

KONZERVACE A RESTAUROVÁNÍ KOVOVÝCH PAMÁTEK



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



Slezská univerzita v Opavě



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

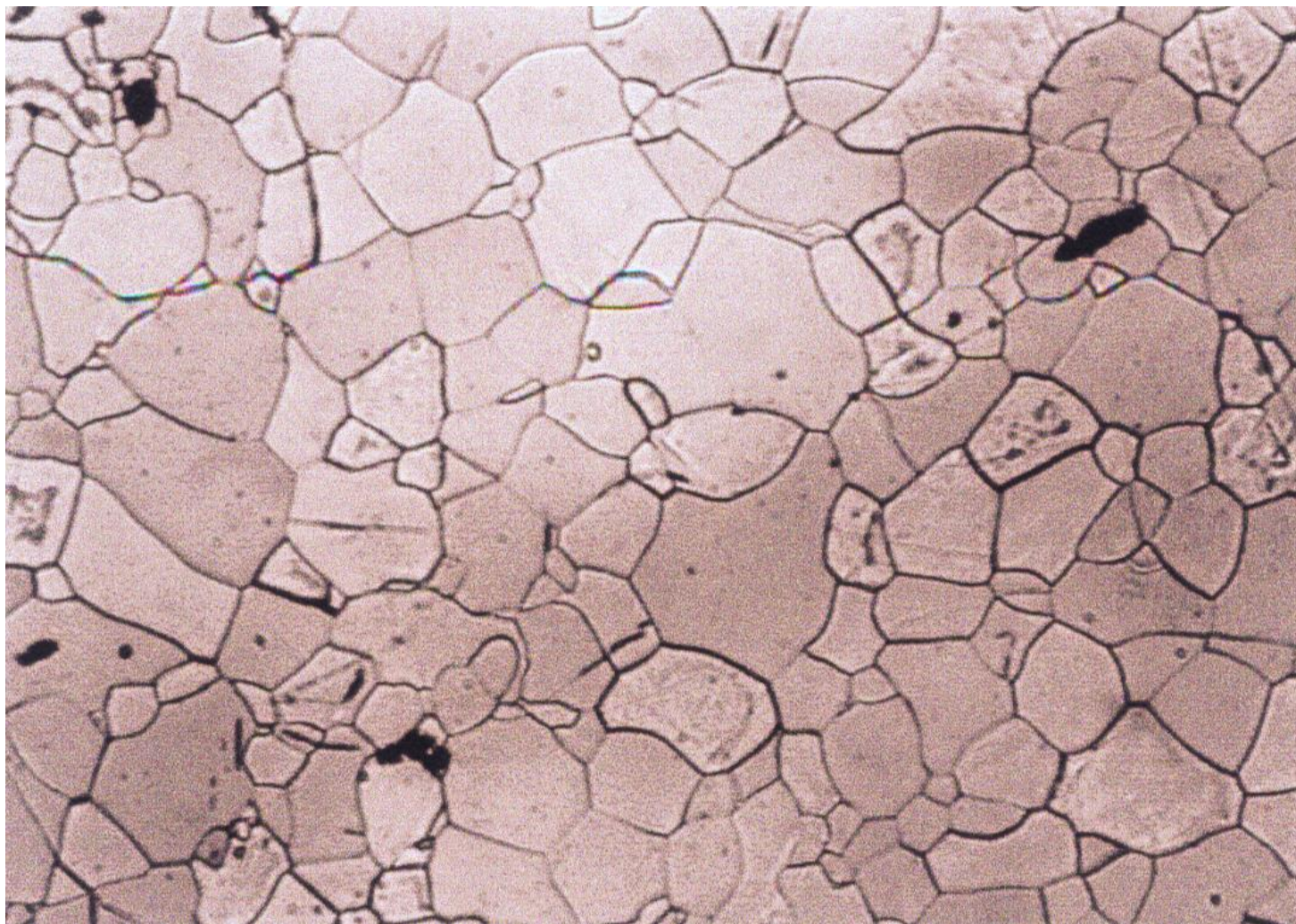


RTG snímek železného předmětu



Metalografický nábrus

- *feritická struktura - nízkouhlíkové svářkové železo*



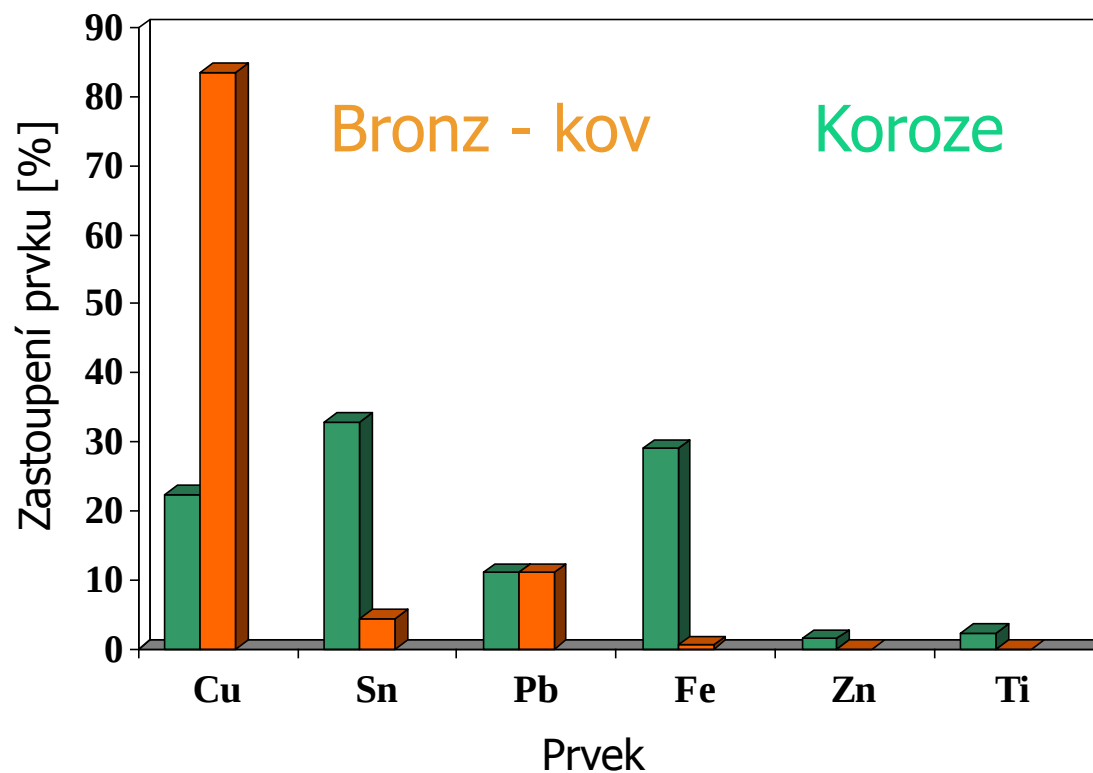
dle Ing. A. Selucké

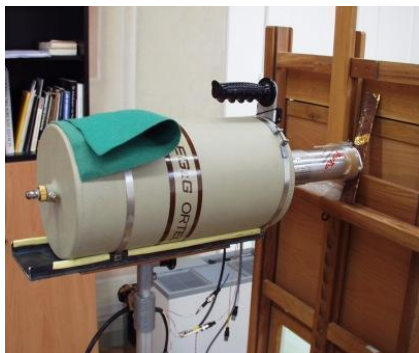
Kontrola průběhu desalinace



Rentgenfluorescenční analýza

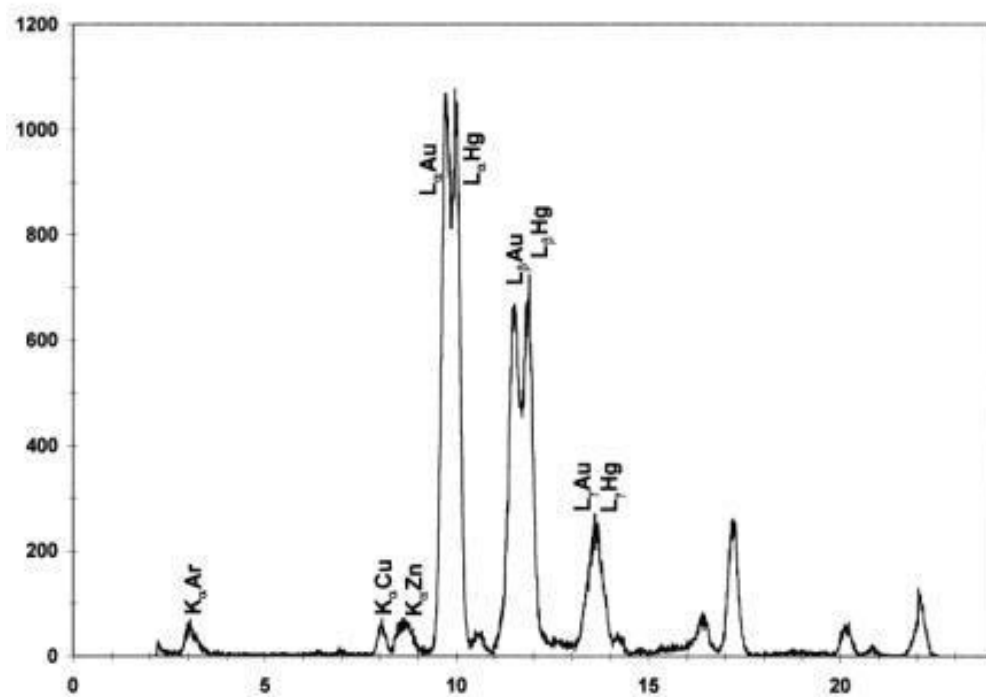
- rozdíl ve složení bronzu a koroze





Rentgenfluorescenční analýza - relikviář sv. Maura

Měření pozlacených sošek z relikviáře sv. Maura



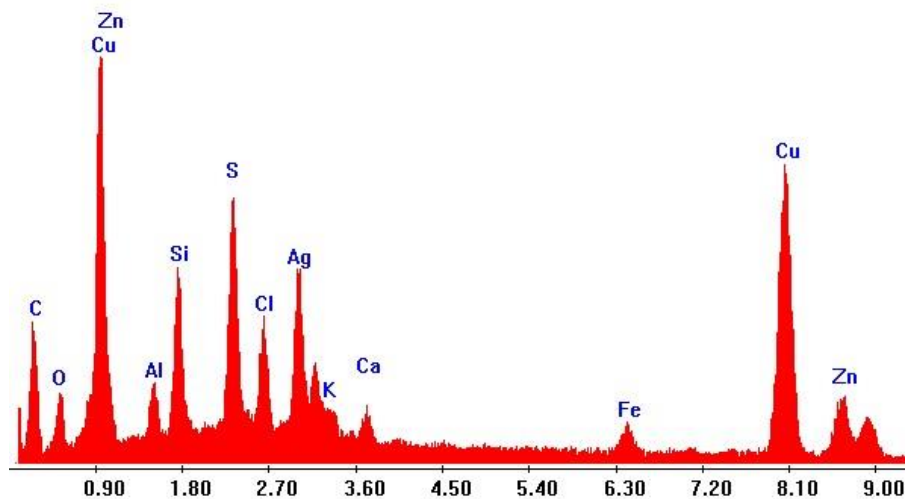
Zjištěna přítomnost rtuti ve zlatě

Relikviář sv. Maura



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

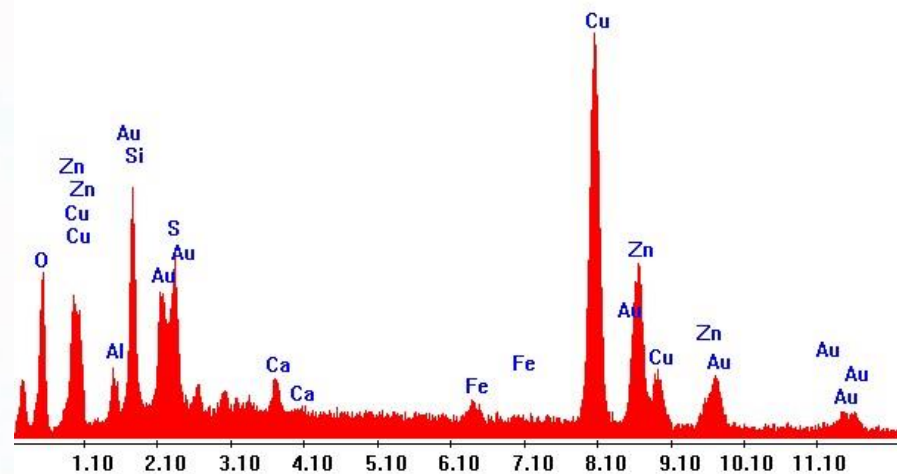
Label A: krouzek2



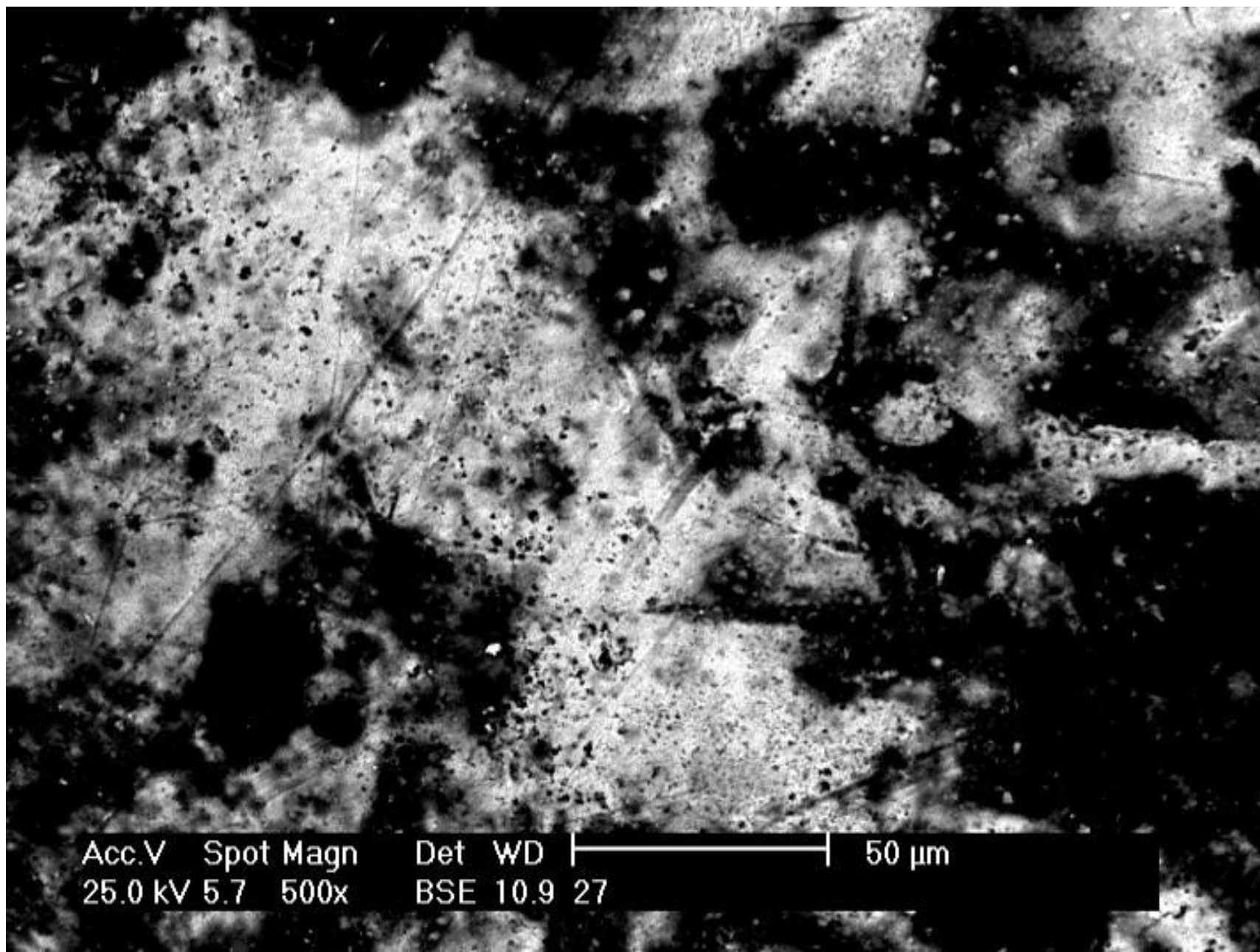
Výstupy ze spektrální analýzy pokovených (Ag, Au) mosazných dílů

D:\04\KOSTEL\KLIKA4.SPC

Label A: klika4



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.
- MICHOLINOVÁ, 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 slévateľný (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).

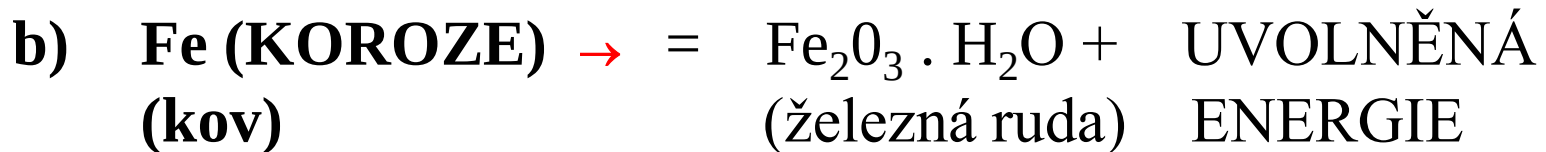
Koroze znehodnocuje nejen kovové a nekovové anorganické materiály ale také přírodní i syntetické polymery.

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

A - Obecně:



B - Konkrétně:

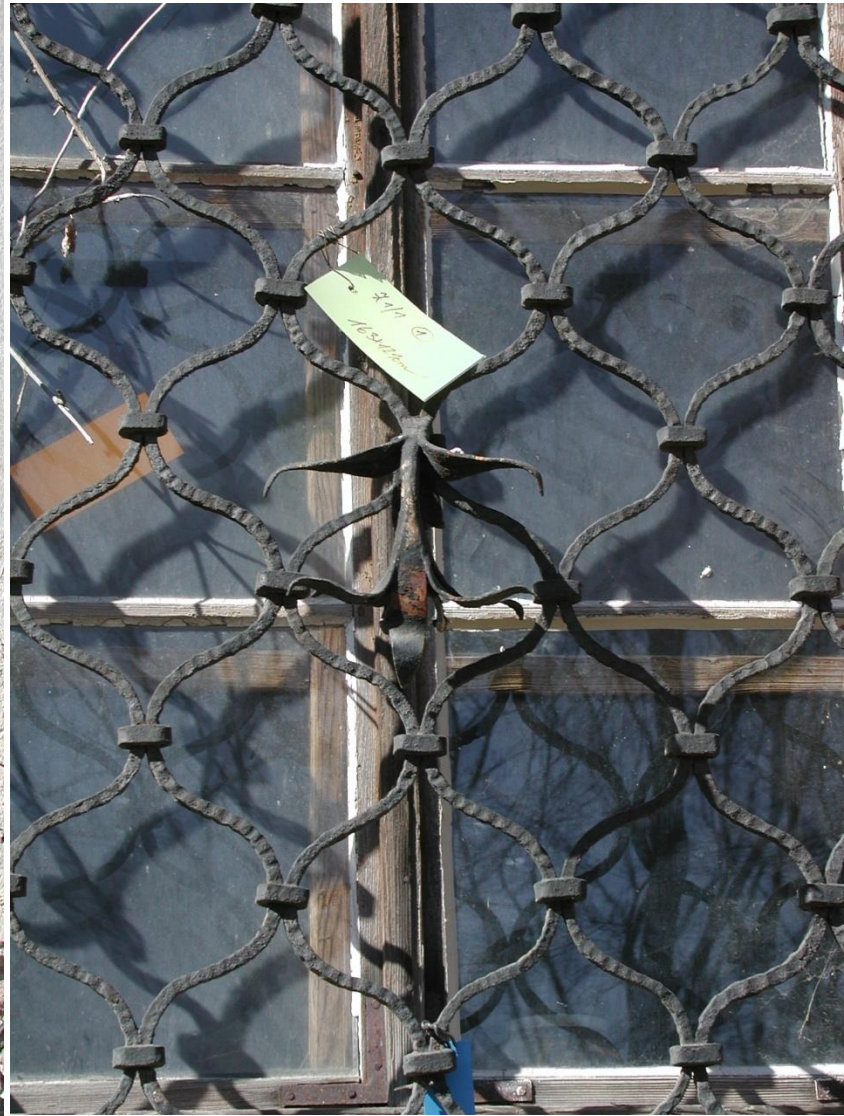


**A - METODY STABILIZACE VRSTEV KOROZNÍCH
PRODUKTŮ**

**B - METODY ODSTRANĚNÍ VRSTEV KOROZNÍCH
PRODUKTŮ**















Opavac

Centimetres 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19

Blue

Cyan

Green

Yellow

Red

Magenta

White

3/Color

Black

KODAK Color Control Patches

© The Tiffen Company, 2000

Kodak
LICENSED PRODUCT



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 ...

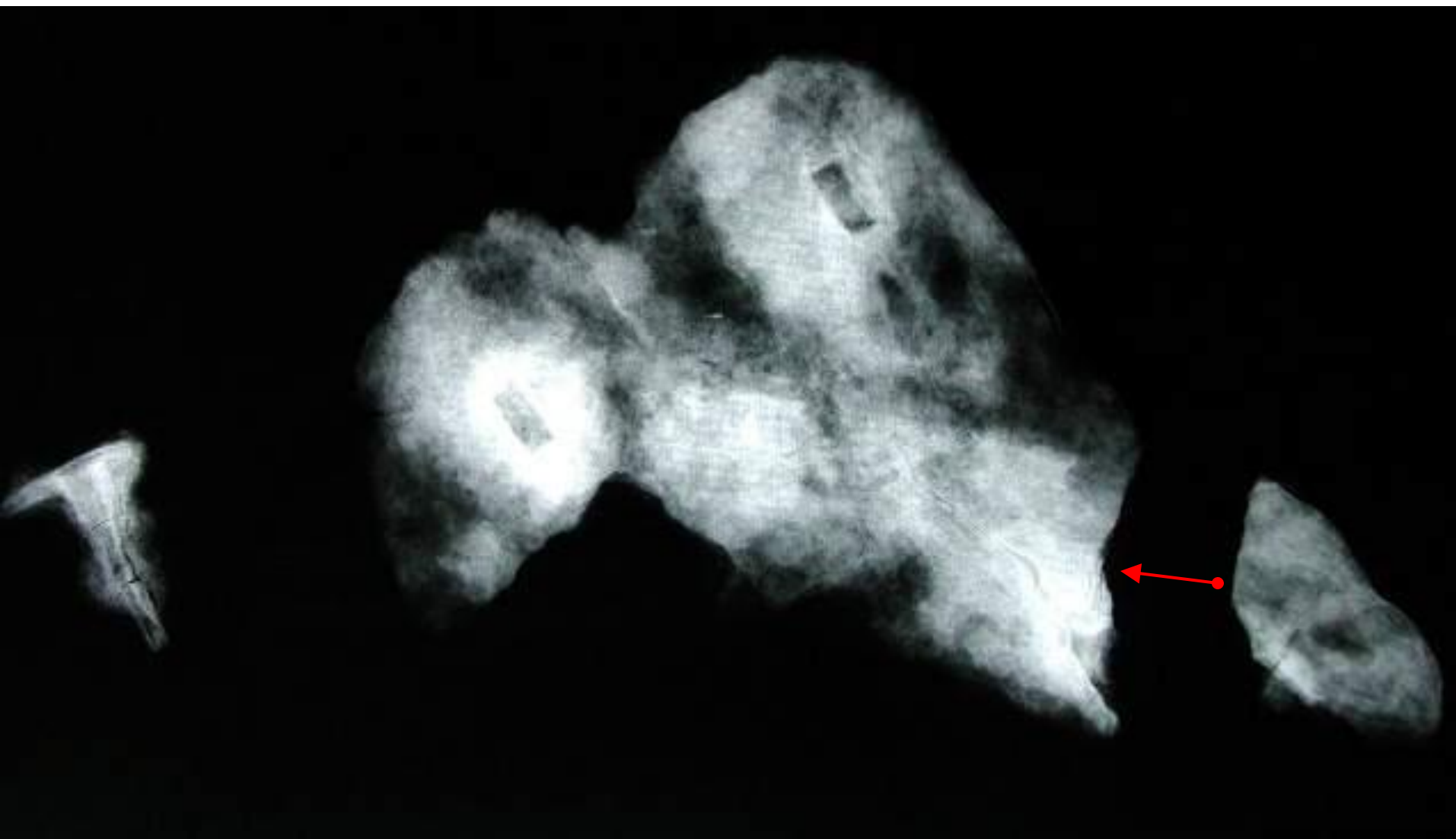
Nálezový stav železného předmětu



Nálezový stav železného předmětu

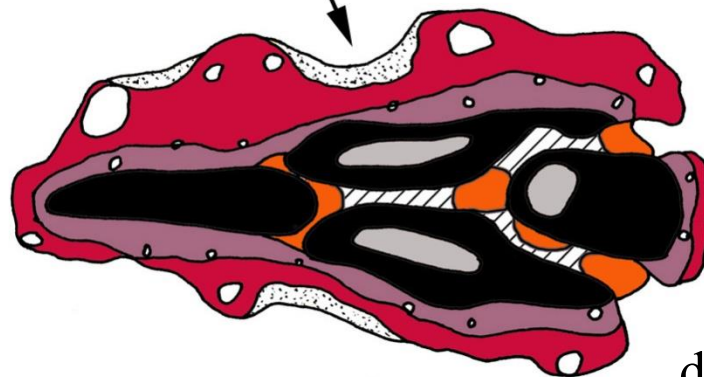
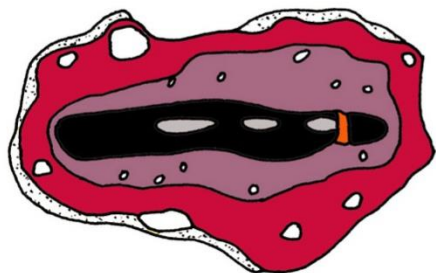
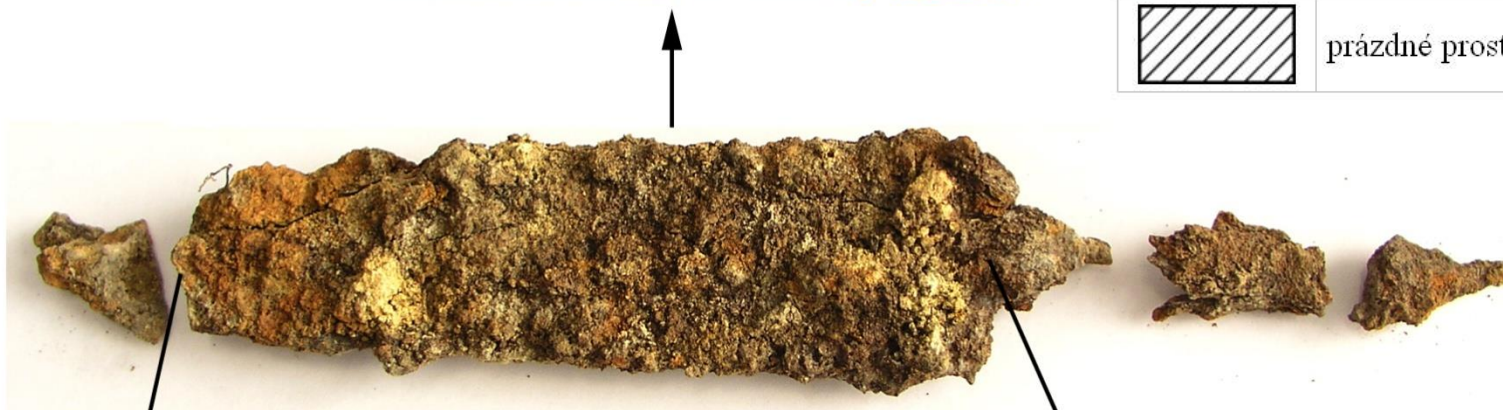


RTG snímek železného předmětu

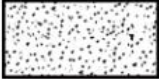


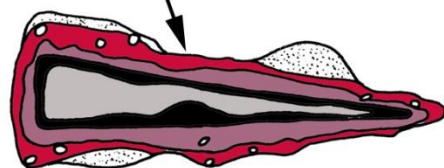


	hlína a sedimenty
	směs α -FeO(OH) goethit et γ -FeO(OH) lepidocrocit? s cizorodými příměsemi
	směs α -FeO(OH) goethit a γ -FeO(OH) lepidocrocit?
	Fe ₃ O ₄ , magnetit?
	β -FeO(OH), akaganit?
	kovové jádro
	prázdné prostory



dle RNDr. A. Šilhové

	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 ₃ O ₄ , magnetit?
	β -FeO(OH), akaganit?
	kovové jádro
	prázdné prostory



dle RNDr. A. Šilhové

Aktivní chloridová koroze

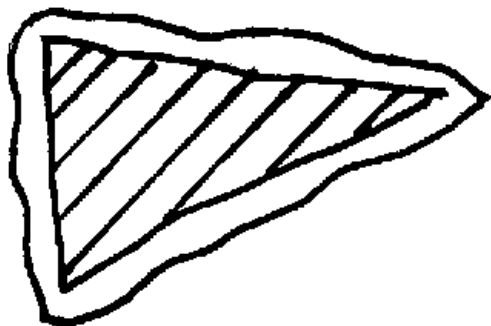


dle Ing. A. Selucké

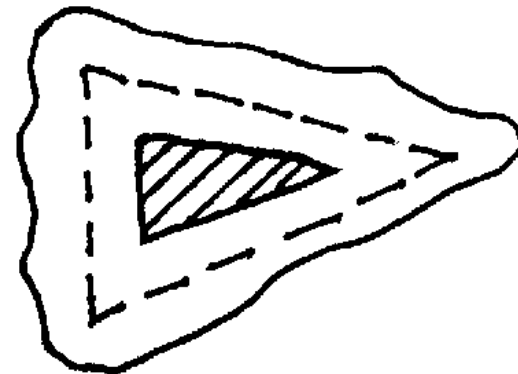
Rozsah koroze



povrchová koroze –
dobře zachovalé kovové jádro



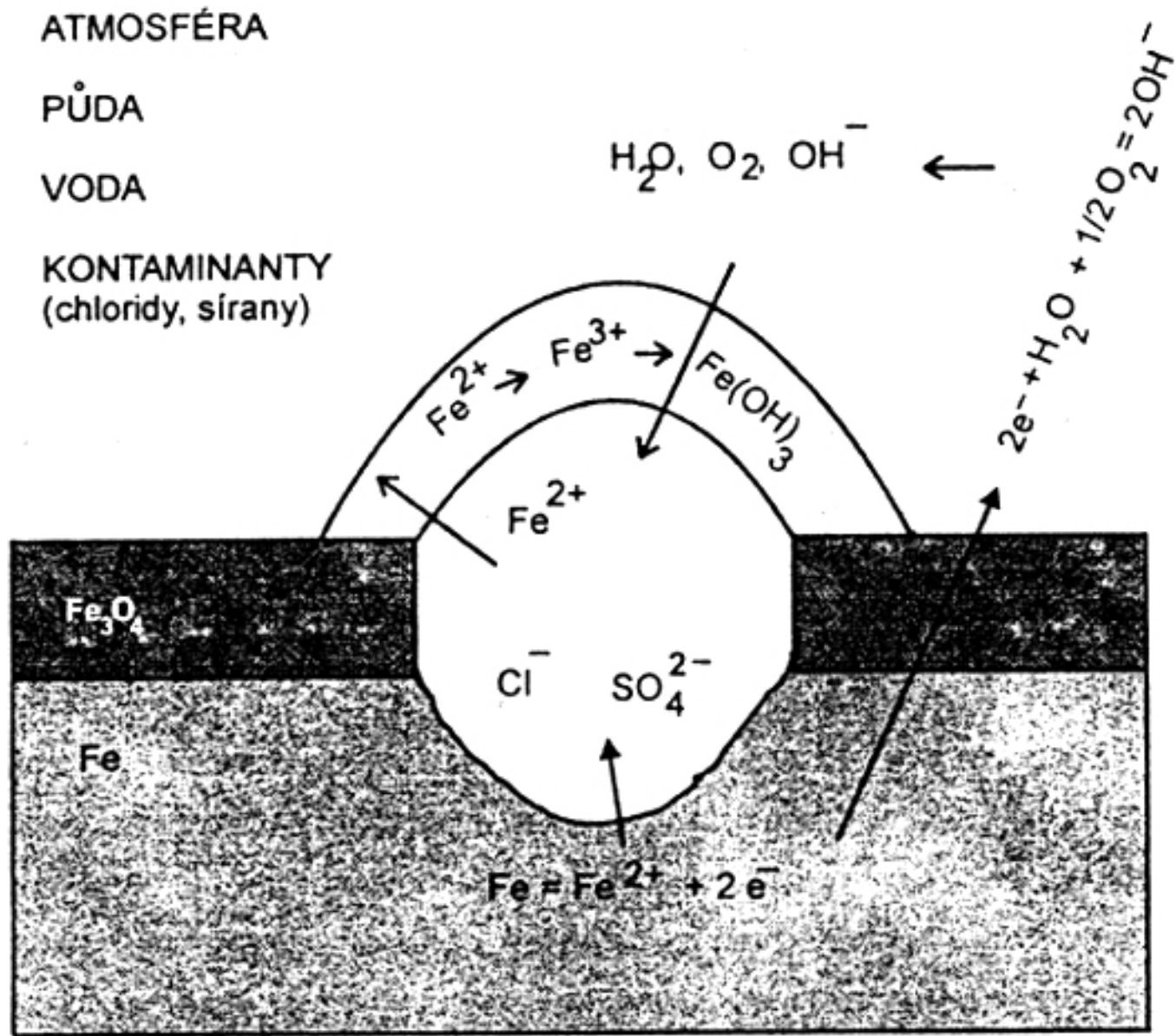
korozní produkty + kovové jádro zachovalé



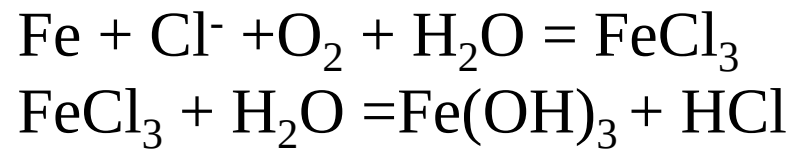
objemné korozní produkty -
velmi slabé kovové jádro;
**tvar předmětu je tvořen
korozními produkty!!!**

Přehled minerálů železa

- **geotit** (α FeO.OH): krystalizuje v kosočtverečné soustavě, černohnědé až světle žluté barvy, produkt zóny zvětrávání, časem přechází na limonit
- **lepidokrocite** (γ FeO.OH): jako geotit krystalizuje v kosočtverečné soustavě, výskyt společně, tmavočervené až červenohnědé barvy
- **limonit** (FeO .OH)- hnědel: jako geotit krystalizuje v kosočtverečné soustavě
- **jarosit** ($\text{NaFe}_3(\text{OH})_6(\text{SO}_4)_2$): triagonální soustava, žluté barvy
- **vivianit** $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$: jednoklonná soustava, odstíny modré až modrozelené barvy
- **akaganeit** (β FeOOH): mezi krystaly je chemisorpčními vazbami vázán Cl^- , je jasně oranžový, přechází v **geotit** Cl^- se uvolní a vstupuje do dalších korozních reakcí
- **siderit** FeCO_3 - ocelek: krystalizuje v klencích, barevná škála od žlutobílé s jejími odstíny až modročerné barvy
- **magnetit** $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ – magnetovec: v osmistěnu, černé, železné barvy, magnetický
- **hematit** (α Fe_2O_3) – krevel: modré, ocelově šedé až černé, někdy červené barvy



Koroze železa v půdě

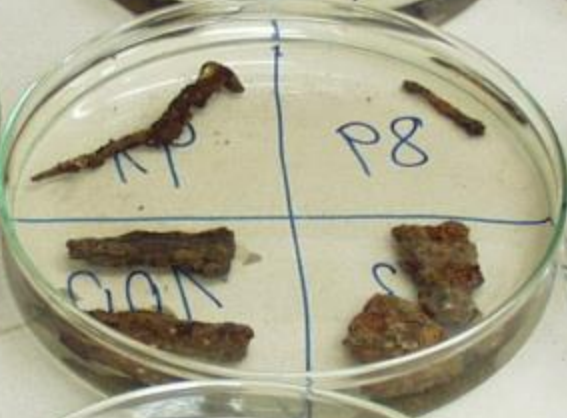


Čištění

- a) **Chemické** - **destilovaná voda**
- b) **Mechanické** - **jemné tryskání, mikrotryskání**
 - **(abraziva – ostrozrnná, kulatá ...)**

 - **použití ultrazvukové nebo**
 pneumatické jehly
 - **mikrobroušení-frézování (diamant,**
 korund, nástr. ocel)

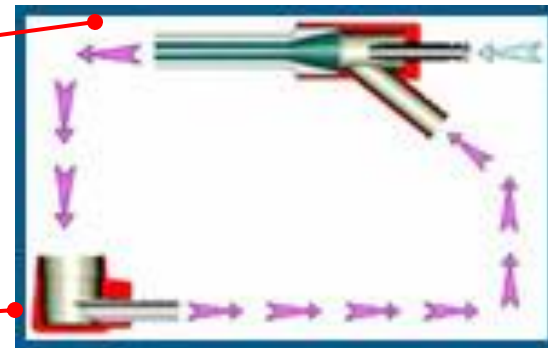
 - **laser**
- a) **Pomocné** - **ultrazvukové vany**



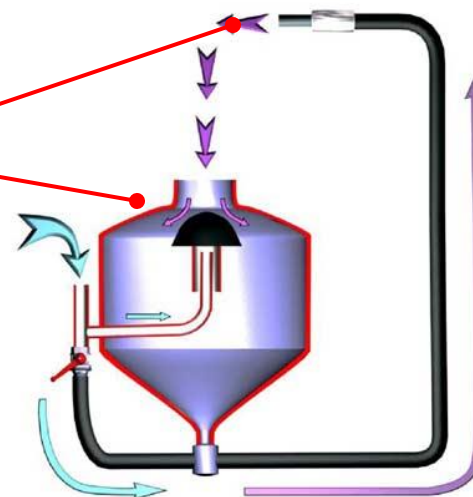




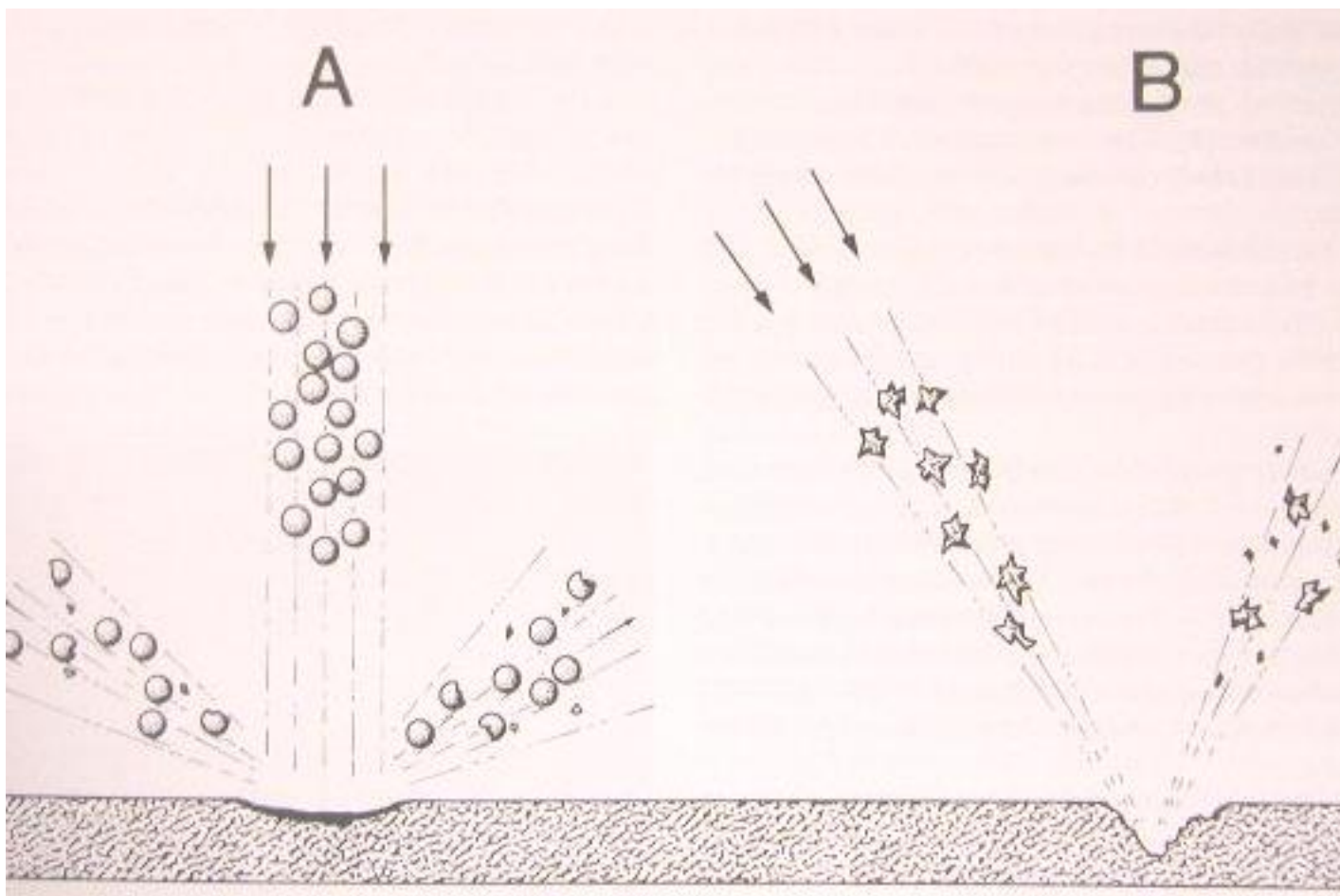
injektorový systém



tlakový systém

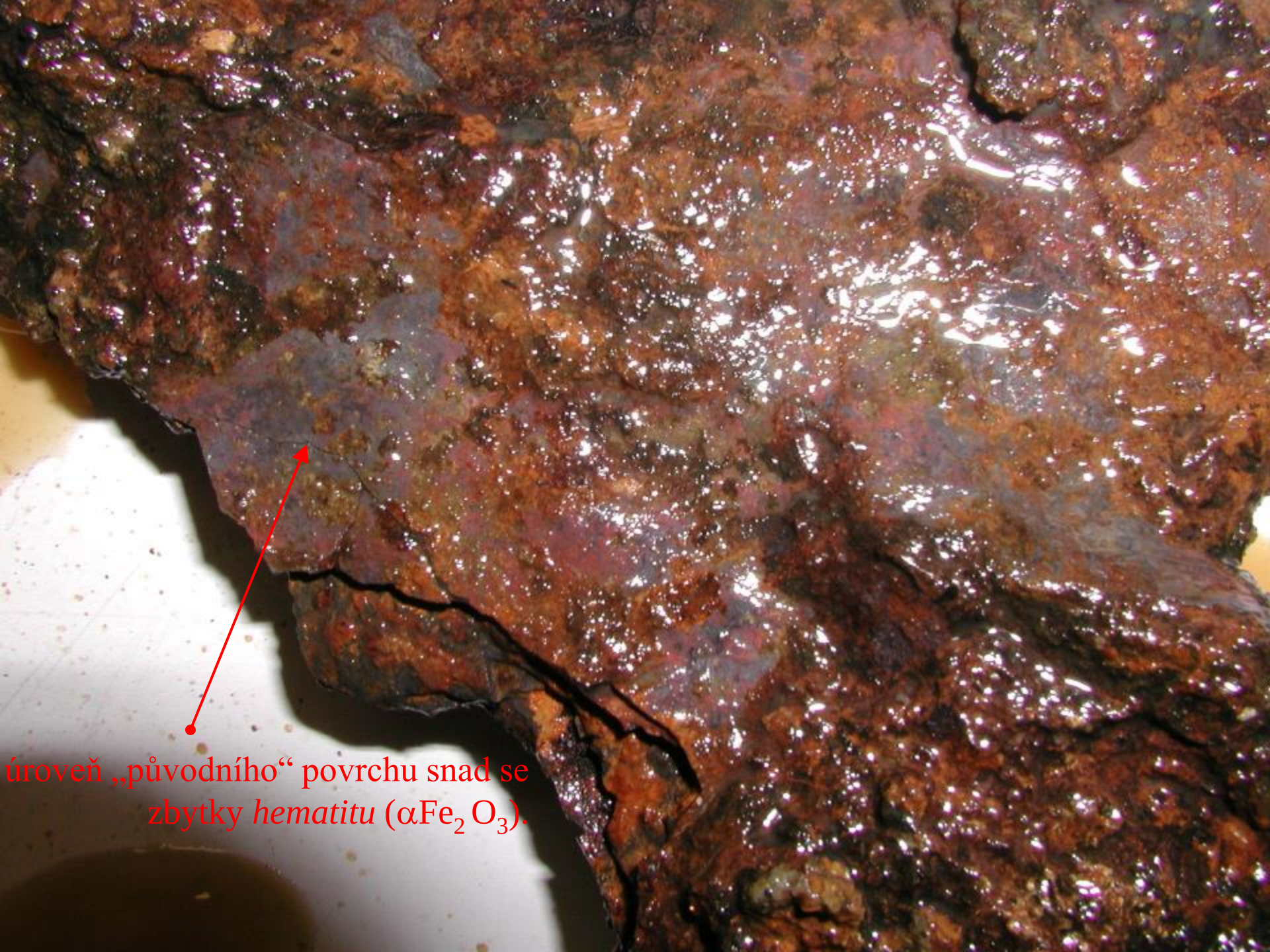


- a) *Kulaté abrazivo – spíše leští povrch (balotina, 90°)*
- b) *Ostrozrnné abrazivo – razantně odebírá materiál (korund 45° - 70°) -*



zbytky zkorodovaného skla





úroveň „původního“ povrchu snad se
zbytky hematitu ($\alpha\text{Fe}_2\text{O}_3$).

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 ...)

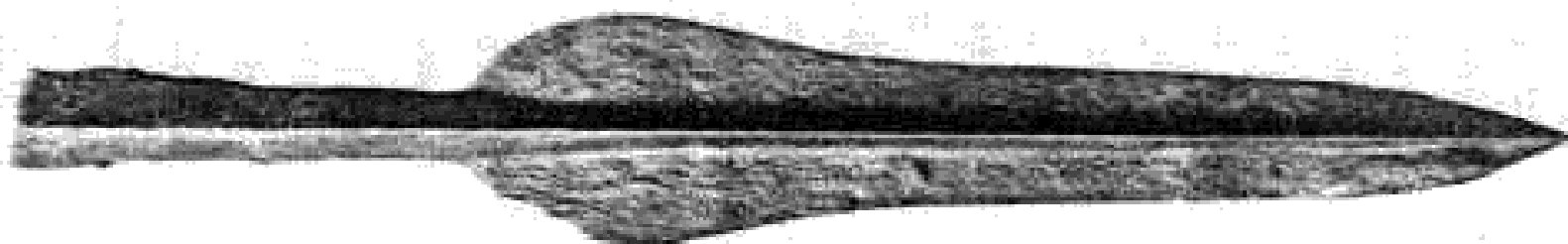
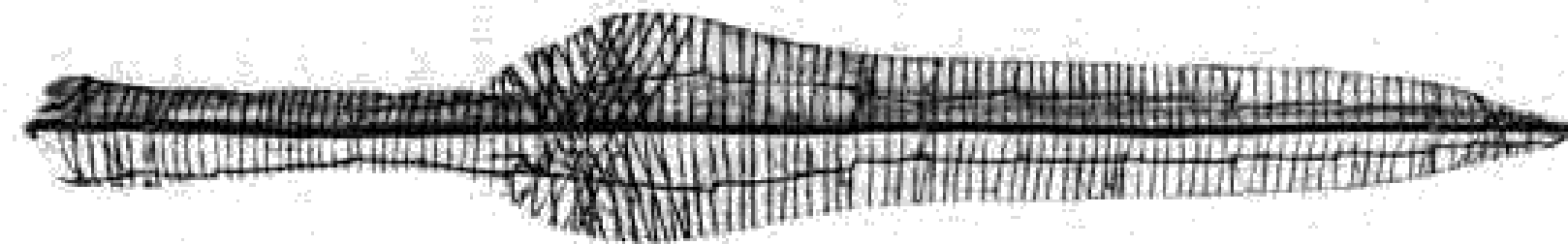
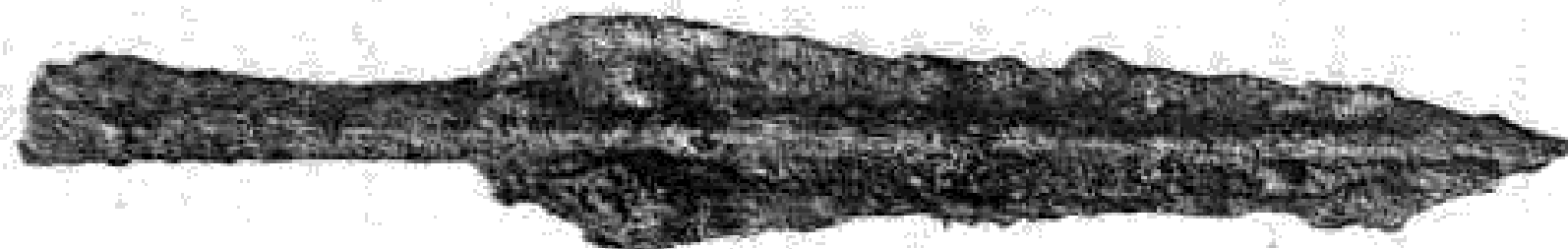
b) **Používané metody**

alkalická (siřičitanová) metoda, zahřívání 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) zahřívání 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.

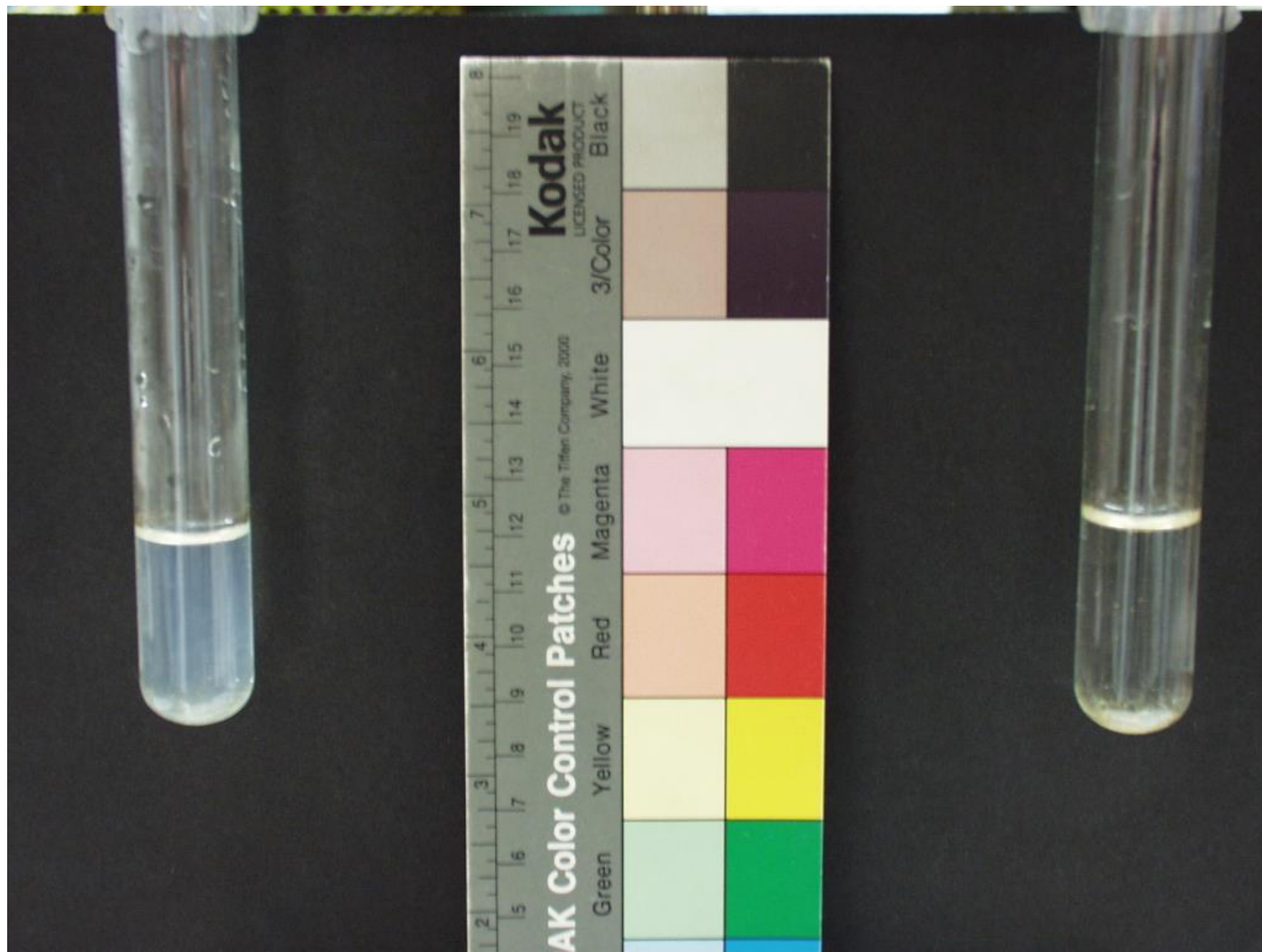


**Po aplikaci chemických látek při desalinaci je nezbytné
zařadit důkladné **vyluhování** v destilované vodě
(až 1 týden) do doby než pH dosáhne hodnoty čisté
destilované vody (cca 5,6).**

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.



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 benzínu nebo solventní naftě)

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

Lze použít 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 μ W/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.)

KODAK Gray Scale



Kodak
LICENSED PRODUCT

A

1

2

3

4

5

6

M

8

9

10

11

12

13

14

15

B

17

18

19



C3



Kodak

LICENSED PRODUCT

3/Color

White

Magenta

Red

Yellow

Green

Cyan

Blue

Kodak

© The Tiffen Company, 2000

KODAK Color Control Patches

Centimetres

19

18

17

16

15

14

13

12

11

10

9

8

7

6

5

4

3

2

1

8

19

18

17

16

15

14

13

12

11

10

9

8

7

6

5

4

3

2

1

Inches

KODAK Gray Scale

C

Y

M

Kodak
LICENSED PRODUCT

A

1

2

3

4

5

6

M

8

9

10

11

12

13

14

15

B

17

18

19







A 1 2 3 4 5 6 M 8 9 10 11 12 13 14 15 B 17

KODAK Gray Scale

C 1 M

KODAK Color Control Patches

Kodak

18



Opavac



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: *Sířičitanová 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: *Elektrolytická 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 železa.* . 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

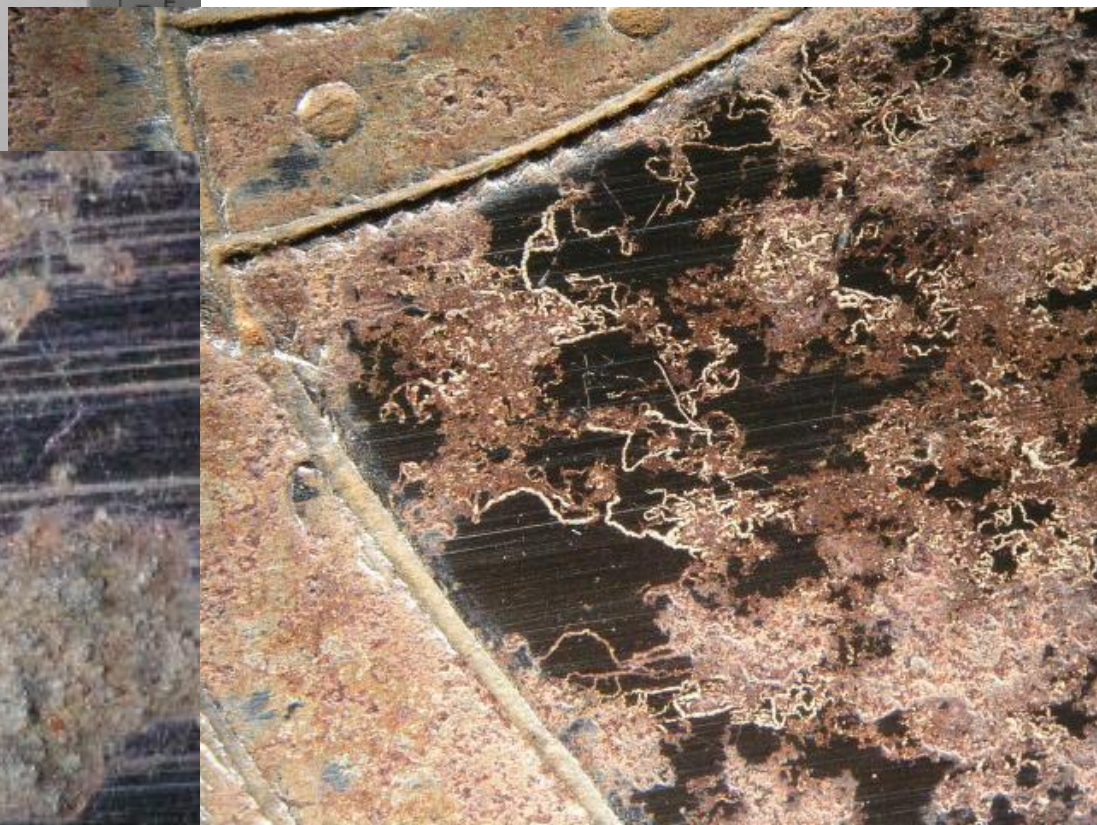
Intenzivní korozní napadení
stimulované sloučeninami síry







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

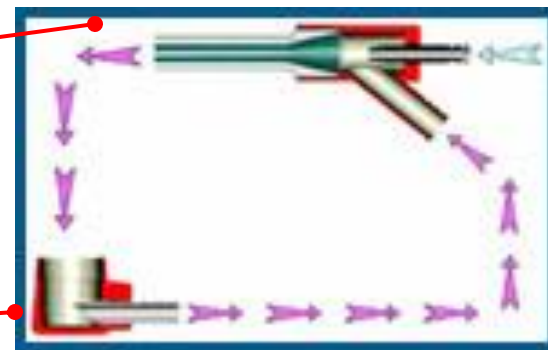
Používané metody

- 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, zahřívání
- c) **Elektrochemické** - špatně kontrolovatelné, jen ve zvláštních případech - lokálně
- d) **Pomocné**
 - ultrazvukové vany

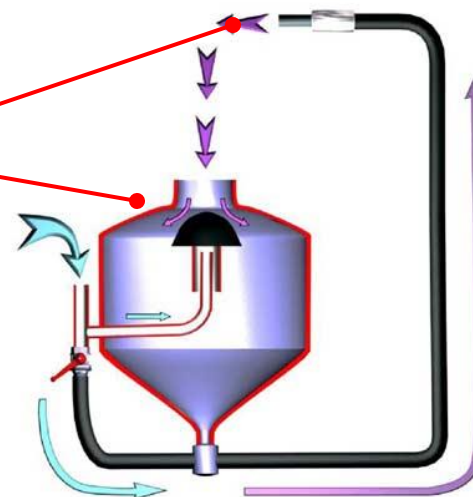




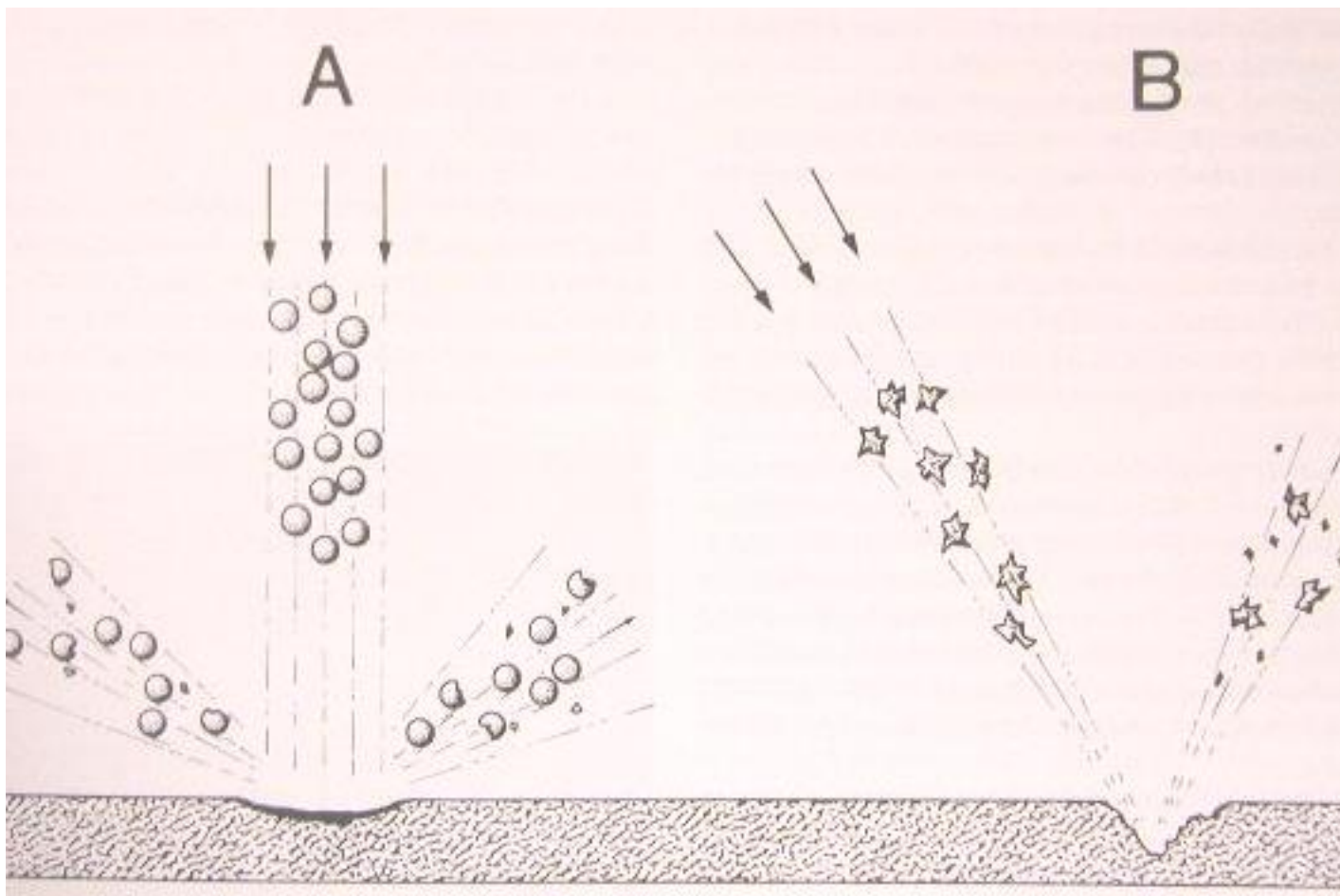
injektorový systém



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 benzínu 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 μ W/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







RAVA
DIVKA
PCHLEDOVA S





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: *Sířičitanová 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: *Elektrolytická 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 železa.* . 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.

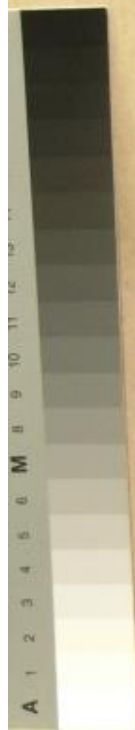
***KONZERVACE
PŘEDMĚTŮ
Z MĚDI A JEJÍCH SLITIN***

**A - METODY STABILIZACE KOROZNÍ
VRSTVY**

**B - METODY ODSTRANĚNÍ KOROZNÍ
VRSTVY**



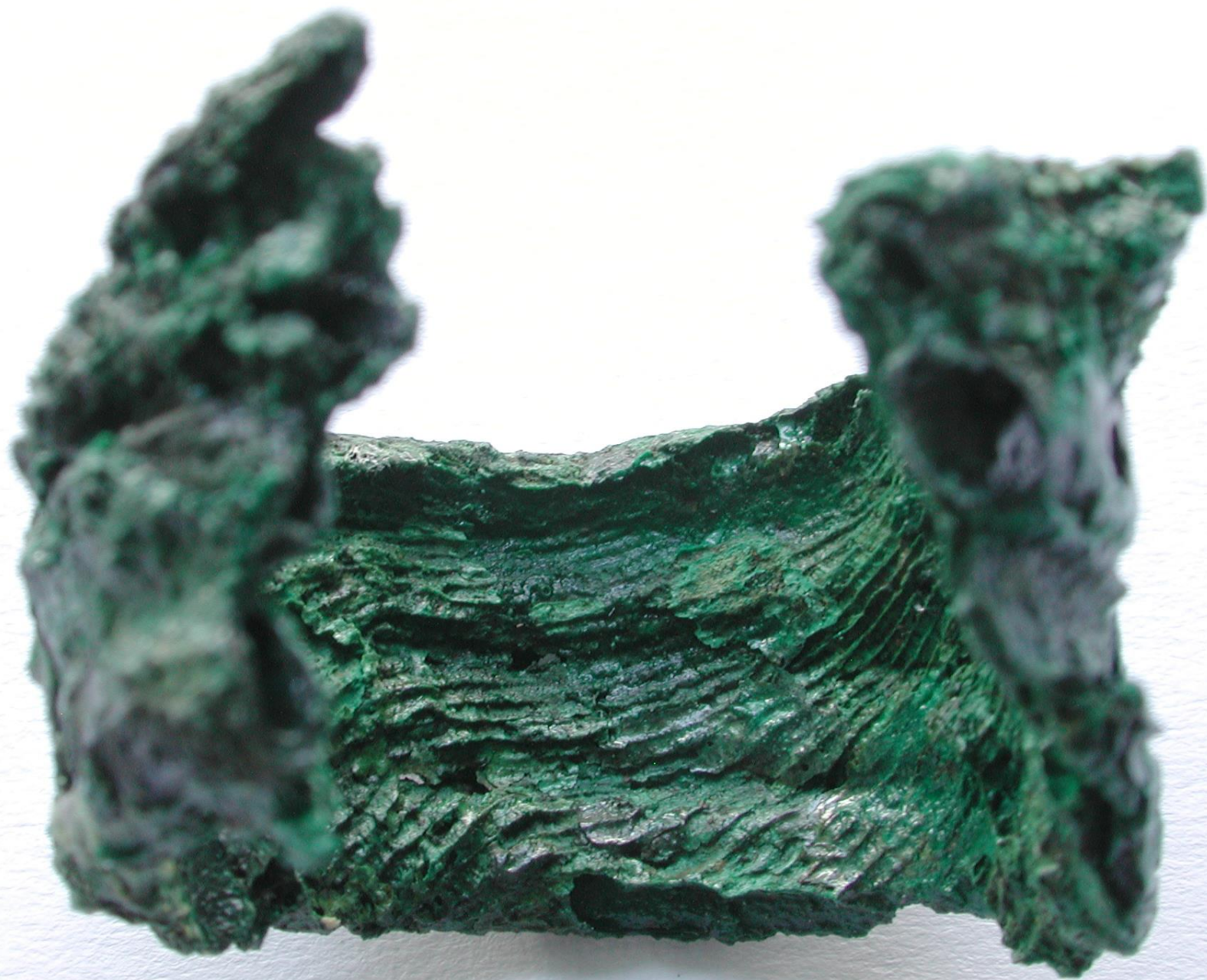






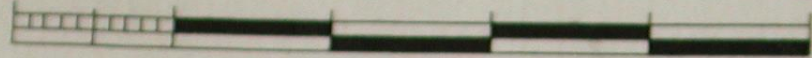






0

5 cm





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

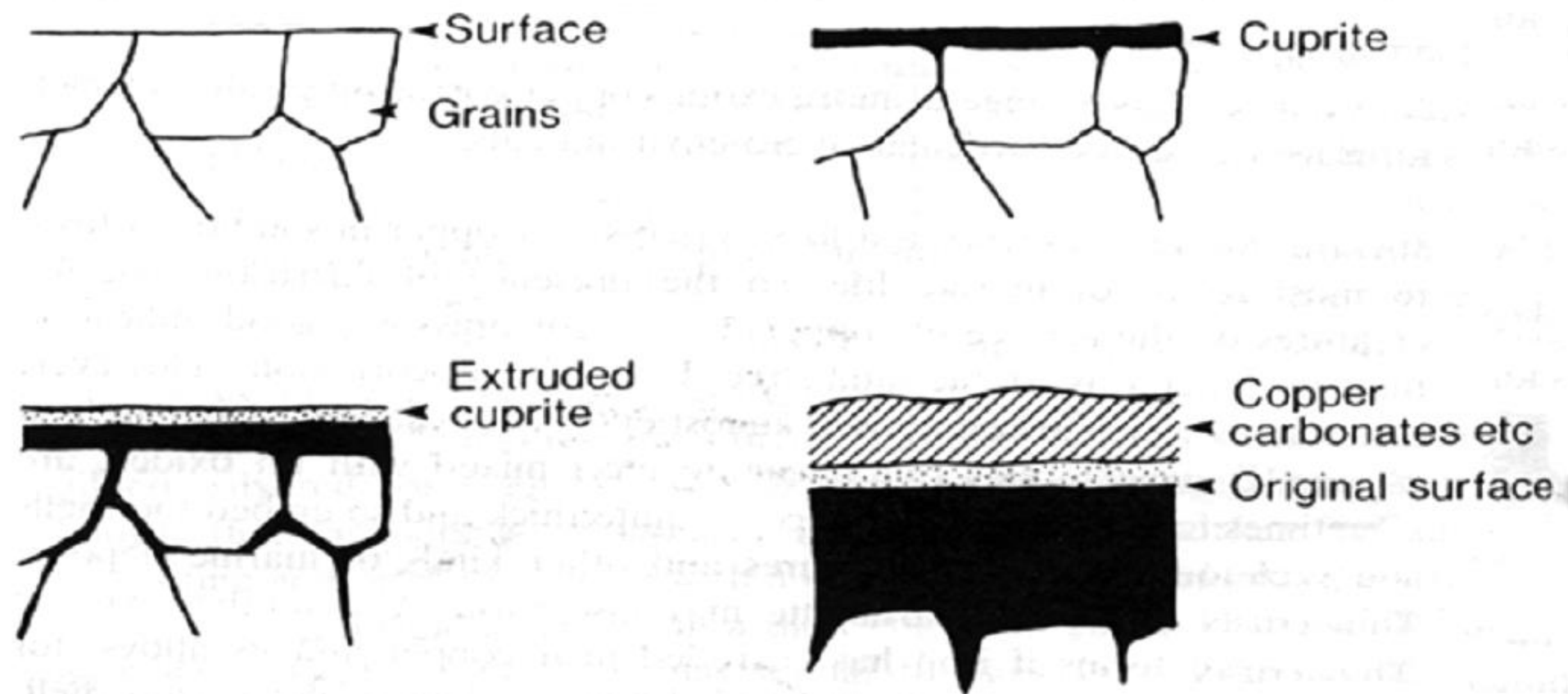
- **stabilní vrstva korozních produktů - „ušlechtilá patina“**
- **nestabilní vrstva korozních produktů - „neušlechtilá patina“**
- *přírodní patina*
- *umělá patina*

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
- $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2$ - zelený malachit
- $2 \text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2$ - modrý azurit
- $\text{CuSO}_4 \cdot 3\text{Cu(OH)}_2$ - žluto-zelená (venkovní atmosféra)
- $\text{CuCl}_2 \cdot 3\text{Cu(OH)}_2$ - světle zelený paratakamit

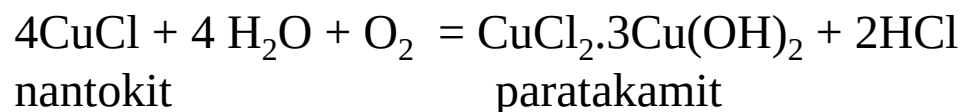
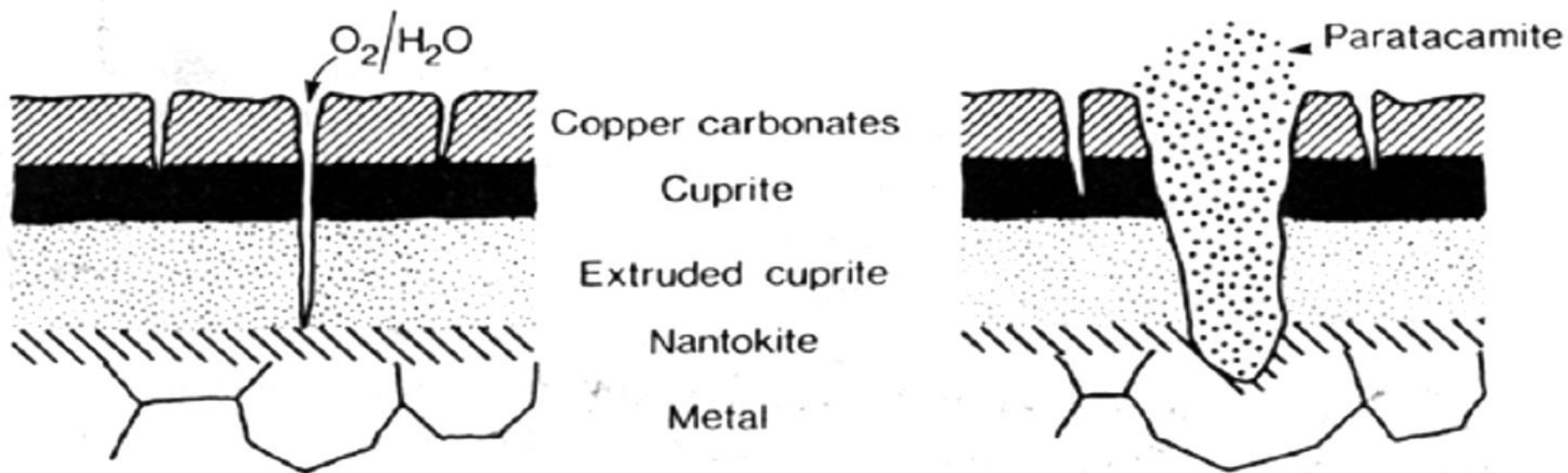
koroze mědi

- vznik korozních produktů



nemoc bronzu

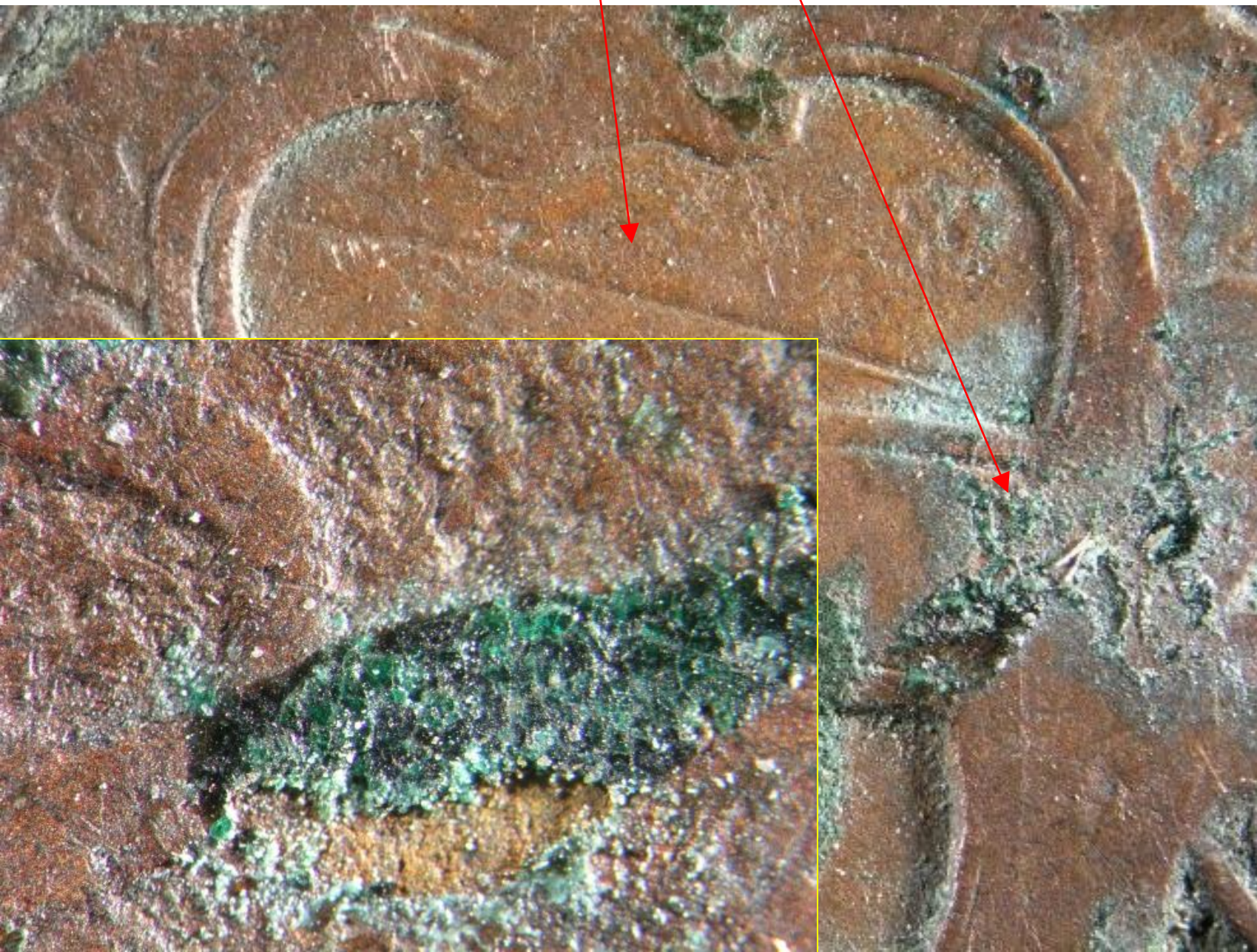
- „bronze disease“



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

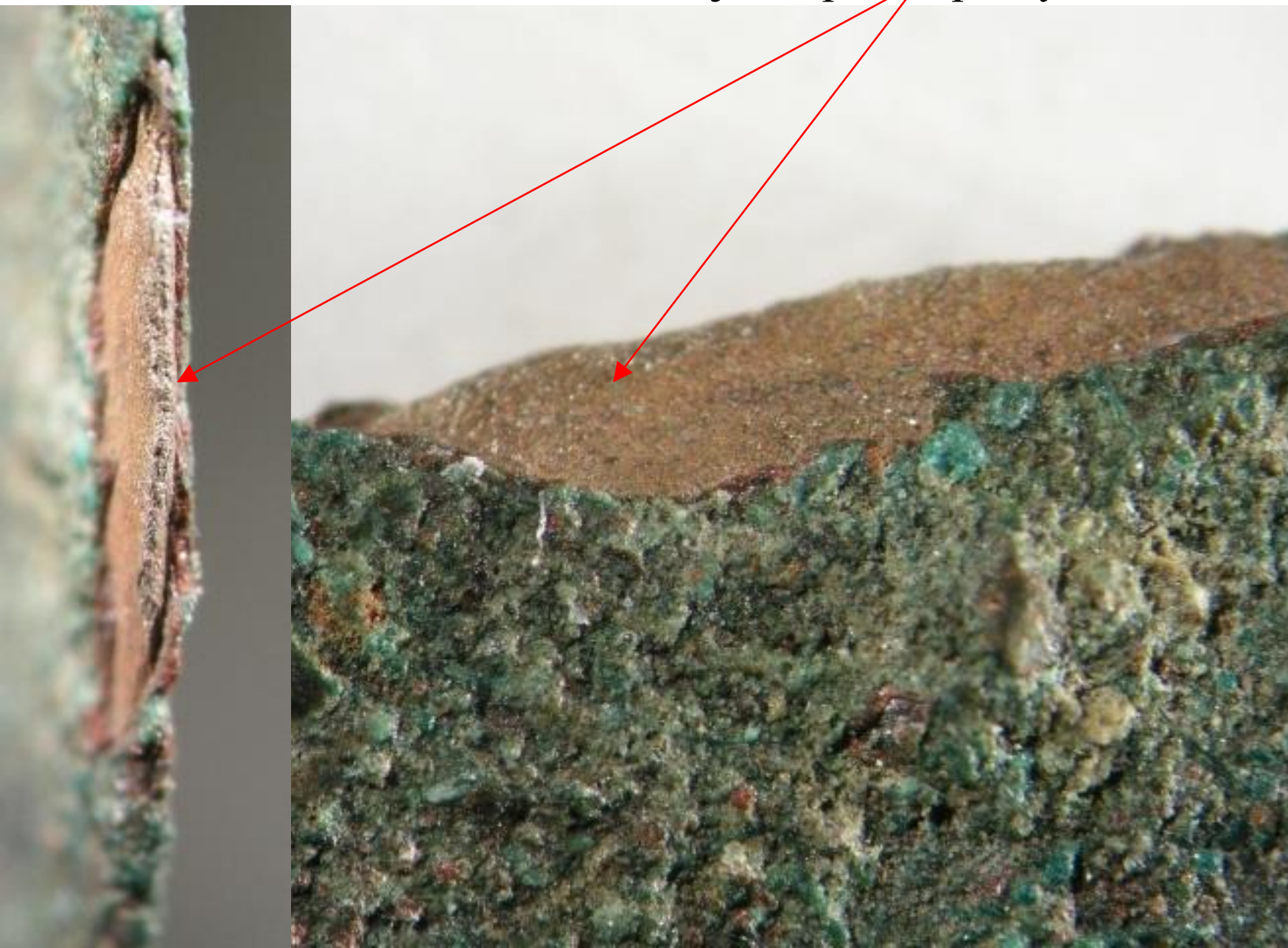
silně zkorodovaná mince ze slitiny Ag a Cu (různé typy vrstev
korozních produktů a nečistot)



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 benzínu)

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 μ W/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

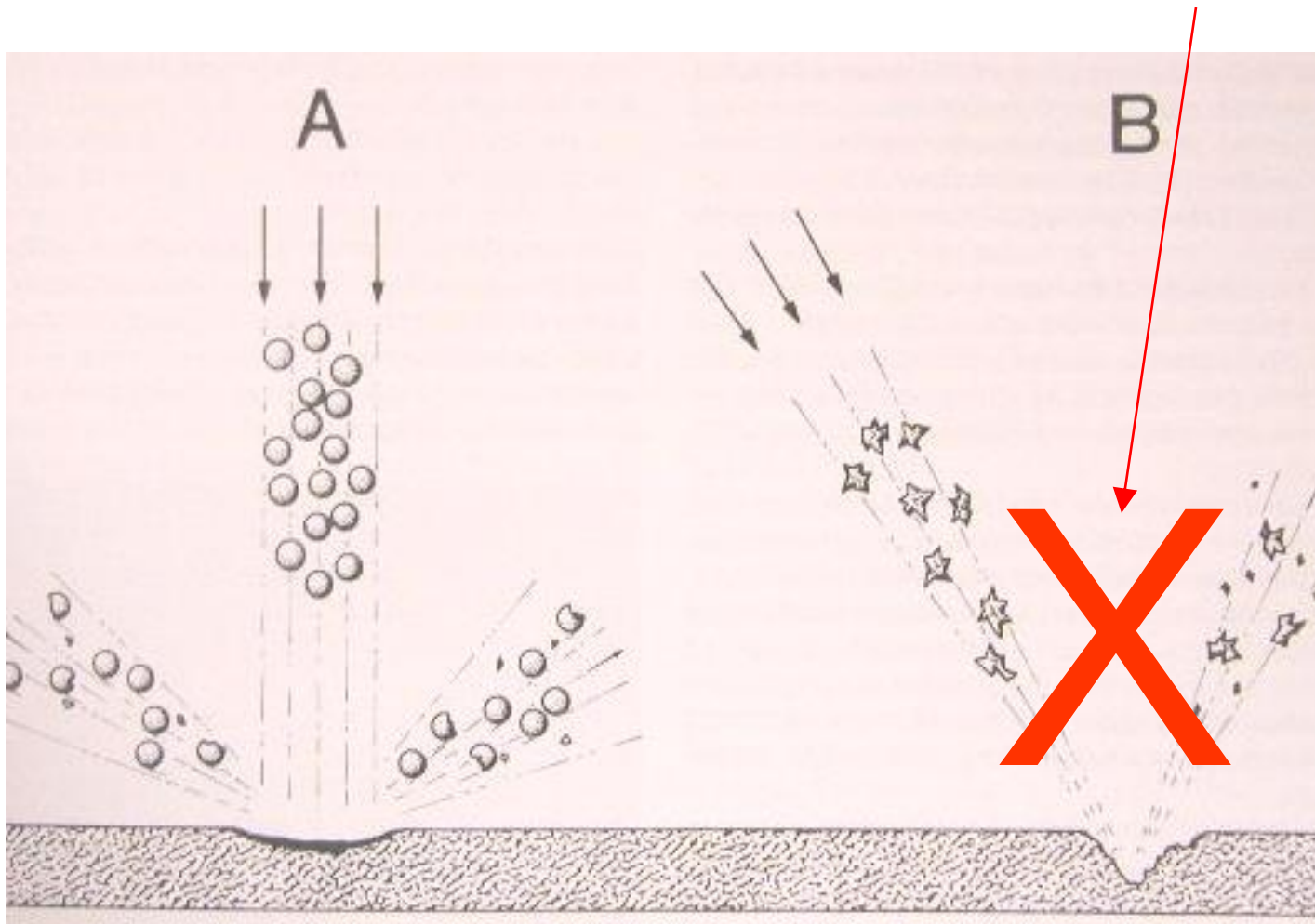


Odstranění vrstvy korozních (odstranění patiny)

- a) **Mechanicky** (jemné mikrotryskání – ořechové skořápky, kukuřičná mouka, ultrazvuk, mikrosbíječky, laser apod.)
- b) **Chelaton 3** – teplý, nasycený roztok (možno použít ultrazvukové čisticí 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 benzínu)

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 μ W/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)







Helene Gräfin Pückler
geborene
Gräfin Larisch-Mönnich
legt ihr freies dankbares
Herz
zu den Füßen ihrer
innigst geliebten
Mutter
nieder
1872.
3^{te} Octbr



KODAK Gray Scale



Kodak

A 1 2 3 4 5 6 M 8 9 10 11 12 13 14 15 B 17 18 19









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 čištění 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

- MICHOLINOVÁ, 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*

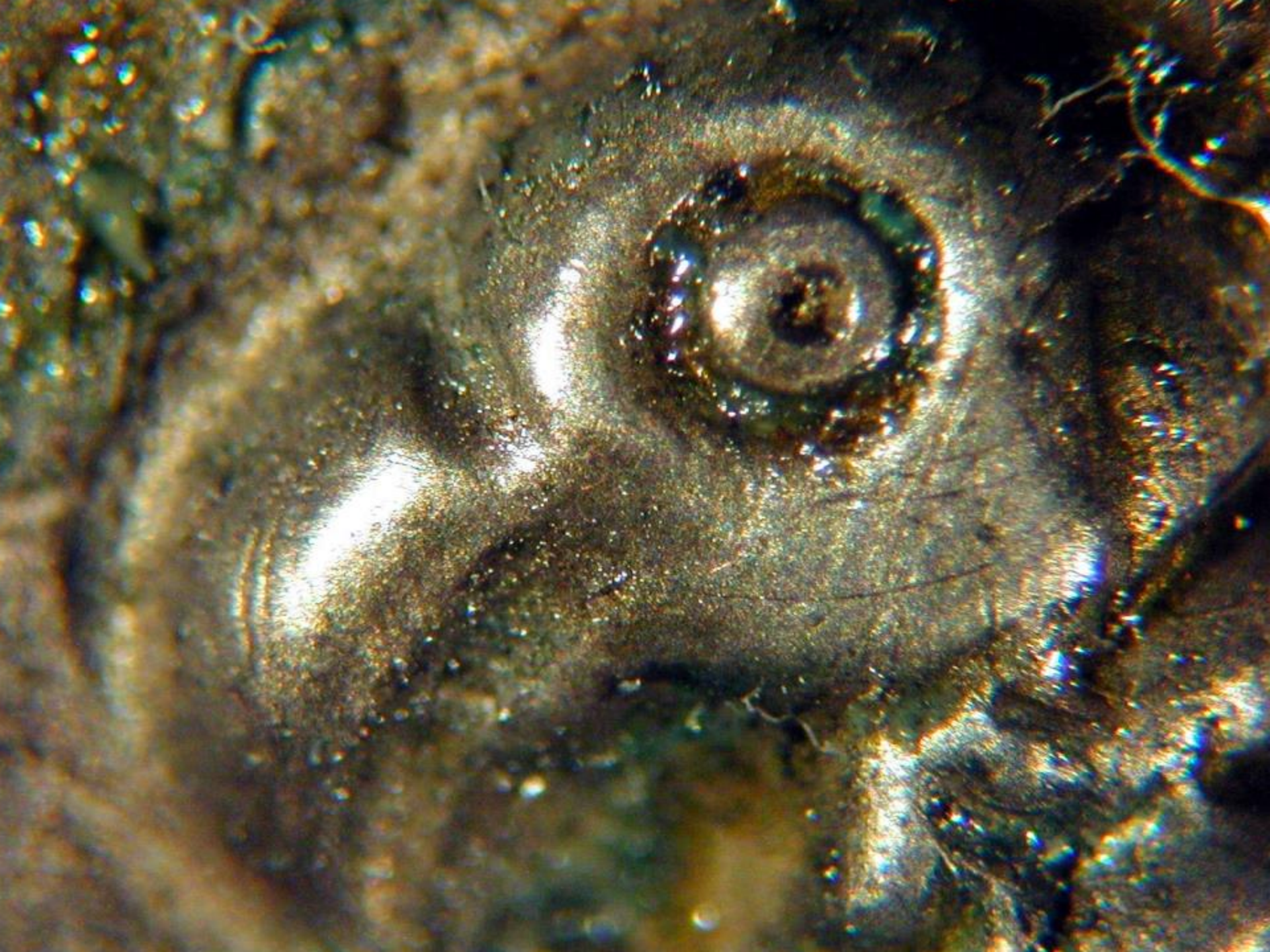
T. Čechák-L. Musílek-T. Trojek-I. Kopecká: Aplikace rentgenfluorescenční analýzy pro studium památek DOPLNIT

***KONZERVACE
PŘEDMĚTŮ
ZE STŘÍBRA***

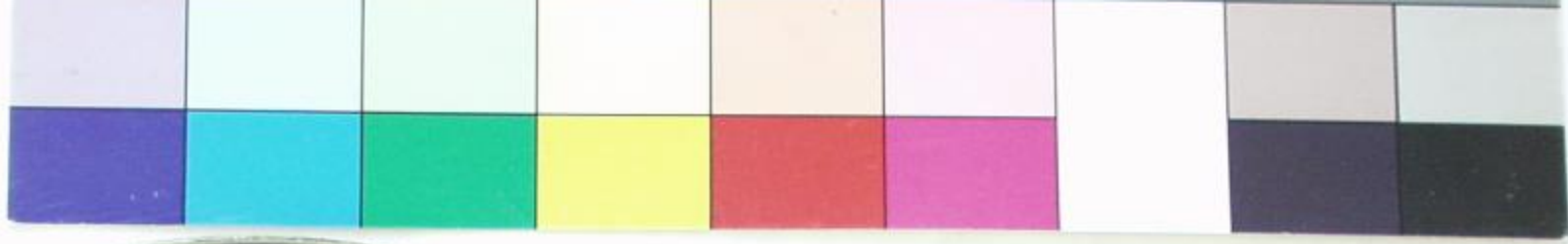
Klíčová slova

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











2



Intercept









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 čisticím 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% thiomocovina, 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



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% thiomčovina
- d) plazmochemická redukce

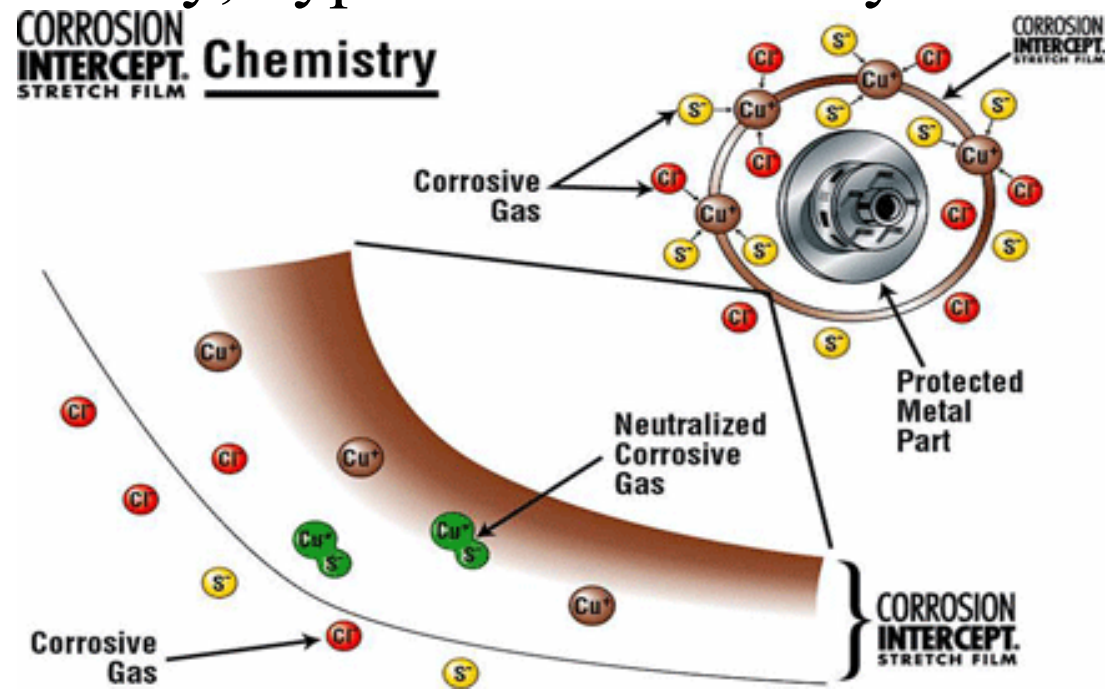
* U silně zkorodovaných předmětů je nutno postupovat VELMI OPATRNĚ! Je možno zvolit redukční metody, či pouhou deionizaci a zpevnění lakem.





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

Ochranný režim

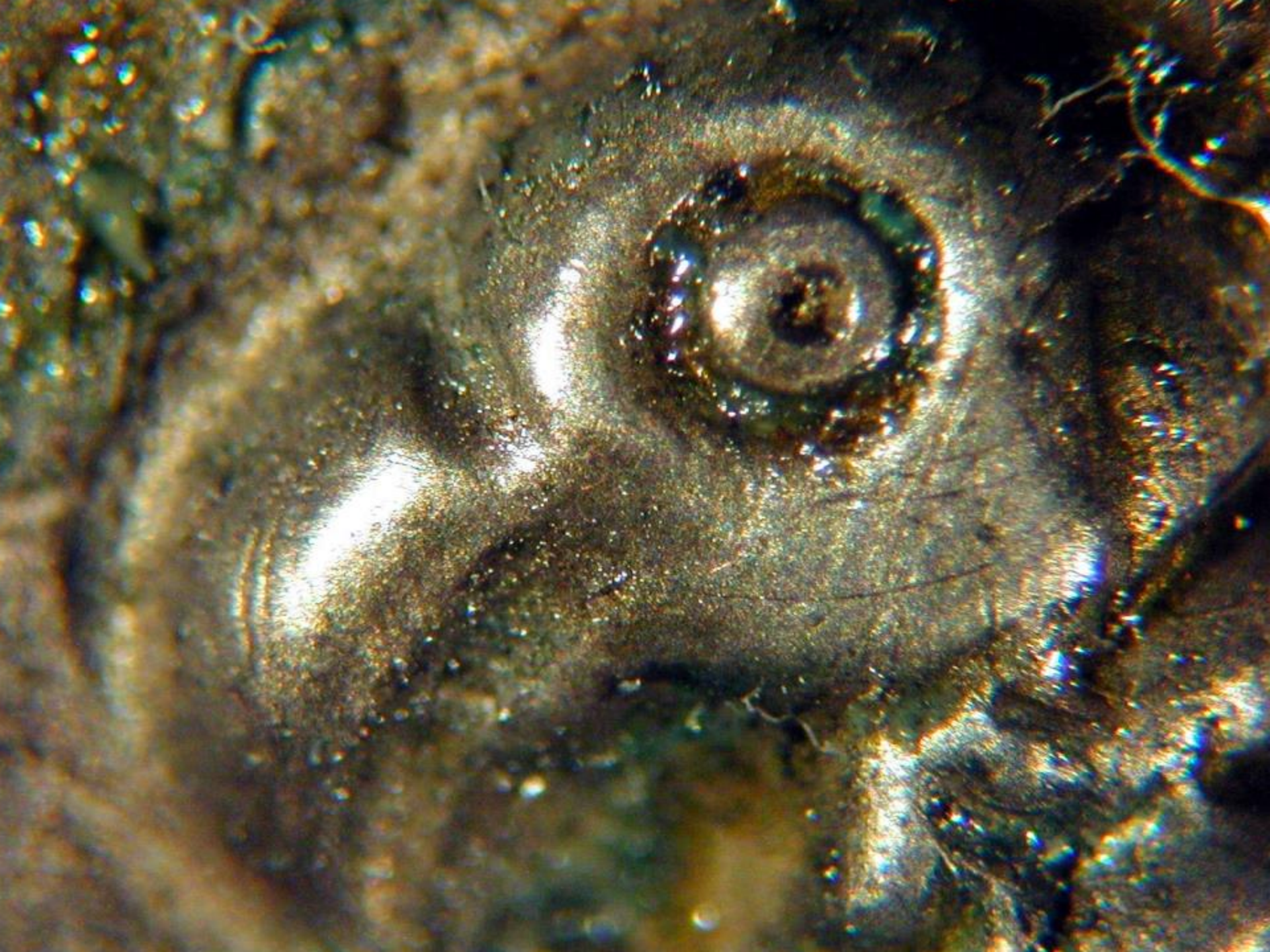
- a) **RV = 0 – 40%,**
teplota do 18 °C,
celková roční expozice 100000 lx.h/rok
max. osvětlenost do 200 lx
energie UV pod 30 μ W/lm
- b) **Kontrola stavu cca za 2 roky**
- c) **Ochranný obal** – dle charakteru předmětu (např. PE fólie) – lze přidat prostředky pro vysušení mikroklimatu (silikagel) nebo vypařovací korozní inhibitory

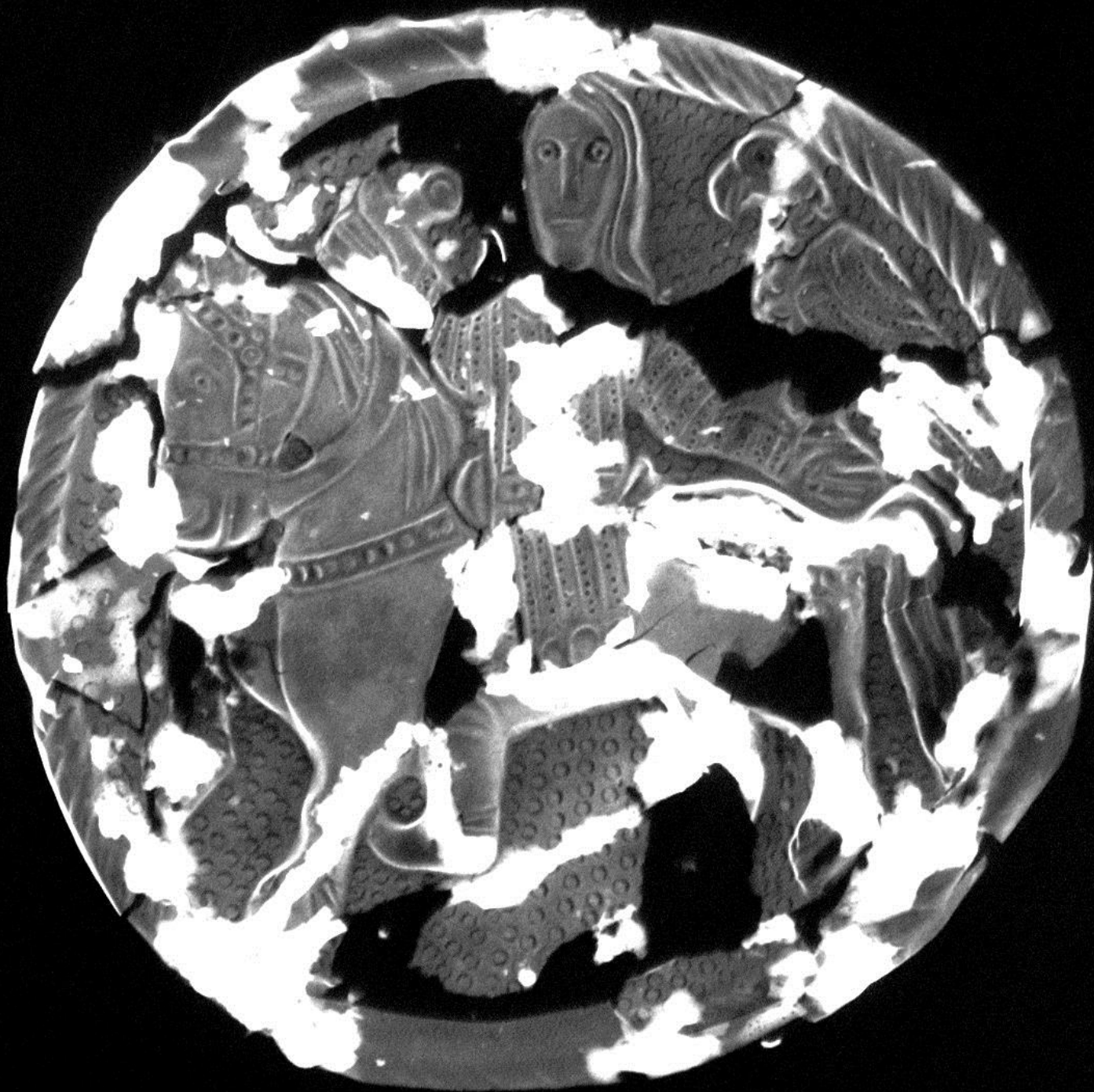


Ukázky zásahů

- 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***











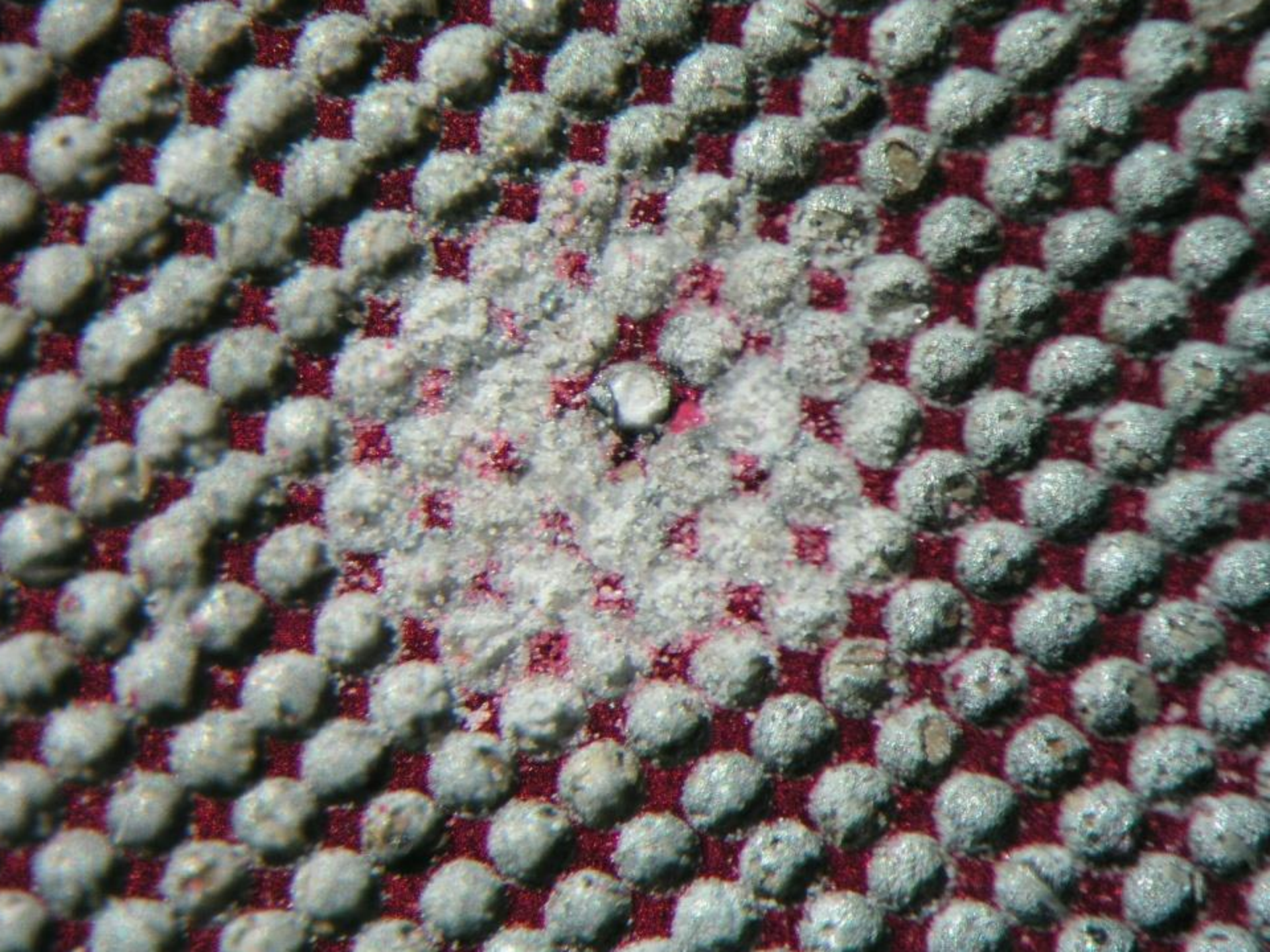


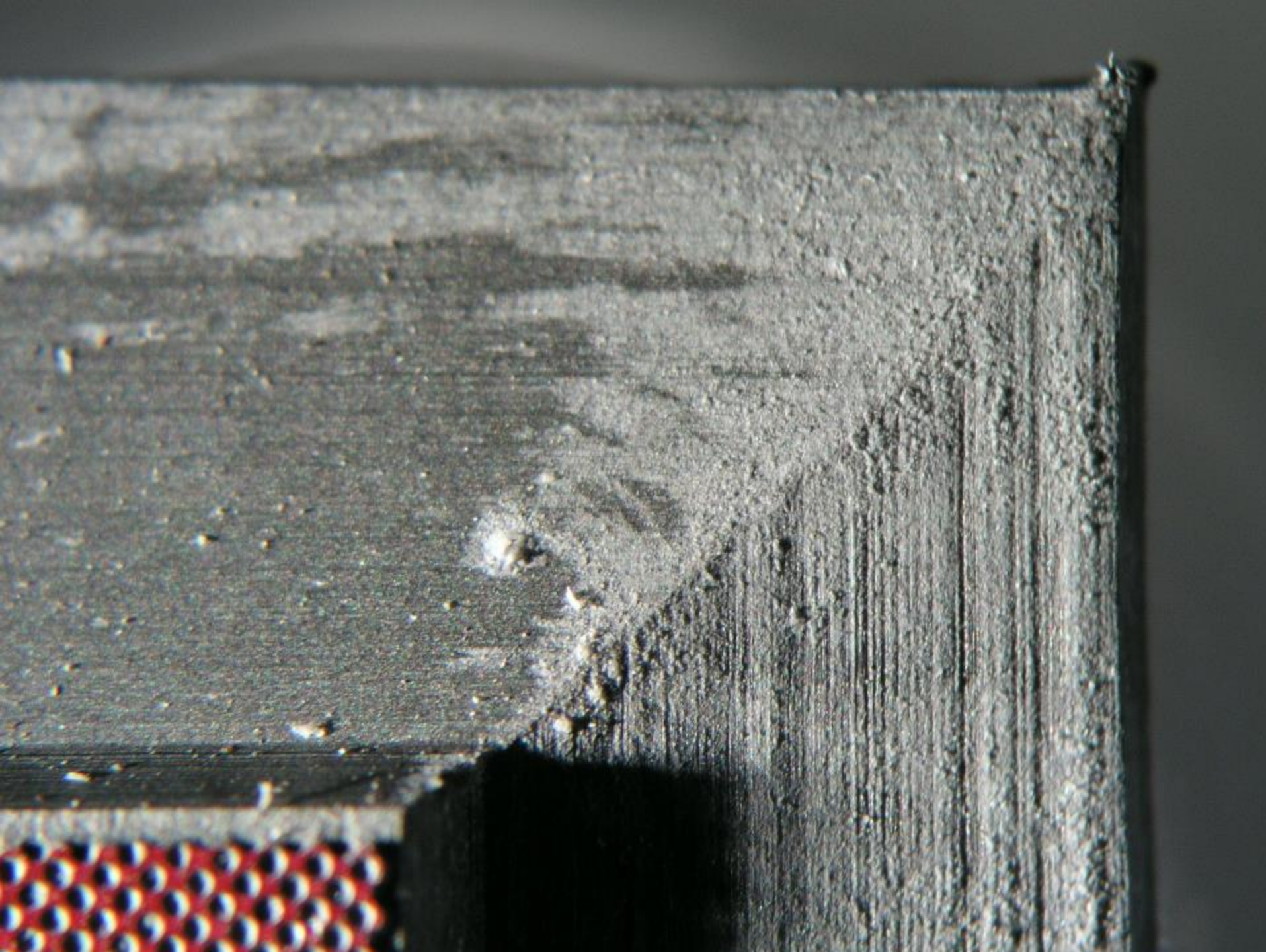
















Cíle

- 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 **SnO₂** - 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 zahříváné 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
- **PbCO₃, PbCO₃.Pb(OH)₂** - bílý; vyšší RV, více CO₂, uhličitánové půdy, nálezy z měkké vody(CO₂)
- **PbCl₂** - chlorid olovnatý; chloridy v půdě
- **PbSO₄** - šedobílý; sírany
- **PbS** - černý; anaerobní koroze, spolupůsobení H₂S

Konzervace olova

- a) **K redukci PbO** – je vhodné použít roztok síranu sodného ($\text{Na}_2 \text{SO}_4$) o koncentraci $0,3 \text{ mol.dm}^{-3}$; 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 ZnCO₃ . 2Zn(OH)₂** - „bílá rez“, působením CO₂ 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“ - $2 \text{ ZnCO}_3 \cdot 3 \text{ Zn(OH)}_2$ – 5 – 10% roztok kyseliny sulfamínové; příp. H_3PO_4 s thiomocovinou
- d) Silně zkorodované předměty se pouze vyluhují v zahříváné 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

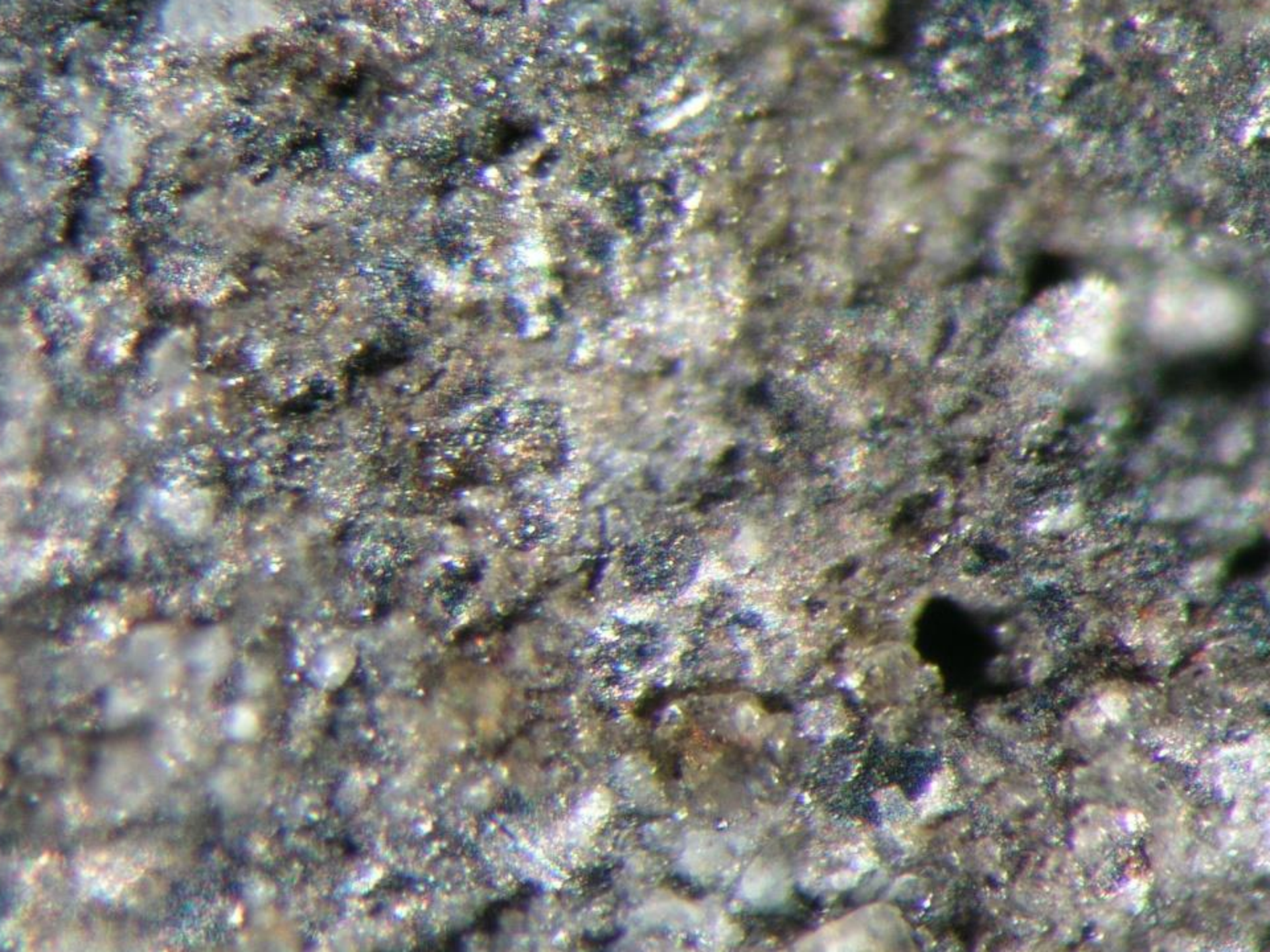


Korozní produkty hliníku

- $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot x \text{H}_2\text{O}$ - 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 ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot x \text{H}_2\text{O}$) 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 μ W/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*