

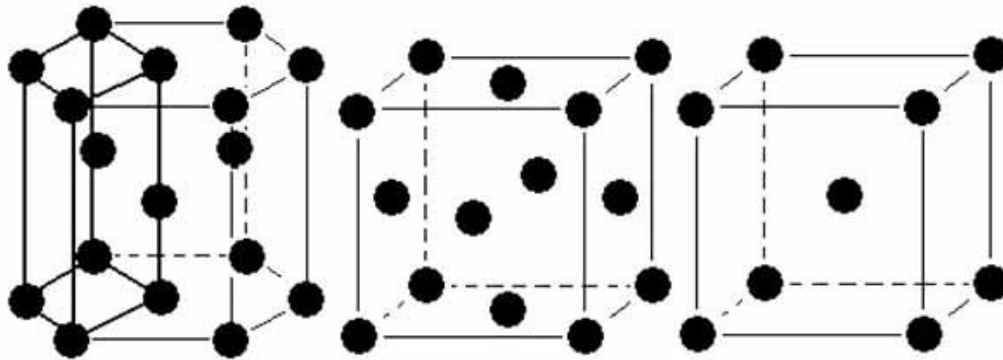
Vlastnosti kovů a jejich slitin možnosti jejich identifikace

Ing. Alena Selucká

Vlastnosti kovů

- dobrá elektrická a tepelná vodivost
- kovový lesk
- tvárné (kujné) v tuhém stavu
- v tekutém stavu je možné je odlévat do forem
- v roztoku vytvářejí kladně nabitě ionty (korodují)

Krystalová struktura kovů



a

Hexagonal
(Zn, Cd, Ti)



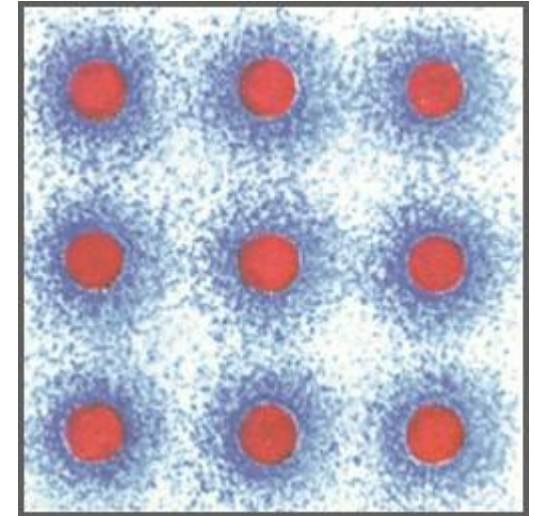
b

fcc – face centred cube
(Au, Pb, Cu, Al,)



c

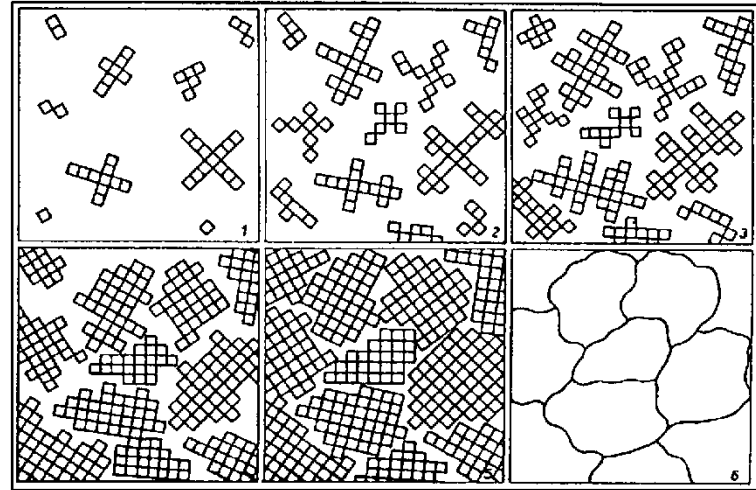
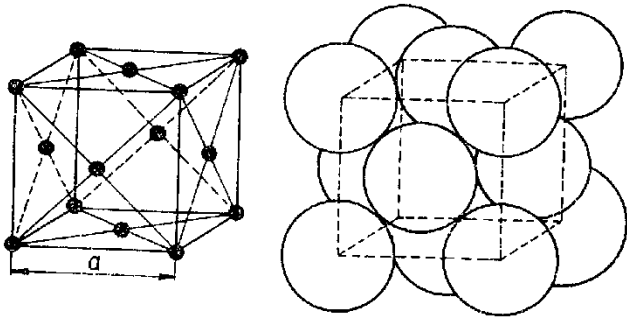
bcc – body centred cube
(W, Cr, V, Mo)



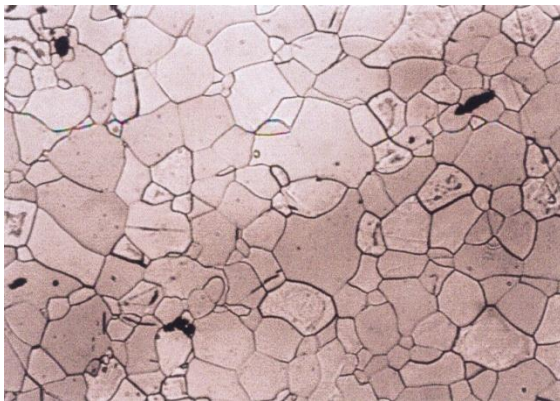
Elektronový mrak –
kovová vazba

**Kovová vazba vytváří velmi
pevnou soudržnost kovových
iontů a tím PEVNOST KOVU.**

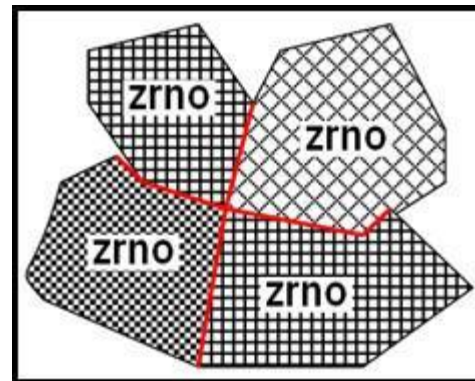
Struktura kovů



růst krystalů z taveniny kovu

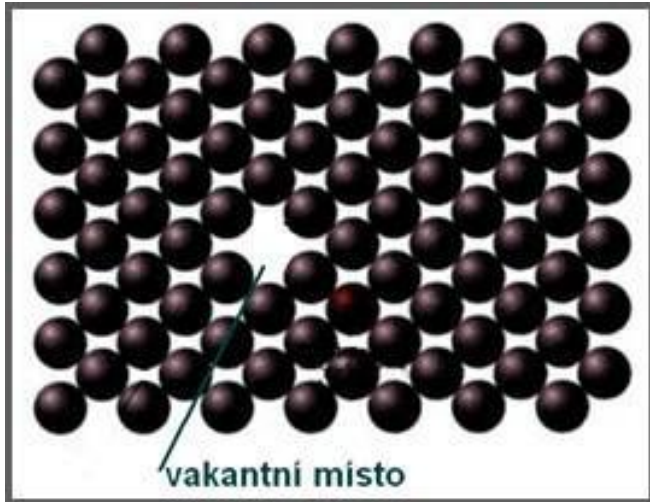


feritická struktura - nízkouhlíkové svářkové železo



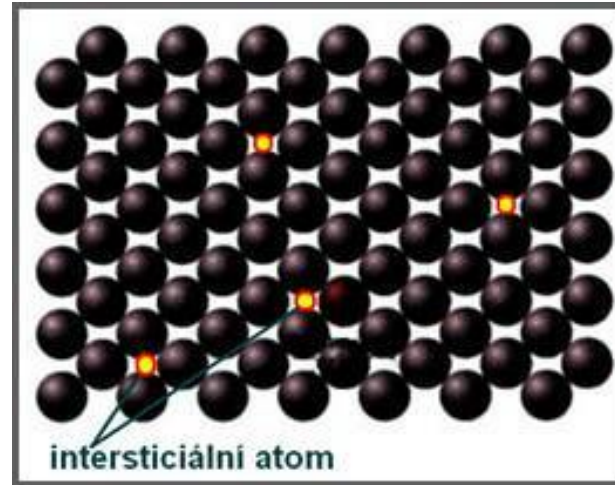
různá orientace
krystalických
mřížek v
polykrystalické
látce

Mikrostruktura kovů – poruchy mřížky

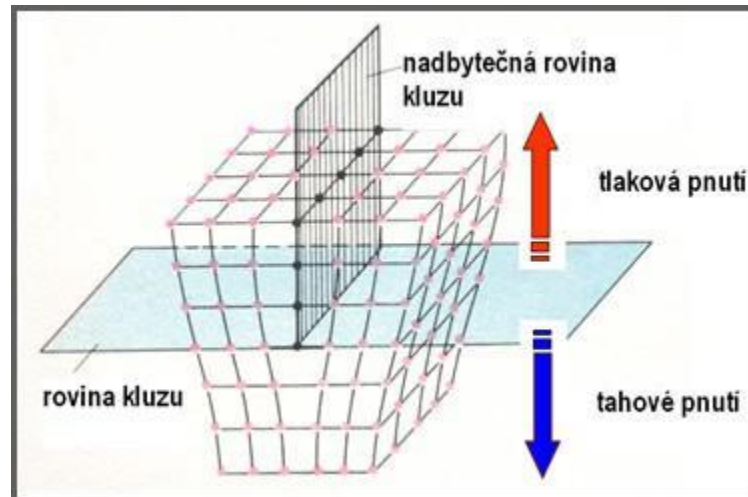


***Bodová porucha -
vakance***

Vady ve struktuře kovů způsobují deformace v krystalové mřížce



***Bodová porucha –
interstice
(intersticiální
atom)***



Čarová porucha - dislokace

Slitiny kovů

- **Slitiny kovů** jsou soustavy tvořené základním kovem (označ. A) a přidanými prvky (označ. B, C, D apod.). Cílem je dosáhnout požadované kombinace vlastností (např. tvárnost, kujnost / pevnost, tvrdost):
 - Kombinace dvou kovů (popř. dalších složek): Cu + Sn (bronz), Cu + Zn (mosaz), Sn + Pb (pájka)
 - Kombinace kovu a nekovového prvku: Fe + C (ocel, litina), (+ Cr, Ni) nerez ocel
 - Kov + rtuť: amalgám (amalgám zlata, stříbra)
- **Fázové změny** ve slitinách kovů popisují rovnovážné diagramy slitin kovů (přechod látek ze stavu kapalného – likvidu do stavu pevného-solidu; tuhnutí probíhá v různých fázích)

Klasifikace fází v kovových soustavách

- **Tuhé roztoky** – krystalická fáze, tvořená dvěma nebo více složkami, s jednou krystalovou mřížkou; jedna složka si ponechává svou krystalovou stavbu a atomy druhé složky se v ní rozpouštějí – substituční nebo intersticiální tuhé roztoky
- **Intermediální fáze** – vznikají při překročení vzájemné rozpustnosti základového kovu a legujícího prvku, mají povahu chemických sloučenin (označ. A_xB_y); pokud prvek B je kov = **intermetalika**; mají odlišné fyz. a mechan. vlastnosti, např. ZnS, karbidy, nitridy, boridy,

Slitiny kovů - jednofázové

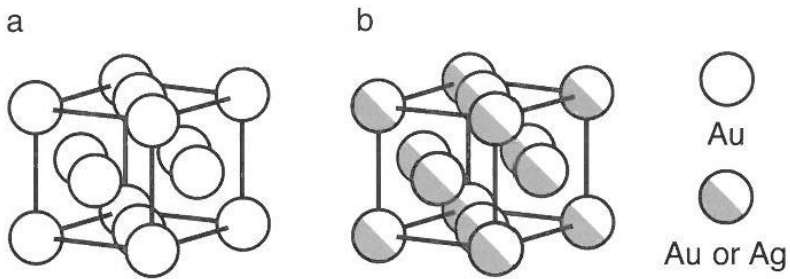
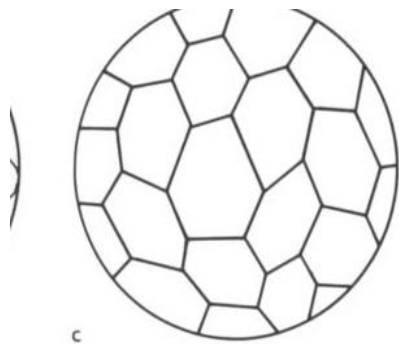
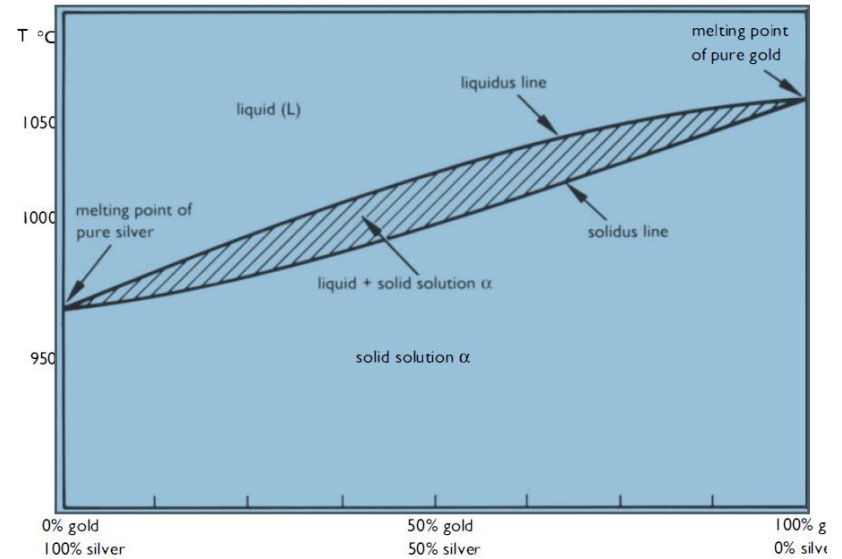
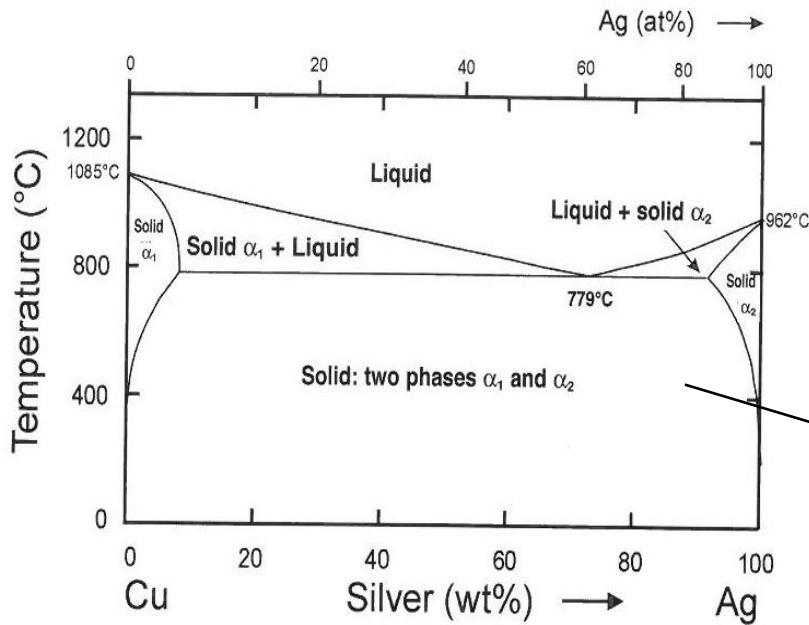


Figure 1.1. Unit cell for a face-centred cubic structure.
(a) The position of atoms in the unit cell of pure gold.
(b) Gold and silver atoms randomly occupy positions in the unit cell of gold-silver alloys. Adapted from Selwyn (2000).

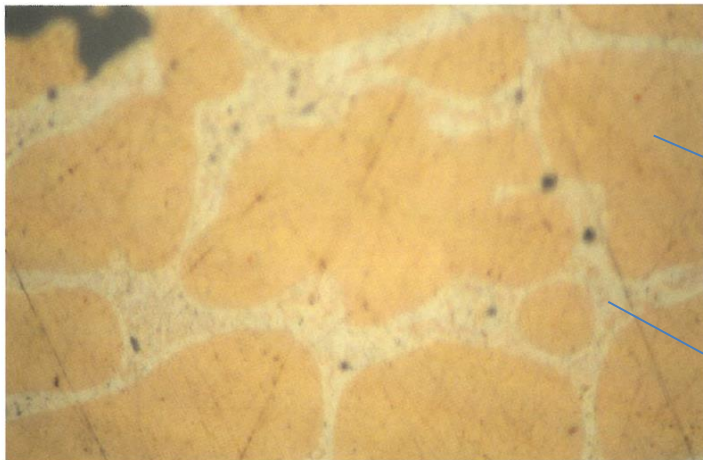
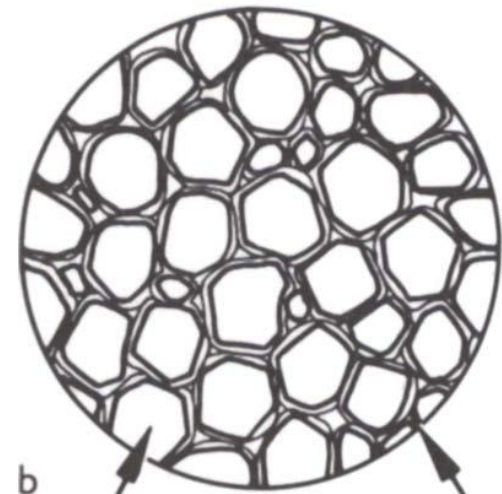


c

Slitiny kovů - vícefázové



Rovnovážný fázový diagram Cu-Ag



α_1 – tuhý roztok bohatý na Cu

α_2 – tuhý roztok bohatý na Ag

Slitiny kovů – uspořádané tuhé roztoky intermediální fáze

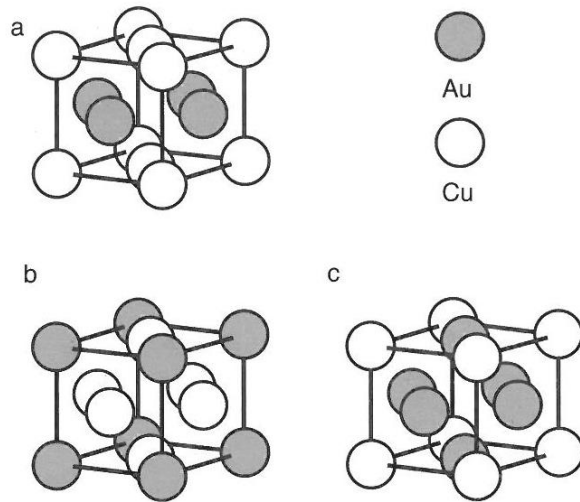
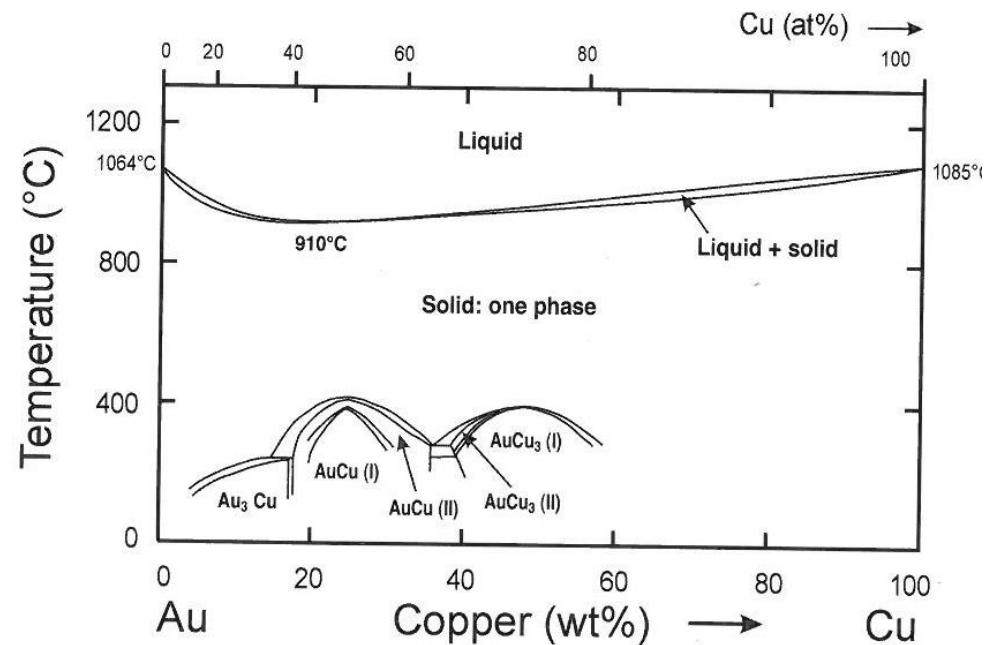
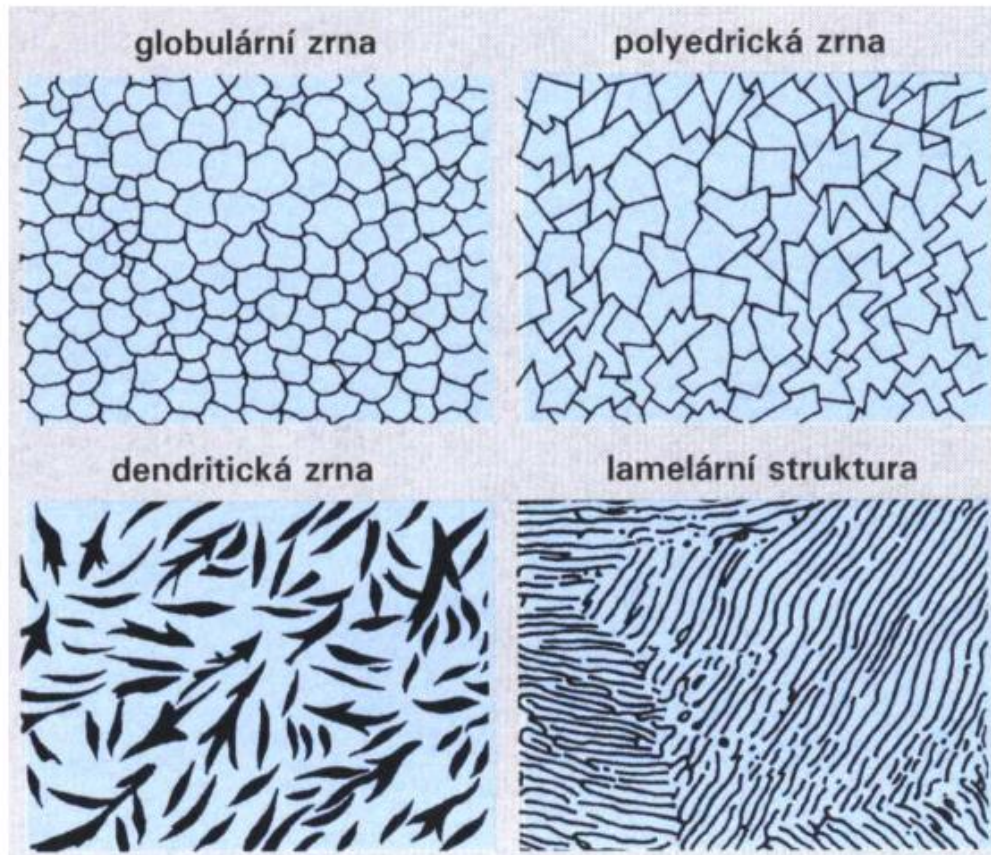


Figure 1.6. Three examples of ordered unit cells with face-centred cubic structure in gold–copper alloys:
 (a) ordered AuCu, (b) ordered AuCu₃, and
 (c) ordered Au₃Cu. Adapted from Wells (1984).



Tvar zrn

Různé kovy a různé typy krystalové mřížky kovu tvoří typický tvar zrn



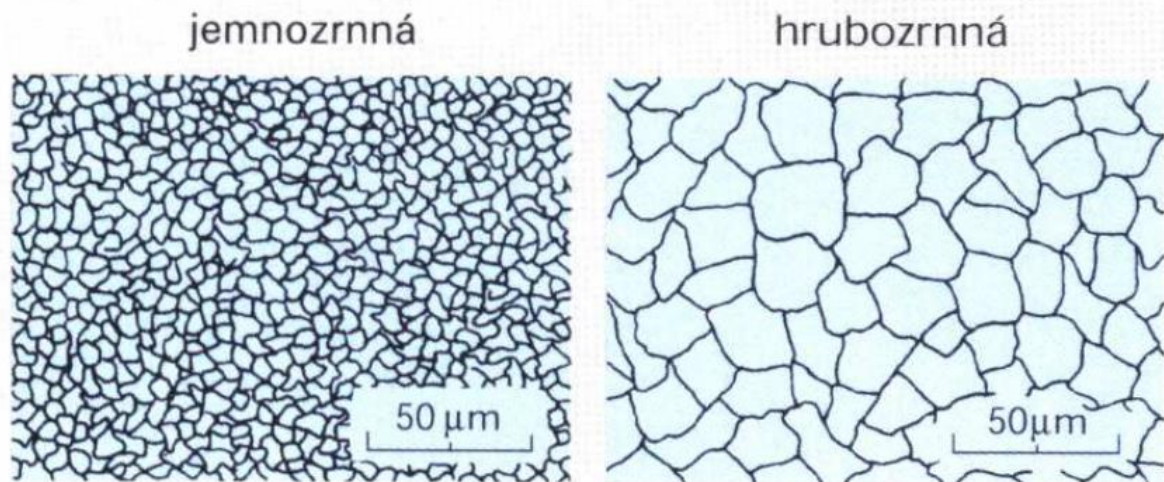
Velikost zrn

Kovy mají zrna o velikosti od 1 μm až do 100 μm

Materiál s jemnozrnnou strukturou má vyšší pevnost a lepší tažnost oproti materiálu s hrubozrnnou strukturou.

Požadované velikosti zrna lze dosáhnout:

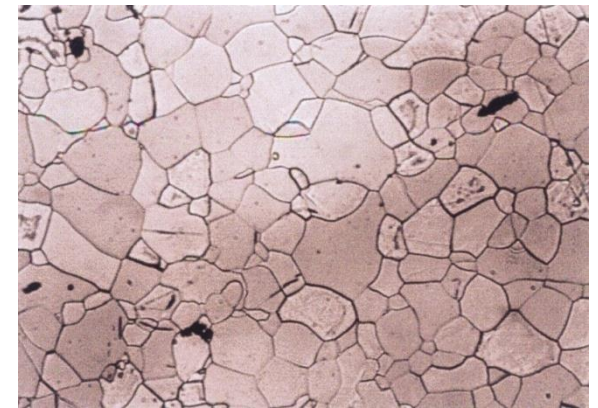
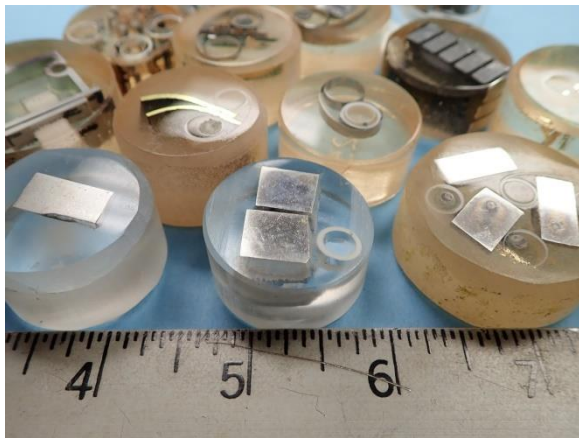
- Tepelným zpracováním (např. žíháním)
- Tvářením za tepla (válcováním)
- Legováním (např. manganem v oceli)



Studium mikrostruktury kovům metalografie

Ze zkoumaného materiálu oddělen vzorek :

- Zalit do pryskyřice
- Na jedné straně vybroušena plocha a následně vyleštěna.
- Vyleštěná plocha naleptána vhodným přípravkem => získaný výbrus posuzován metalografickým mikroskopem



Struktura šedé litiny

Struktura nízkouhlíkového železa

Průzkum

- **Meč románský, bez pochvy, počátek 12. století, Z 184**



celková délka 1030 mm,
délka čepel 945 mm,
délka záštity 245 mm



Průzkum: RTG

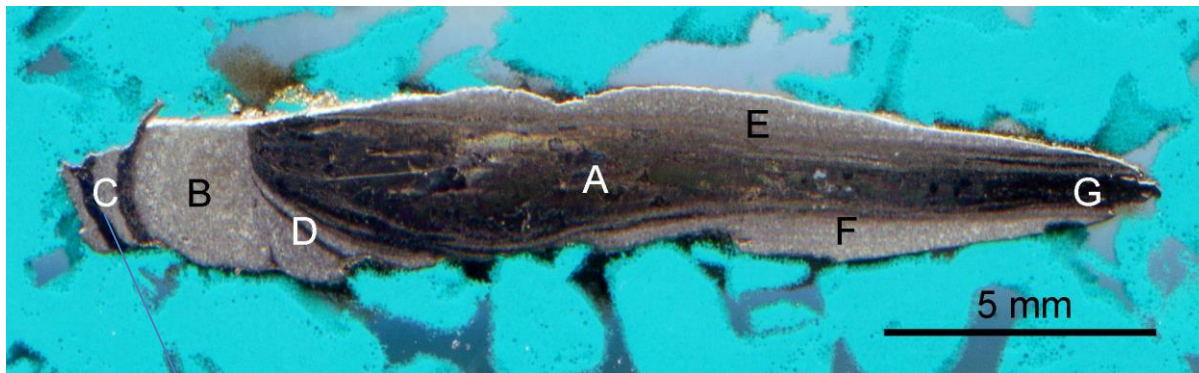
- Meč románský, bez pochvy, počátek 12. století, Z 184



Damascenský vzor ve středové části čepel

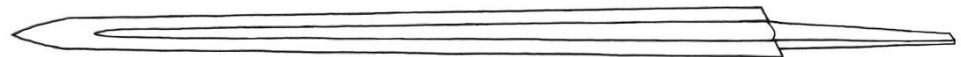
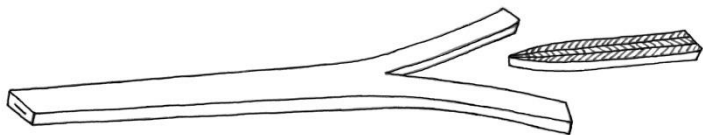
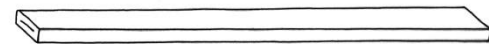
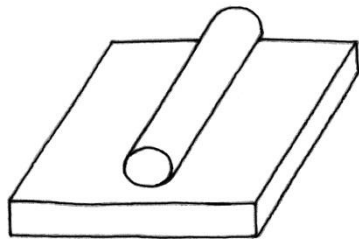
Průzkum: metalografie

- Meč románský, bez pochvy, počátek 12. století, Z 184



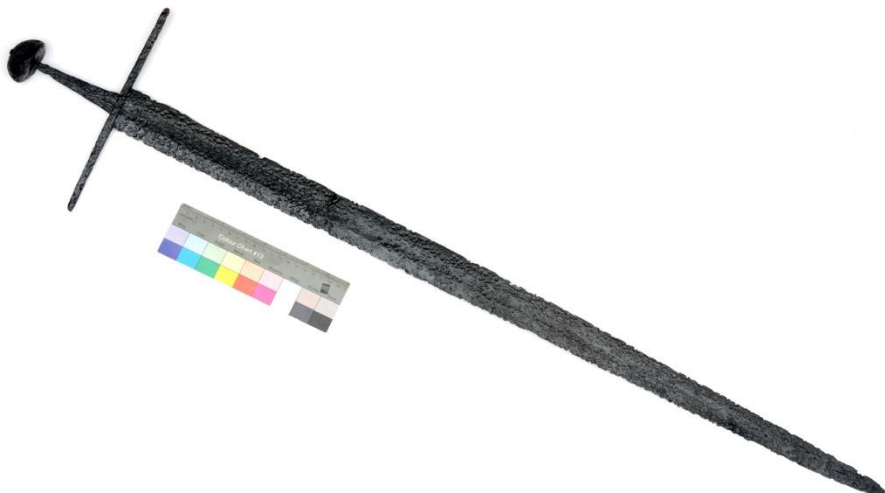
Průzkum: rekonstrukce technologie

- Meč románský, bez pochvy, počátek 12. století, Z 184



Konzervování-restaurování

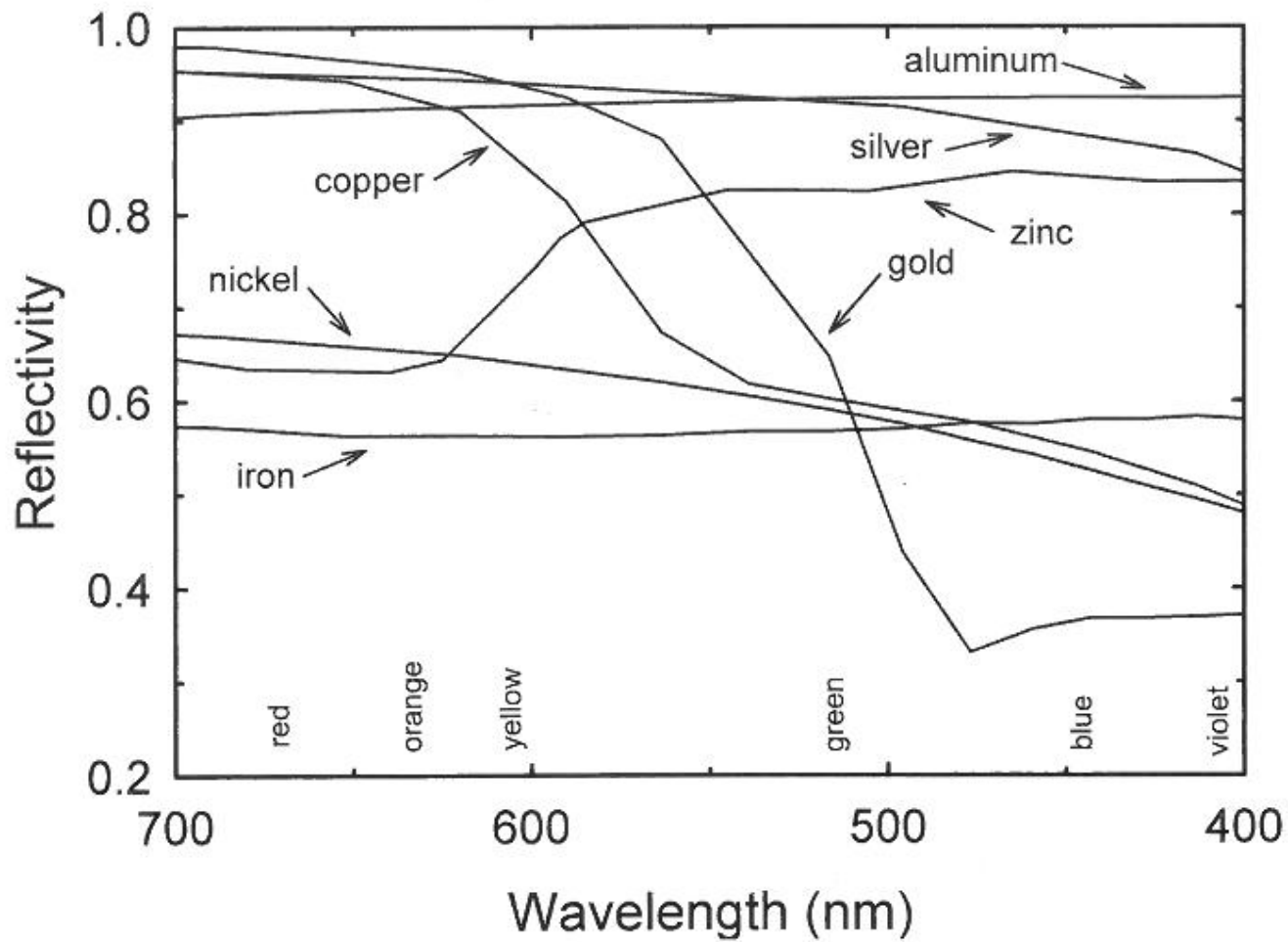
- Meč románský, bez pochvy, počátek 12. století, Z 184



Identifikace kovů

- Barva kovů
- Barva korozních produktů
- Magnetické vlastnosti (Fe, Ni, korozní produkty)
- Hustota
- Chemické kapkové testy (chemical spot tests)
- Analytické metody identifikace (XRF, SEM-EDS, XRD, metalografie a další)
- Výrobní techniky (tváření/odlévání, obrábění, spojování, povrchová úprava) → značení, výrobní značky, puncy, ČSN ...

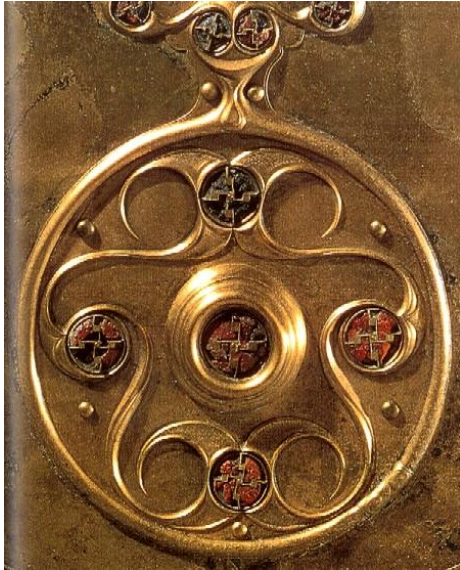
Barva kovů



Barva korozních produktů

- Al: bez barvy nebo bílá
- Cu: Cu(I) - červeno černá, bez barvy; Cu(II) - zelená, modrá (žlutá)
- Zlato: bez barvy
- Železo: Fe(I,II) – černá; Fe(III) – červená, oranžová
- Olovo: bílá, červená, žlutá
- Nikl: zelená (žlutá)
- Stříbro: černá, bílá
- Cín: černá, bílá
- Zinek: bez barvy, bílá

Barva korozních produktů kovů



Cu-Sn – bez korozních produktů



Cu-Sn,
ušlechtilá
patina



Cu-Sn, divoká
patina – aktivní
koroze



Fe – aktivní koroze

Fe-litina, stabilní
patina



Au – bez koroze

TABLE 1.5. TYPICAL COLOURS OF CORROSION PRODUCTS

Metal	Typical colours of corrosion products	Comments
aluminum	colourless or white	<ul style="list-style-type: none"> • can be difficult to identify by X-ray diffraction
copper	Cu(I): red, black, colourless Cu(II): green, blue	<ul style="list-style-type: none"> • wide variety of beautiful shades • active corrosion is light green • copper iron sulphides can be gold coloured
gold	—	<ul style="list-style-type: none"> • corrosion products usually associated with other alloying elements (e.g. copper, silver)
iron	Fe(II,III): black Fe(III): red, yellow, orange	<ul style="list-style-type: none"> • rapid rusting forms an orange rust • iron sulphides can be gold coloured
lead	white, red, yellow	<ul style="list-style-type: none"> • active corrosion is white
nickel	green	<ul style="list-style-type: none"> • rare because nickel is corrosion-resistant
silver	black, white	<ul style="list-style-type: none"> • white silver compounds may darken when exposed to light • thin tarnish can have interference colours
tin	black, white	<ul style="list-style-type: none"> • tin sulphides can be gold coloured
zinc	colourless or white	<ul style="list-style-type: none"> • metallic zinc dust is dark blue-gray

Aktivní korze: čerstvé/nové korozní produkty, zpráškovatěné, odpadávající od povrchu (např. chloridová korze železa, nemoc bronzu, koroze olova)

Spot - test

RYCHLÝ DOKAZ Ag

Princip:

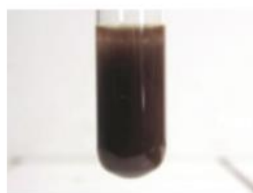
S dichromanem draselným tvoří stříbrné ionty hnědočervenou sraženinu dichromanu stříbrného.

Postup:

1. Vybere se vhodný způsob odebrání vzorku za pomoci konc. HNO_3 . Při odebrání a rozpuštění vzorku ve zkumavce zředíme po reakci kyselinu destilovanou vodou do získání čirého roztoku.



2. Na odebraný vzorek se přikápně 3% roztok dichromanu draselného.



3. Při pozitivní reakci na Ag^+ vzniká výrazná hnědočervená sraženina.



Stříbro / Ag

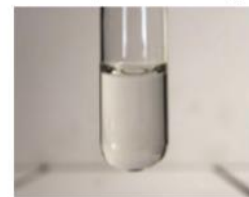
PŘÍMÝ DOKAZ Ag

Princip:

Stříbrné halogenidy se vlivem světla rozkládají na kovové stříbro.

Postup:

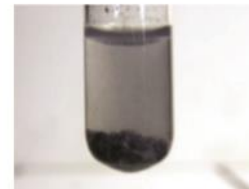
1. Vybere se vhodný způsob odebrání vzorku za pomoci konc. HNO_3 .



2. Do roztoku vzorku se přidá pár kapek 5% roztoku KCl, při pozitivní reakci na Ag^+ vzniká bílá sraženina AgCl , která je rozpustná v amoniaku.

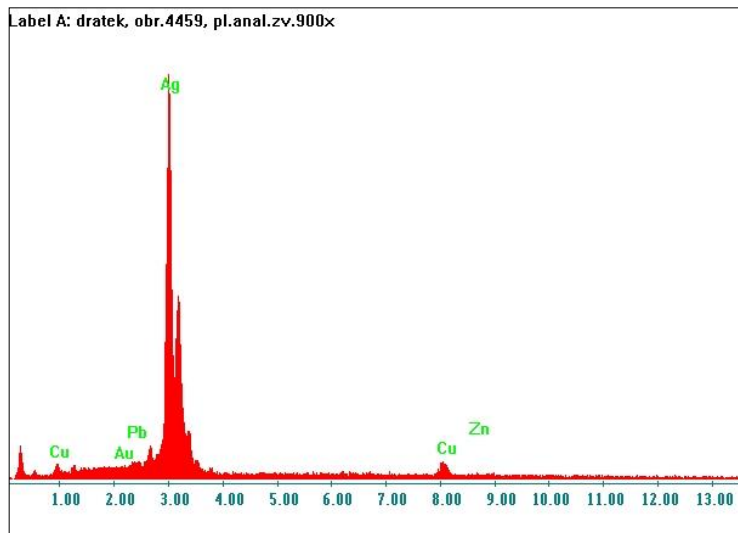


3. Vzniklá sraženina se při vystavení intenzivnímu světlu s podílem UV rozkládá a tmavne vylučovaným elementárním stříbrem.



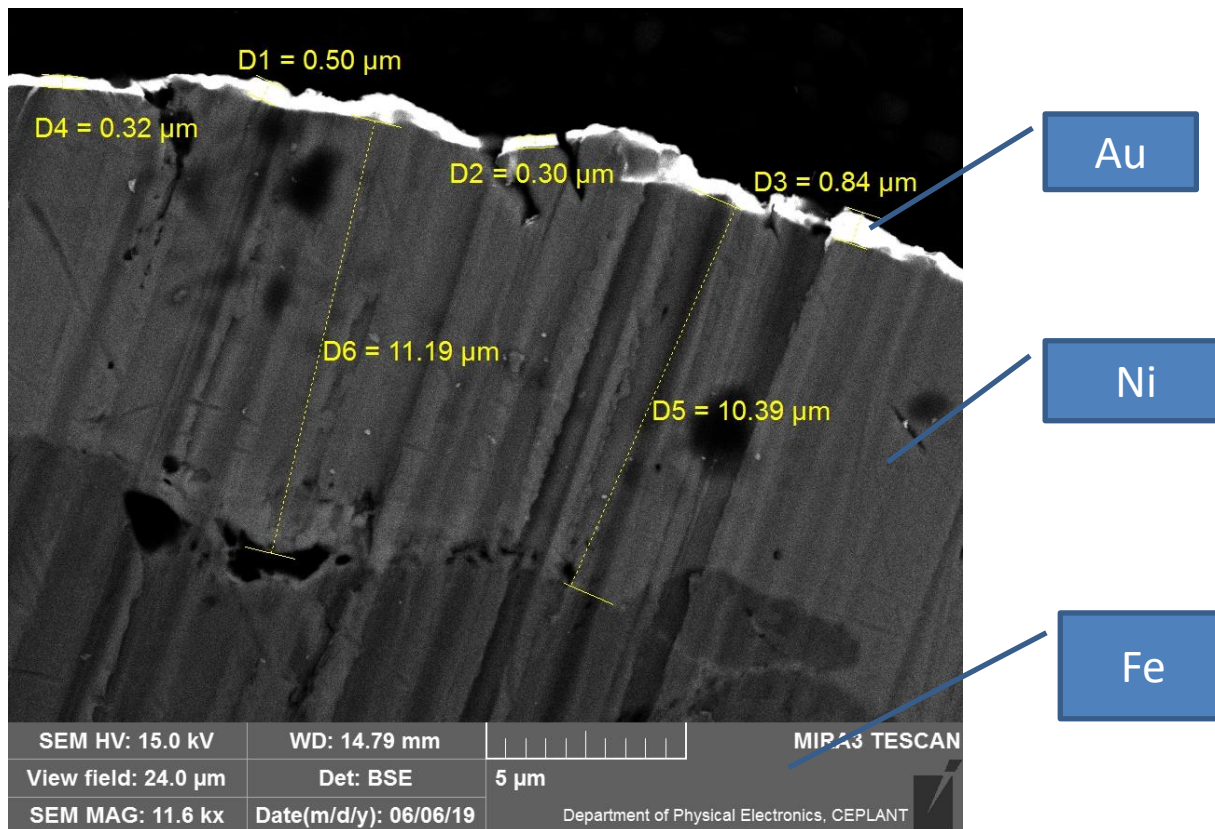
Instrumentální metody analýzy

- Elementární analýzy – chemické složení prvků (XRF, SEM-EDS,...)



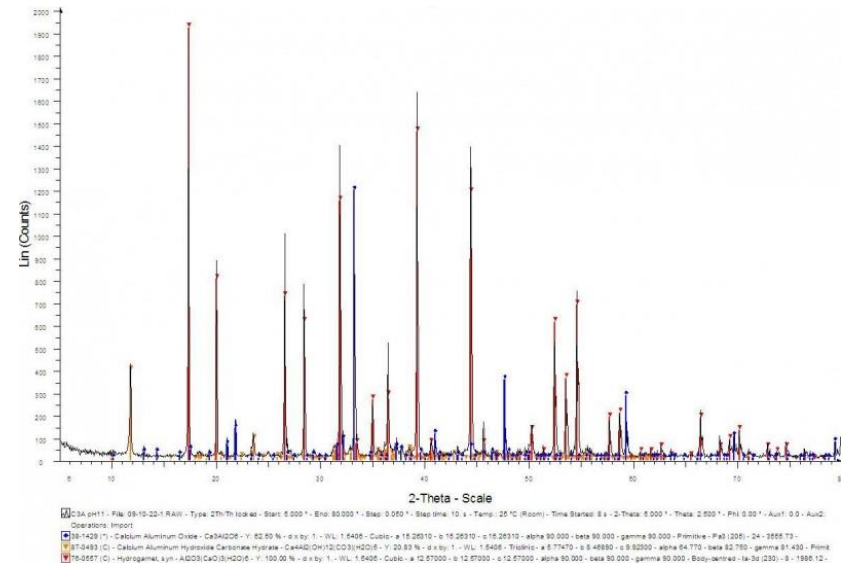
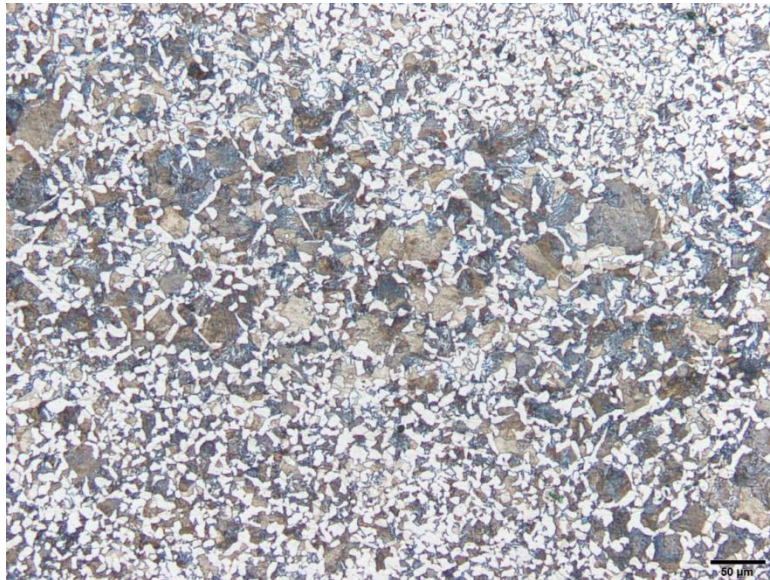
Element	Wt [%]
Ag	89,18
Cu	7,51
Pb	1,27
Zn	1,45
Au	0,59

Analýza galvanického zlacení na železné desce metodou SEM-EDS



Instrumentální metody analýzy

- Strukturní – fázová analýza (metalografie, RTG difrakce)



Hustota kovů (g.cm-3)

(hmotnost na vzduchu) x (hustota kapaliny)

Hustota předmětu = $\frac{\text{(hmotnost na vzduchu)} \times \text{(hustota kapaliny)}}{\text{(hmot. na vzduchu)} - \text{(hmot. v kapalině)}}$

Metal	Density at 20°C (g cm ⁻³)
aluminum	2.70
copper	8.96
gold	19.3
iron	7.87
lead	11.35
nickel	8.90
silver	10.5
tin	7.31
zinc	7.13

Voda – 0,998 g/cm³

Ethanol – 0,789 g/cm³

Magnetické vlastnosti

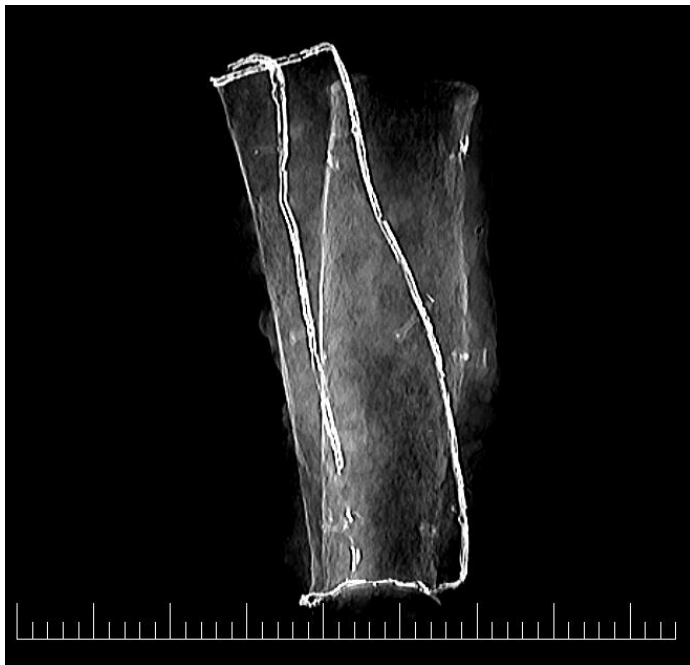
- Fe, Ni, Co – silně magnetické kovy

(některé slitiny těchto kovů mohou magnetické vlastnosti ztrácet např. 34Cu-66Ni (Monelův kov) zahřátím na vyšší teplotu)

Korozní produkty železe jsou nemagnetické, kromě magnetitu Fe_2O_3

Většina neželezných kovů (kromě Ni, Co) jsou nemagnetickými

Tomografie



římské náholenice



Literatura - metalografie

- Orbis pictus 21. století, Metalografie- vnitřní stavba kovů a slitin webové stránky: slideplayer.cz/slide/3320440/
- Selwyn L.: Metals and Corrosion, A Handbook for the Conservation Professional, Canadian Conservation Institute, 2004, str. 5 – 10.
- Konzervování a restaurování kovů, Ochrana předmětů kulturního dědictví z kovů a jejich slitin, Technické muzeum v Brně, 2011, str. 104 – 117.