z konzervátorského a restaurátorského semináře konaného ve dnech 2 -4. října 2001 v Českých Budějovicích. Brno 2001, s. 72 – 78.
- NOVÁK, Pavel – DĚD, Jiří – HOUSKA, Ivan: ***Korozní poškození a restaurování čestného sloupu Nejsvětější trojice v Olomouci.*** In: Sborník z konzervátorského a restaurátorského semináře konaného ve dnech 16-18. září 2003. Brno 2003, s. 89 - 92.
- RUSNÁK, Vlado: ***Restaurování a konzervace nástěnných hodin prizmového typu z druhé poloviny 15. století.*** In: Sborník z konzervátorského a restaurátorského semináře konaného ve dnech 17 - 19. září 2002 v Pardubicích. Brno 2002, ISBN 80-86413-04-7, s. 97 – 101.
- ŠILHOVÁ, Alena - FOLZAN, M.: ***Aplikace elektrolytických metod při restaurování bronzových předmětů a olověného sarkofágu***, Sborník z konzervátorského a restaurátorského semináře. Brno 1998, s. 47 - 50.
- ŠILHOVÁ, Alena: ***Elektrochemická redukce korozních produktů bronzových předmětů a jejich chemická analýza.*** In: Sborník z konzervátorského a restaurátorského semináře konaného ve dnech 26 - 28. září 2000 v Písku. Brno 2000, ISBN 80-901880-9-5, s. 83 – 96.
- TICOVÁ,Eva: ***Smysl a principy konzervace archeologických nálezů***, Zajímavosti a novinky z konzervátorské, restaurátorské a preparátorské praxe, Metodický list. Brno 1997, s. 74 - 84.

Doporučená literatura

- USTOHAL, Vladimír – PTÁČKOVÁ, Marie: ***Koroze mědi a slitin mědi.*** In: Sborník z konzervátorského a restaurátorského semináře konaného ve dnech 17 - 19. září 2002 v Pardubicích. Brno 2002, ISBN 80-86413-04-7, s. 90 – 96.
- USTOHAL, Vladimír - STRÁNSKÝ, Karel - REK, Antonín - SELUCKÁ, Alena: ***Cimbál z kostela v Kuřimi u Brna***, Sborník z konzervátorského a restaurátorského semináře. Seč u Chrudimi 1999, s. 91 - 96.
- USTOHAL, Vladimír: ***Kovy a slitiny.*** Brno 1992, 67 s., ISBN 80-7028-043-3.
- VÁCLAV Petr: ***Ochrana a údržba zvonařských památek,*** ZPP LII,1992, č.10., str. 13-20.
- VLČKOVÁ, Jaroslav – KNOTKOVÁ, Dagmar – KUDLÁČEK, I.: ***Dlouhodobé sledování a vyhodnocování korozní agresivity vnitřního prostředí v katedrále sv. Víta.*** In: Sborník z konzervátorského a restaurátorského semináře konaného ve dnech 17 - 19. září 2002 v Pardubicích. Brno 2002, ISBN 80-86413-04-7, s. 85 – 89.
- VLČKOVÁ, Jaroslava – KNOTKOVÁ, Dagmar. ***Předrestaurátorský průzkum předmětů ze sbírek NG – asijské umění.*** In Sborník z konzervátorského a restaurátorského semináře. Technické muzeum v Brně, Brno 1999, s. 73-84.

Doporučená literatura

- VOJTĚCHOVSKÝ, Michal - KROUŽIL, Martin - MRÁZEK, Martin: ***Galvanoplastika nebo odlitek?,*** Sborník z konzervátorského a restaurátorského semináře. Seč u Chrudimi 1999, s. 125 - 134.
- VYKOUKOVÁ , Jitka : ***Obalová technika pro kovy*** . Věstník Asociace muzeí a galerií České republiky 4, 2000, s. 20-22.V článku se autorka zabývá vlivem různých látek na kovy.
- VYKOUKOVÁ, Jitka. ***Čištění otryskáním (Vliv čištění otryskáváním na kovový povrch).*** In Sborník z konzervátorského a restaurátorského semináře. Technické muzeum v Brně, Brno 1999, s. 85-98.

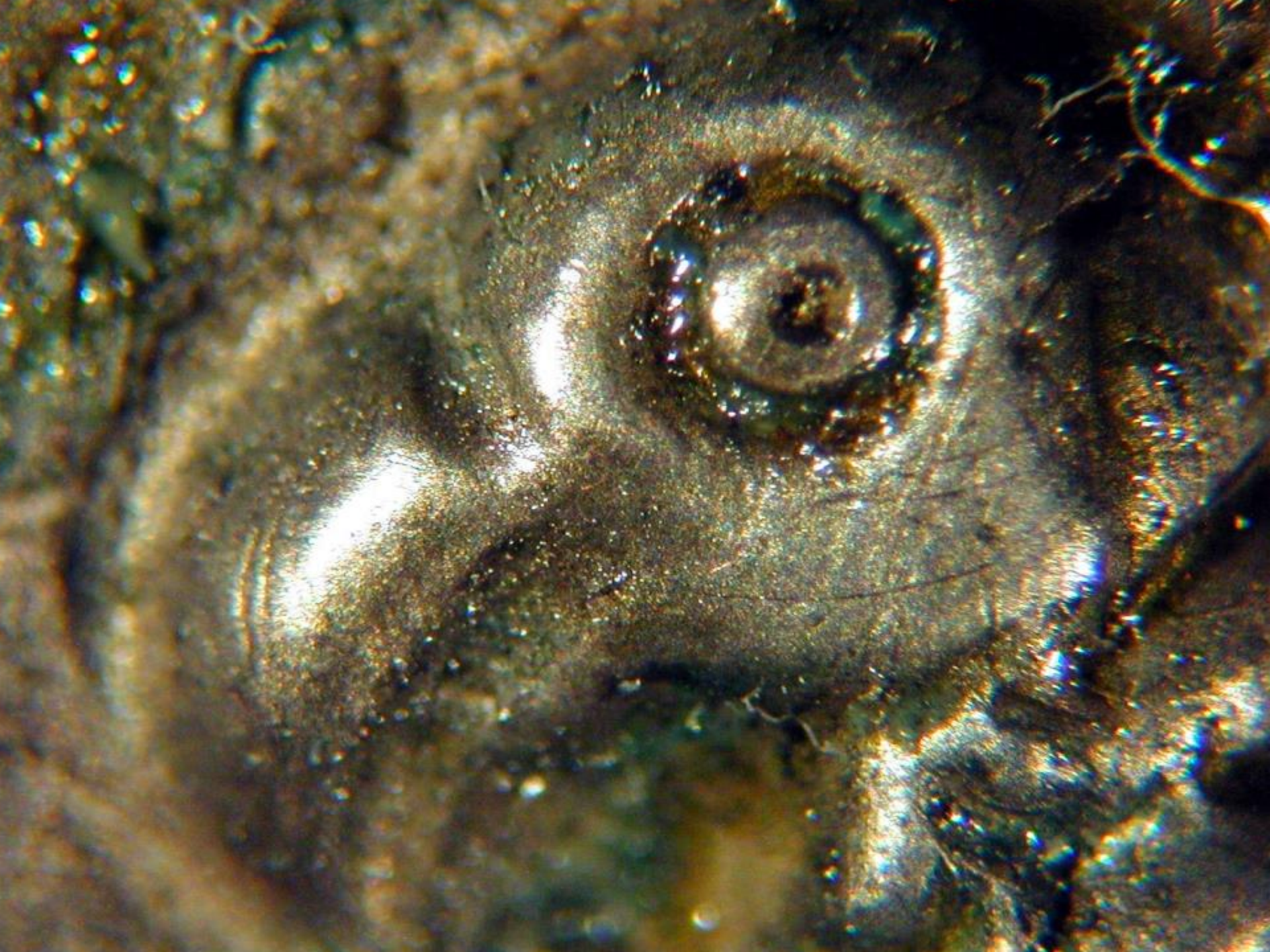
Zahraniční literatura viz *Seznam publikací seminární knihovny*

T. Čechák-L. Musílek-T. Trojek-I. Kopecká: Aplikace rentgenfluorescenční analýzy pro studium památek DOPLNIT

KONZERVACE PŘEDMĚTŮ ZE STŘÍBRA

Klíčová slova

stříbro, průzkum, koroze sulfidická a chloridová, desalinace, mechanické a chemické čištění, plazmochemická redukce, konzervační vrstva, ochranný režim



0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16

IN GOD WE TRUST
LIBERTY • 1979 •
Z
IN GOD WE TRUST
LIBERTY
1964

IN GOD WE TRUST
LIBERTY • 1979 •
Intercept
IN GOD WE TRUST
LIBERTY
1971

Cíle

a) **Interpretovat předmět, zjistit poškození předmětu, identifikace skrytých informací (materiální zbytky)**
b) **Odstranit příčiny degradace – zpomalit korozní proces**
c) **Udržet dosažený stav (vhodný ochranný režim)**

Průzkum

a) **Materiály použité při výrobě a používání předmětu; tvar a výzdoba**
optická mikroskopie, RTG, RTG difrakce …

b) **Podmínky v nichž se předmět nacházel**
rozbor půdy – určení pH, **POZOR** na organické materiály

c) **Materiály z druhotných zásahů (při rekonzervaci)**
identifikace konzervačních materiálů

d) **Aktuální stav předmětu**
viz bod a), hmotnost, rozměry, barva …

Složení korozní vrstvy

Atmosféra:

- oxid stříbrný (Ag_2O, bezbarvý)
- sulfid stříbrný (Ag_2S, černý, spolupůsobí zejména H_2S)

Půda, voda:

- chlorid stříbrný (AgCl, bílý)

METODY ODSTRANĚNÍ:

a) - sulfidické korozní vrstvy

b) - chloridové korozní vrstvy

Ag_2S + korozní vrstvy na Cu

Otisk prstu

Sulfidické korozní vrstvy

Sulfidické korozní vrstvy

Ag Cl + korozní vrstvy na Cu

Ag Cl + korozní vrstvy na Cu

Mechanické poškození (leštěním, používáním apod)

Poškození vzniklé nevhodným čistícím zásahem

a)

METODY ODSTRANĚNÍ

sulfidické korozní vrstvy

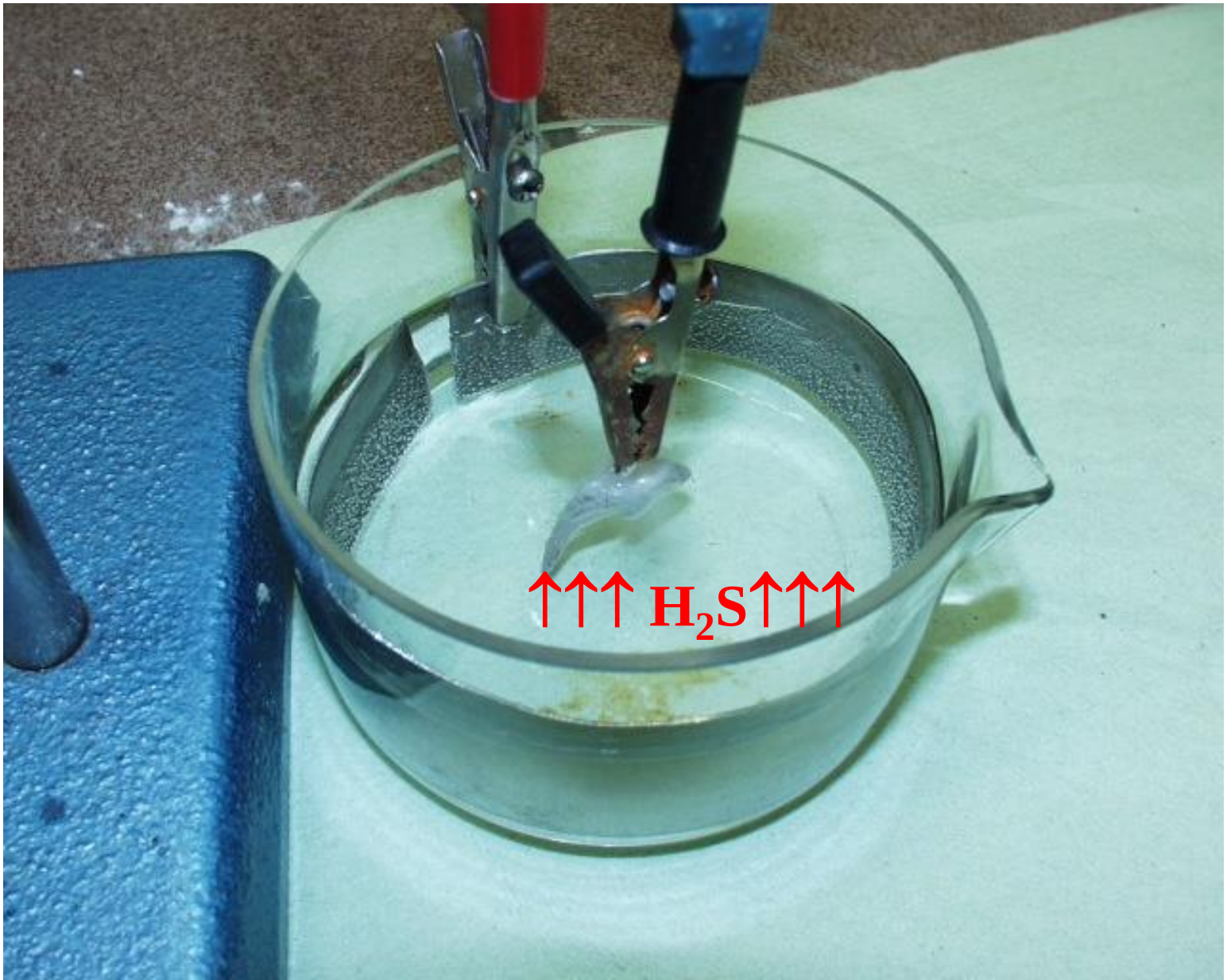
Metody k odstranění sulfidické korozní vrstvy

a) mechanické čištění (leštící vaty, pasty...)
b) Chelaton 3 (teplý nasycený vodný roztok)
c) vodné roztoky organických kyselin (mravenčí, citronové; 5 – 15%)
d) 8% thiomočovina, 5% H_3PO_4, 0,3 % Syntapon L
e) elektrochemická redukce v 3 % roztoku sody (anoda(+) nerezová nádobka, katoda(-) Ag předmět)
f) redukce v Al nádobce s vařícím 20 – 30% roztokem sody (Na_2CO_3)
g) plazmochemická redukce

Blue
Cyan
Green
Yellow
Red
Magenta
White
3/Color
Black

Elektrochemická redukce

Elektrochemická redukce



b)

METODY ODSTRANĚNÍ

chloridové korozní vrstvy

Metody k odstranění chloridové korozní vrstvy

a) mechanické čištění (leštící vaty, pasty...)
b) Chelaton 3 (nasycený vodný roztok)
c) vodné roztoky amoniaku, případně 5% thiomočovina
d) plazmochemická redukce

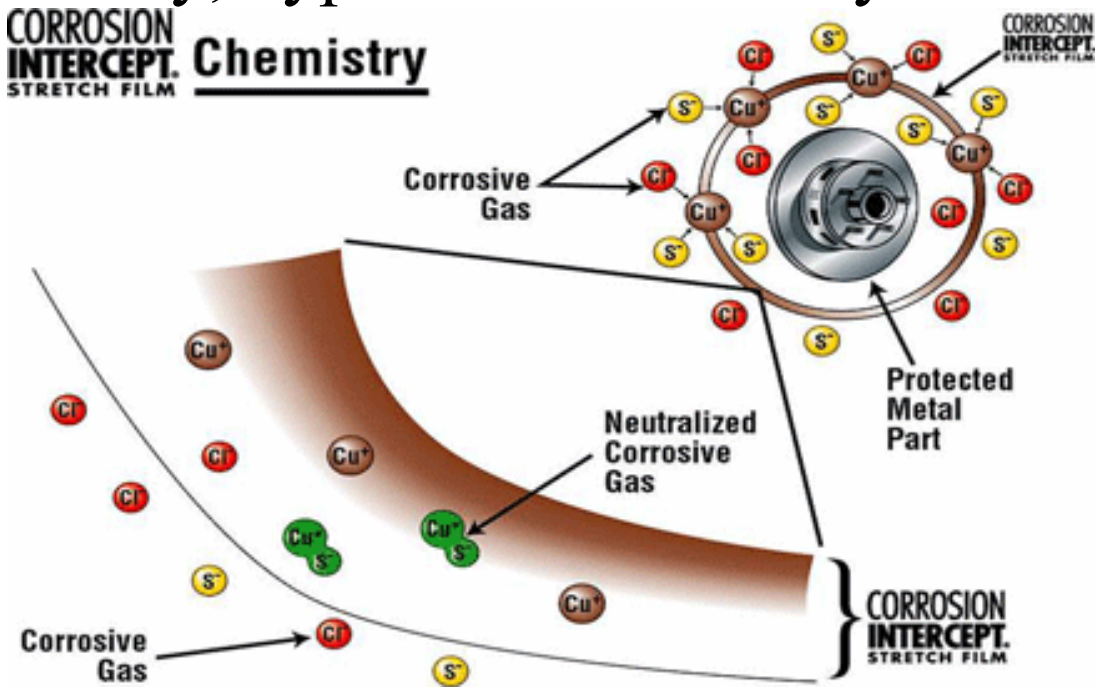
* U silně zkorodovaných předmětů je nutno postupovat VELMI OPATRNĚ! Je možno zvolit redukční metody, či pouhou deionizaci a zpevnění lakem.

Pasivace (inhibice)

a) oxidy Be, Al, Te ...

b) dusitan sodný ($NaNO_2$)

c) ochranné inhibiční obaly, vypařovací inhibitory



Vysušení

Předměty sušíme po důkladném odstranění použité lázně v elektrické sušárně po dobu minimálně 5 h a při teplotě 110 °C

* Předměty s korozní vrstvou je nutno vysušovat postupně

Závěrečná konzervační vrstva

a) **PARALOID B 72; B 44** (max. 10 % roztok v acetonu, etanolu atd.)
b) **Mikrokrystalické vosky - REVAX 30, COSMOLOID H 80 atd.** (nejčastěji naředěné v benzinu)

* Vrstvy se nejčastěji kombinují tak, že první vrstvu tvoří akrylátový lak, druhou mikrokrystalický vosk.

Ochranný režim

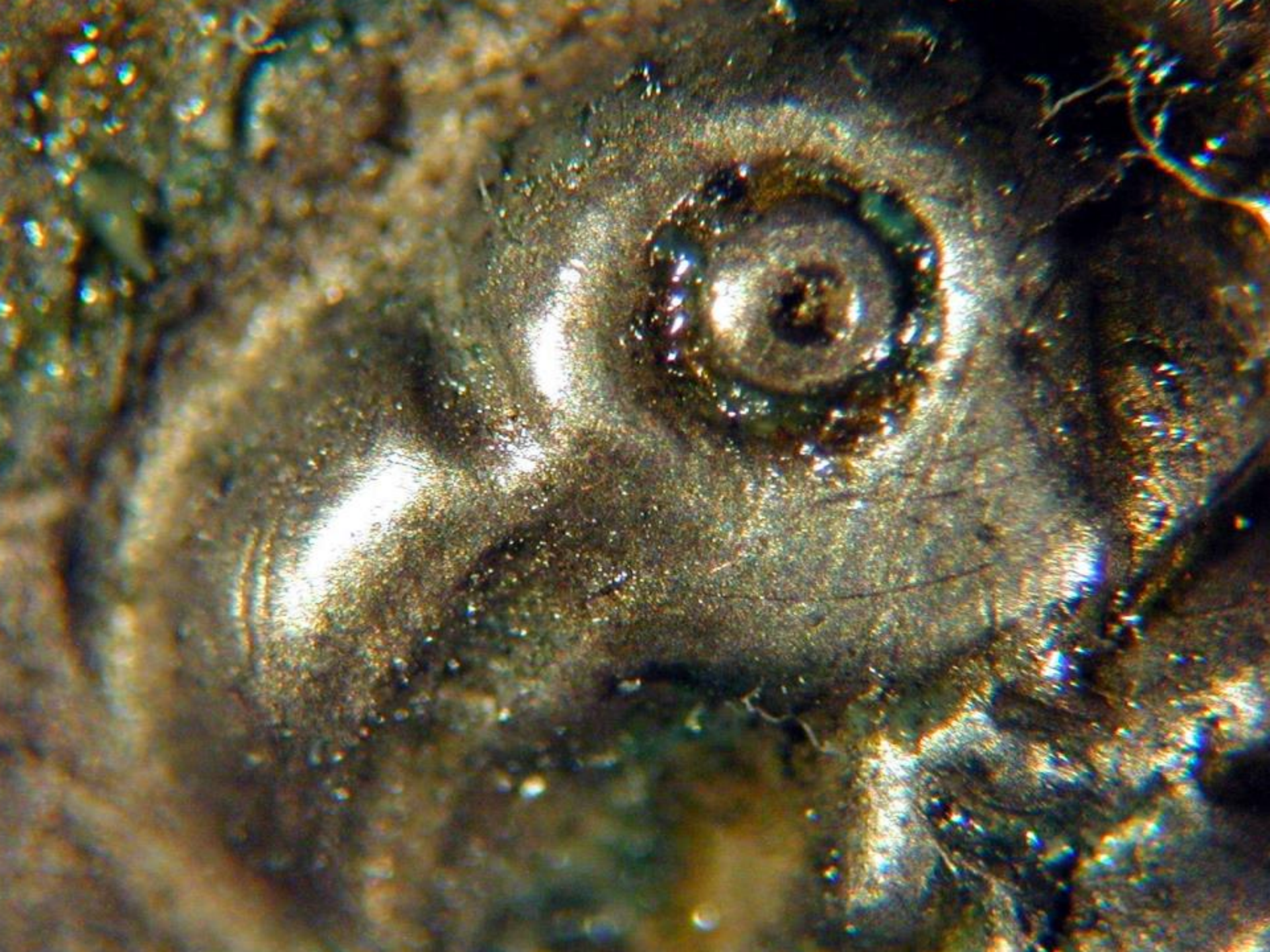
a) **RV = 0 – 40%,**
teplota do 18 °C,
celková roční expozice 100000 lx.h/rok
max. osvětlenost do 200 lx
energie UV pod 30 μW/lm

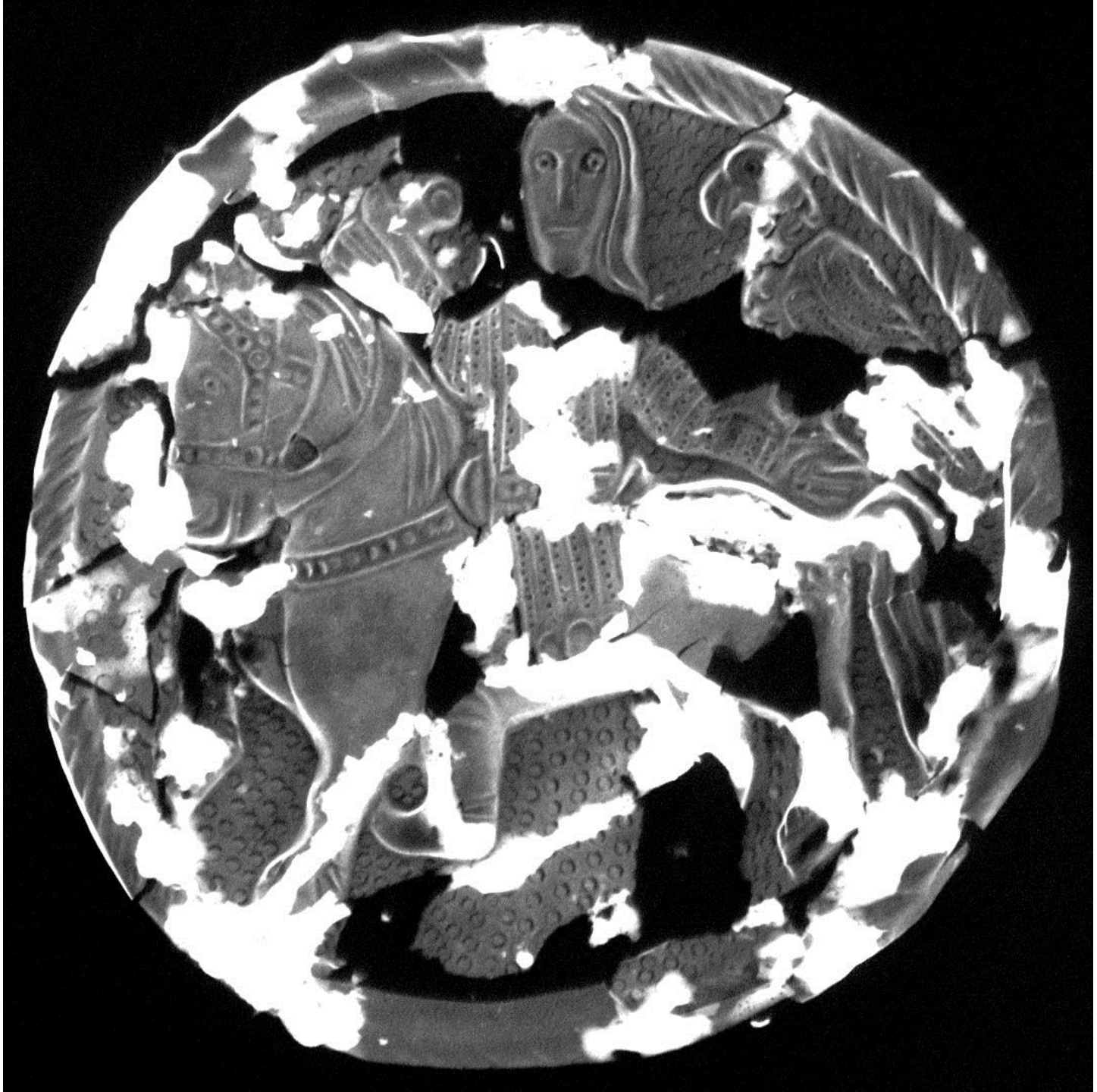
b) **Kontrola stavu cca za 2 roky**

c) **Ochranný obal –** dle charakteru předmětu (např. PE fólie) – lze přidat prostředky pro vysušení mikroklimatu (silikagel) nebo vypařovací korozní inhibitory

Ukázky zásahů

• plaketa s tzv. sokolníkem, Staré Město u Uherského Hradiště, (cca 9. stol.), ošetřeno v AÚ AV, RNDr. A. Šilhová





Doporučená literatura

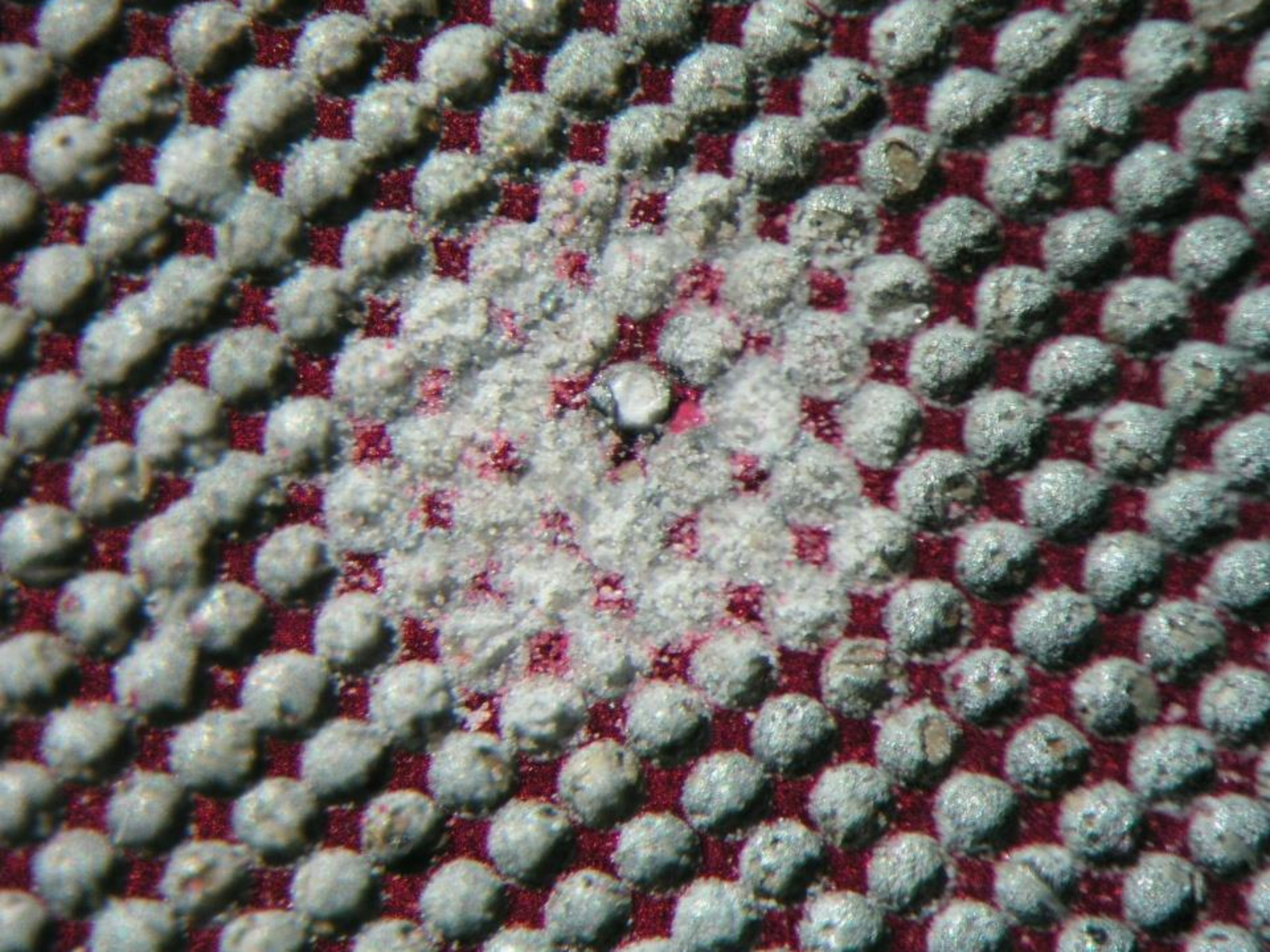
- DĚD, J.-NOVÁK, P.,-GROSMANNOVÁ, Z.: *Metody restaurování stříbrných sbírkových předmětů*. In: Sborník z konzervátorského a restaurátorského semináře, Brno 2003, s. 93-97.
- Dále viz Výběrová bibliografie konzervátorské-restaurátorské literatury na conservatorWEBu.

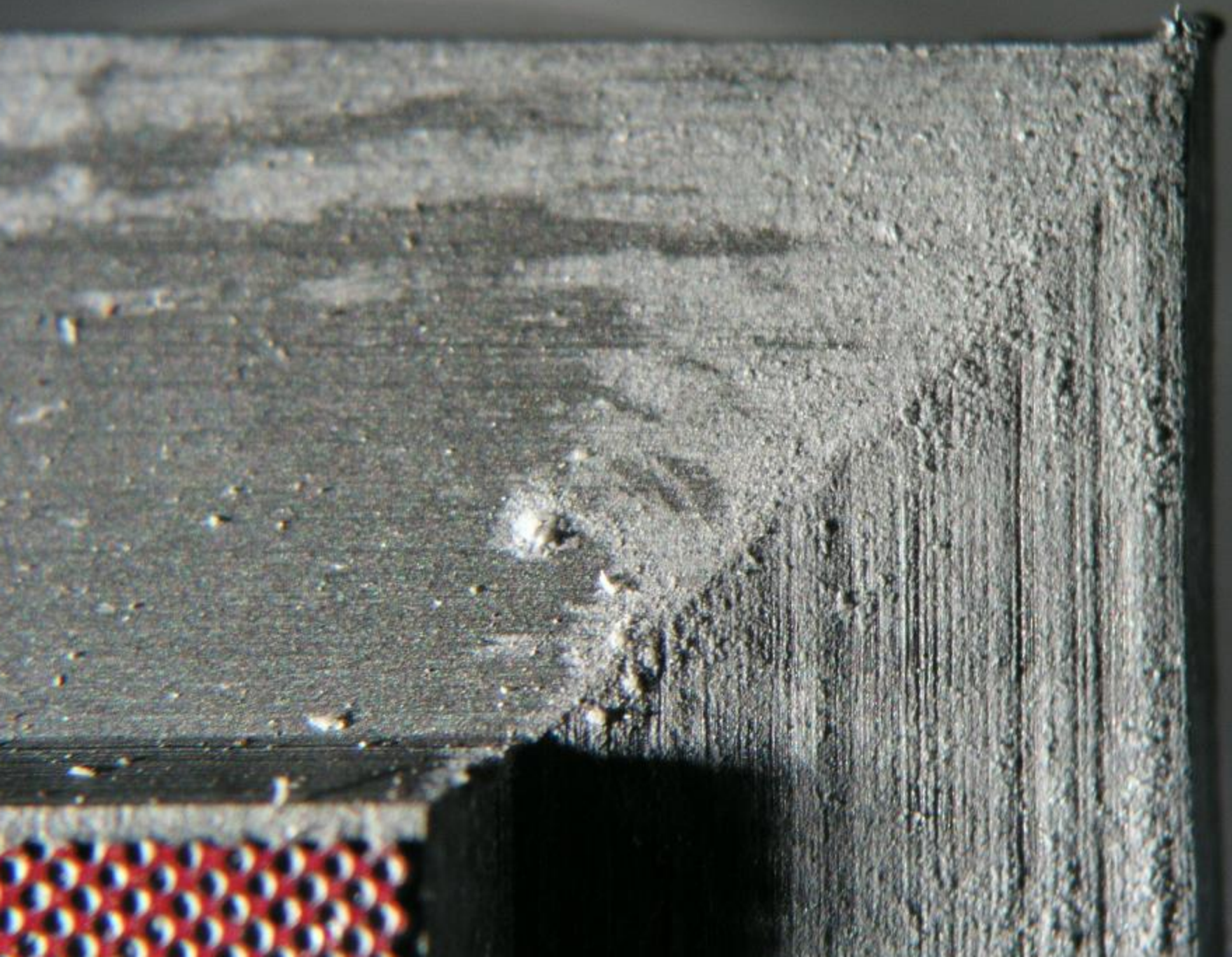
KONZERVACE PŘEDMĚTŮ Z CÍNU, OLOVA, ZINKU A HLINÍKU

Inches
Centimetres
KODAK Color Control Patches
© The Tiffen Company, 2000
Kodak
Blue
Cyan
Green
Yellow
Red
Magenta
White

1
2
3
4
5
6
7

KODAK Color Control Patches
Kodak
Blue
Cyan
Green
Yellow
Red
Magenta
White
3/Color
Black





TROPPAU

Cíle

a) **Interpretovat předmět, zjistit poškození předmětu, identifikace skrytých informací (materiální zbytky)**

b) **Odstranit příčiny degradace – retardovat korozní proces**

c) **Udržet dosažený stav (vhodný ochranný režim)**

Průzkum

a) **Materiály použité při výrobě a používání předmětu; tvar a výzdoba**
optická mikroskopie, chemické zkoušky, různé instrumentální analýzy např. RTG fluorescenční analýza, metalografie, neutronografie (Pb) …

b) **Podmínky, v nichž se předmět nacházel**
rozbor půdy – určení pH, nálezové skutečnosti

c) **Materiály z druhotných zásahů (při rekonzervaci)**
identifikace konzervačních materiálů, IČ spektrometrie, chemické analýzy…

d) **Aktuální stav předmětu**
viz bod a), hmotnost, rozměry, barva …

důkaz olova ve slitině

Korozní produkty cínu

- **SnO** - matný, šedý, čistá atmosféra
- směs **SnO** a **SnO_2** - černé, tvrdé, drsné skvrny, agresivní prostředí

! rizikem je především uložení ve vlhké půdě či vodě!

Konzervace cínu

a) Mechanicky (leštění, otryskávání)

b) Slabší korozní vrstvy – Chelaton 3 (5%)

c) „cínový mor“ – cca dvouminutové vyvaření v nasyceném roztoku hydrogenuhličitanu sodného ($NaHCO_3$)

d) Černé skvrny (směs SnO a SnO_2) se nejlépe odstraňují elektrochemicky; předmět je anodou(+), katodou je nerezový plech, elektrolytem je 5% roztok Chelatonu 3 nebo NaOH

e) Silně zkorodované předměty se pouze vyluhují v zahřívané destilované vodě; po vysušení se zpevňují vhodným lakem (Paraloid B 72)

cínový předmět po konzervaci

Korozní produkty olova

- **PbO** - matný, šedý, světle hnědý; čistá atmosféra, nízká RV
- **$PbCO_3$, $PbCO_3.Pb(OH)_2$** - bílý; vyšší RV, více CO_2 , uhličitanové půdy, nálezy z měkké vody(CO_2)
- **$PbCl_2$** - chlorid olovnatý; chloridy v půdě
- **$PbSO_4$** - šedobílý; sírany
- **PbS** - černý; anaerobní koroze, spolupůsobení H_2S

Konzervace olova

a) **K redukci PbO** – je vhodné použít roztok síranu sodného ($Na_2 SO_4$) o koncentraci 0,3 mol.dm $^{-3}$; předmět je katodou(–), anodou je nerezový plech (Inox); elektrolytem je třeba míchat a proces trvá až několik dní

b) **Slabší korozní vrstvy** – se nejlépe odstraňují elektrochemicky; předmět je katodou(–), anodou je nerezový plech, elektrolytem je 5% roztok octanu sodného (CH_3COONa)

c) **Silně zkorodované předměty** – se pouze vyluhují v zahřívané destilované vodě; po vysušení se zpevňují vhodným lakem (Paraloid B 72)

koroze na olověných vitrajových páscích

olověný předmět před konzervací

olověný předmět po konzervaci

Korozní produkty zinku

- **ZnO -** matný, šedý, čistá atmosféra, nízká RV
- **$Zn(OH)_2$ -** šedý, vyšší RV
- **$3\ ZnCO_3 . 2Zn(OH)_2$ -** „bílá rez“, působením CO_2 a vyšší RV

další rizikové faktory:

oxid siřičitý, chlorovodík, amoniak,

některé kyseliny atd.

Konzervace zinku

a) Mechanicky (leštění, otryskávání)

b) Slabší korozní vrstvy – Chelaton 3 (5%)

c) Starší metody pro „bílou rez“ - 2 $ZnCO_3$. 3 $Zn(OH)_2$“ – 5 – 10% roztok kyseliny sulfamínové; příp. H_3PO_4 s thiomočovinou

d) Silně zkorodované předměty se pouze vyluhují v zahřívané destilované vodě; po vysušení se zpevňují vhodným lakem (Paraloid B 72)

koroze zinku (tzv. bílá rez)

koroze zinku (tzv. bílá rez)

předmět po konzervaci

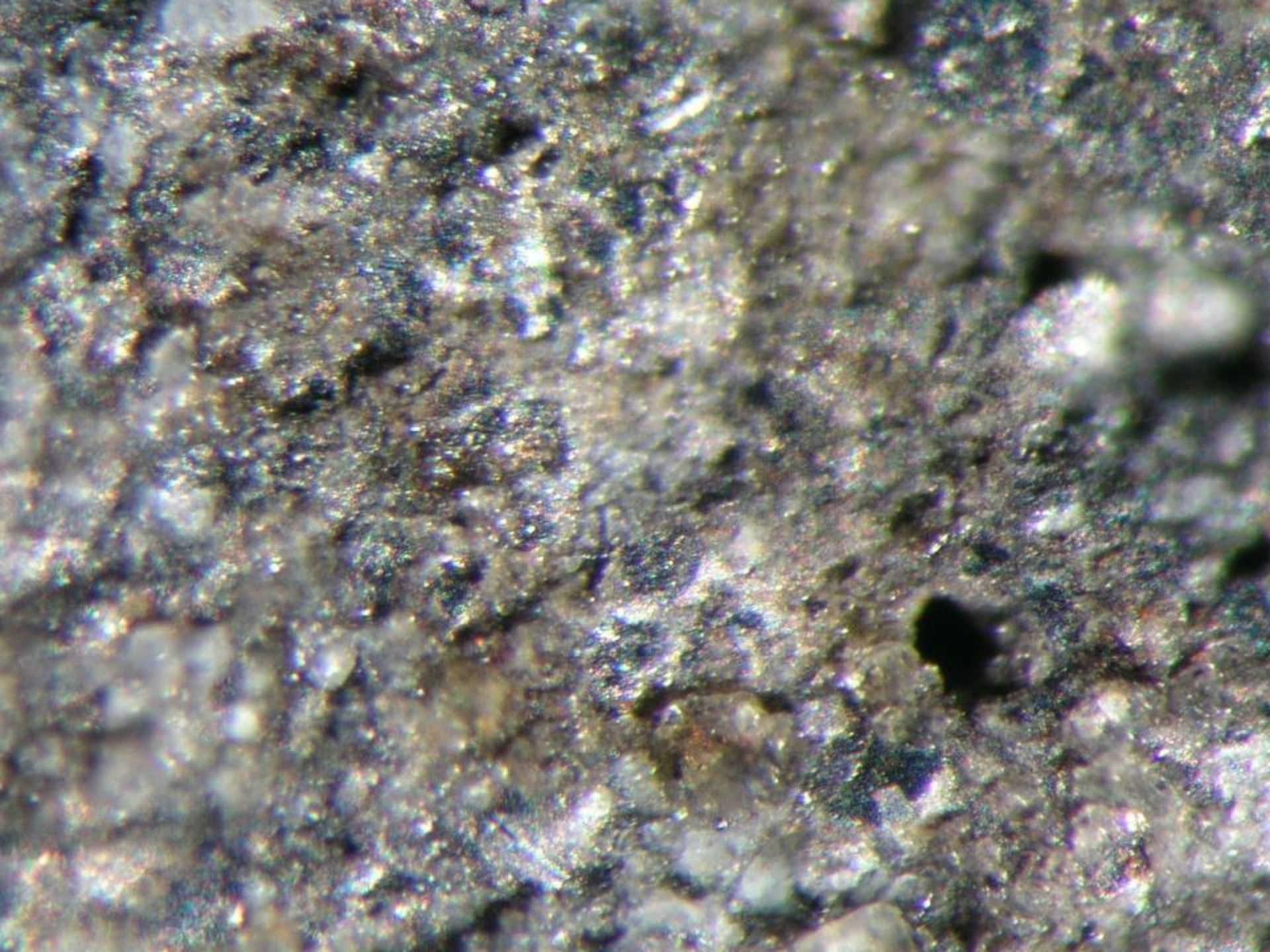
selektivní koroze zinku v mosazi

Korozní produkty hliníku

- **Al_2O_3 . x H_2O -** hydratovaný oxid hlinitý, šedý, šedomodrý, hnědý (korund); čistá atmosféra

další rizikové faktory:

chloridy, příměsi ve slitinách, např. Cu



Konzervace hliníku

a) Mechanicky (leštění, otryskávání) - jen měkčí složky korozní vrstvy!

b) Slabší korozní vrstvy (Al_2O_3 . x H_2O) 5 – 10 % roztok NaOH;
případně 10 % roztok Chelatonu 3

korozní vrstvy
na hliníku

korozní vrstvy na hliníku

hliníkový předmět po konzervaci

Vysušení

Předměty sušíme většinou vymytím v lázni 96% etanolu případně v elektrické sušárně po dobu minimálně 8 h a při teplotě 60 °C.

Následně musí předměty zchladnout v exsikátoru se silikagelem.

Předměty s korozní vrstvou je nutno vysušovat postupně

Ochranný režim

a) **RV = 0 – 40%,**
teplota do 18 °C,
celková roční expozice 100000 lx.h/rok
max. osvětlenost do 200 lx
energie UV pod 30 μW/lm

b) **Kontrola stavu cca za 2 roky**

c) **Ochranný obal –** dle charakteru předmětu (např. PE fólie) – lze přidat prostředky pro vysušení mikroklimatu (silikagel) nebo vypařovací korozní inhibitory

Speciální technologie

Čištění pokovených artefaktů se provádí nejlépe mechanicky.

Doporučená literatura

- ŠILHOVÁ, Alena - FOLZAN, M.: ***Aplikace elektrolytických metod při restaurování bronzových předmětů a olověného sarkofágu***. In: Sborník z konzervátorského a restaurátorského semináře. Brno 1998, s. 47 - 50.
- ***Zinkguss, Die Konservierung von Denkmälern aus Zink;*** Arbeitshefte des Bayerischen Landesamtes für Denkmalpflege, Band 98, München 1999, 190 s.
- Viz *Výběrová bibliografie konzervátorské-restaurátorské literatury*