

Koroze kovů

✓ Ing. Alena Selucká

Nejčastější druhy poškození

- Mechanické poškození
 - poškrábání
 - deformace
- Fyzikálně - chemické poškození
 - Koroze: chemická a elektrochemická

Koroze kovů

- **Elektrochemická koroze**

- **Oxidace (anoda)**



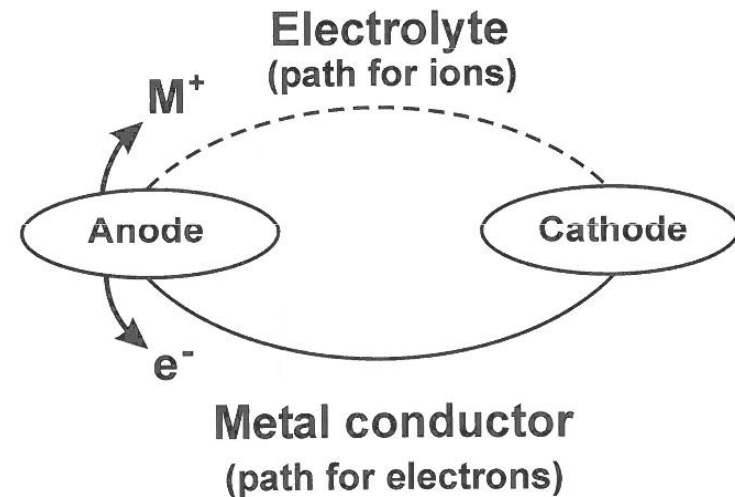
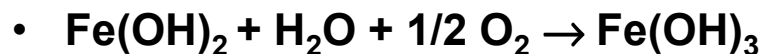
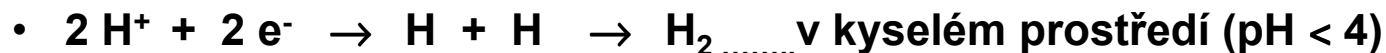
- **Redukce (katoda)**



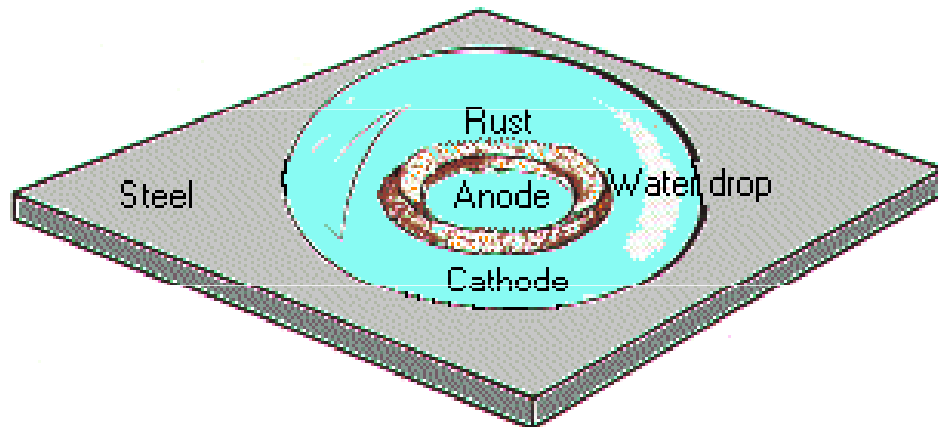
- Redukcí kyslíku**



- Vylučováním vodíku**



Koroze železa



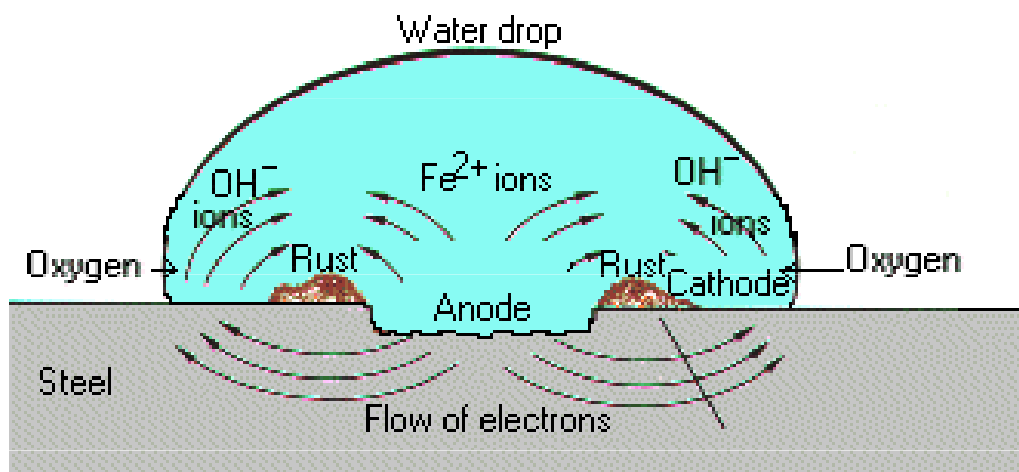
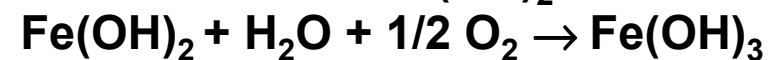
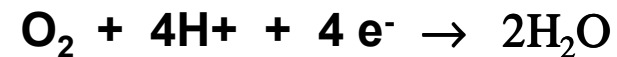
Oxidace

Redukce

v neutrálním prostředí (při kontaktu se vzdušnou atmosférou)



v kyselém prostředí



Koroze železa

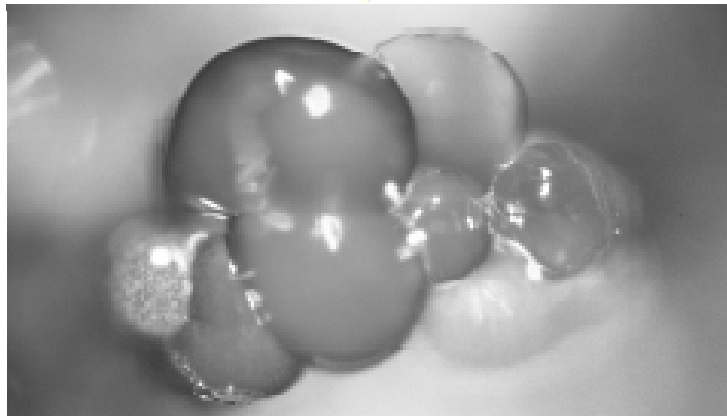


Aktivní koroze

-



chloridová koroze železa

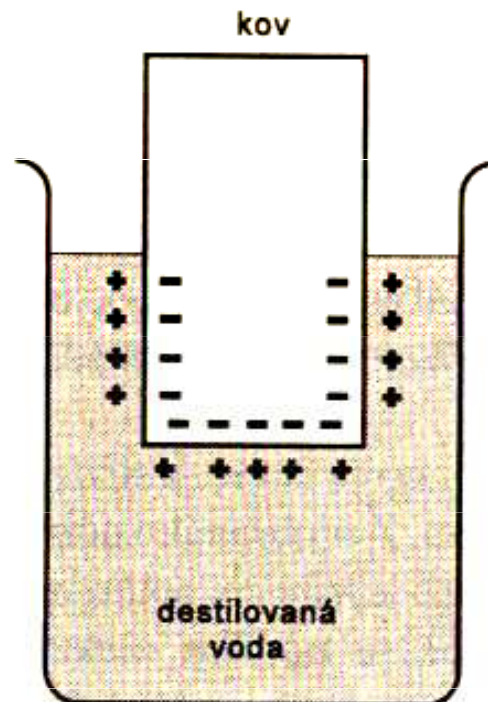


Zdroj: CCI Note 9/1



Standardní rovnovážné potenciály kovů

⇐ Záporný potenciál ⇐											0	⇒ Kladný potenciál ⇒					
▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	
K	Ca	Na	Mg	Al	Mn	Zn	Fe	Cd	Ni	Sn	Pb	H	Bi	Cu	Hg	Ag	Au



E^0 - standardní elektrodový potenciál, na který se elektroda nabije při 25 °C, je li ponořena do roztoku své soli o jednotkové koncentraci

Nernstova rovnice

- Vliv teploty, koncentrace a změny oxidačního čísla na standardní elektrodový potenciál

$$E = E^\circ + \frac{RT}{z \cdot F} \ln c$$

E potenciál při teplotě T a koncentraci c

E° ... standardní elektrodový potenciál (číselné hodnoty ve voltech V jsou v úvodní tabulce)

$R = 8,314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$... univerzální plynová konstanta

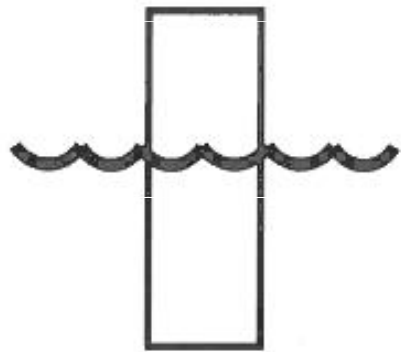
T ... teplota (K)

c ... koncentrace elektrolytu (mol/l)

z ... změna oxidačního čísla mezi elektrodou a jejím kationtem

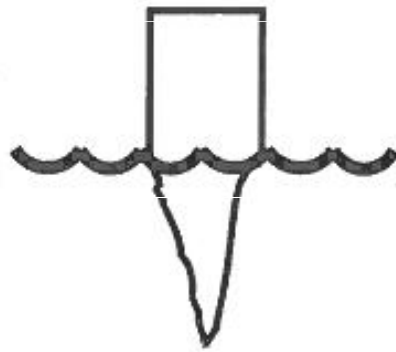
$F = 9,65 \cdot 10^4 \text{ C/mol}$... Faradayova konstanta

Chování kovů v elektrolytu



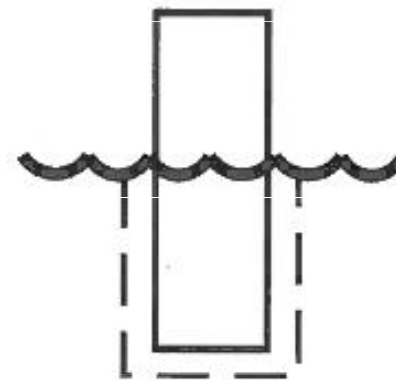
Immune

Au, Pt



Active

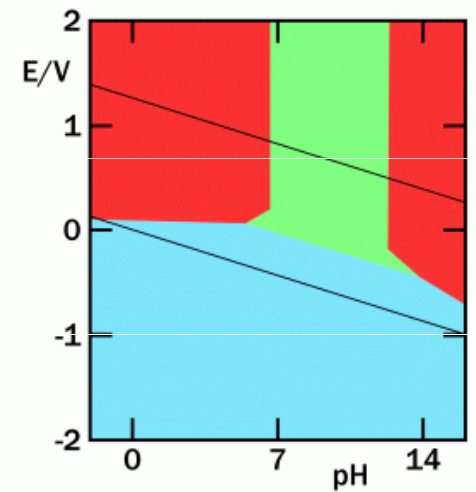
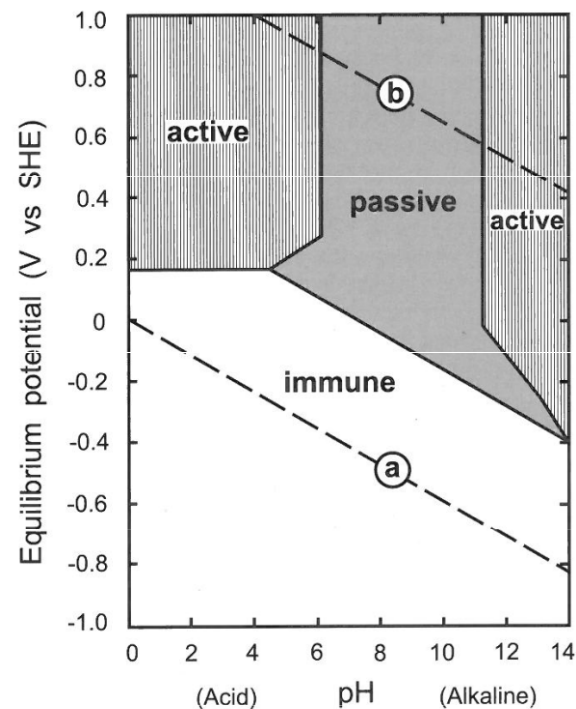
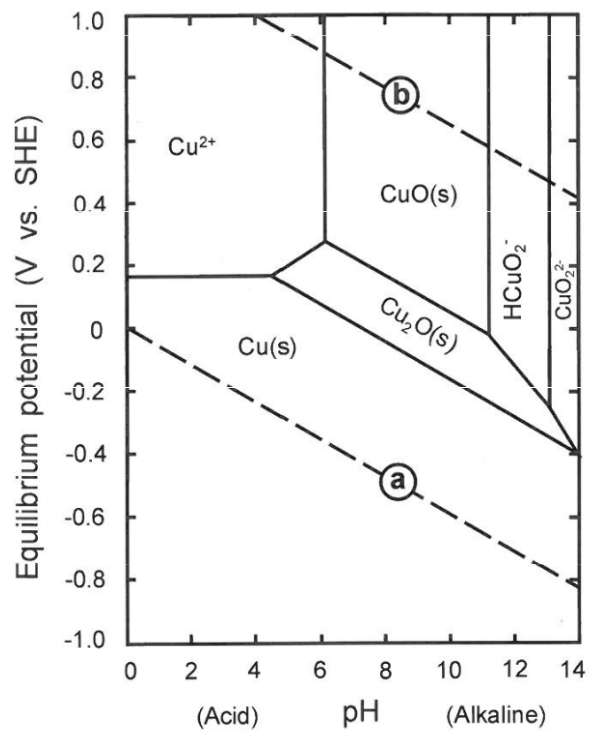
Fe, Cu, ...



Passive

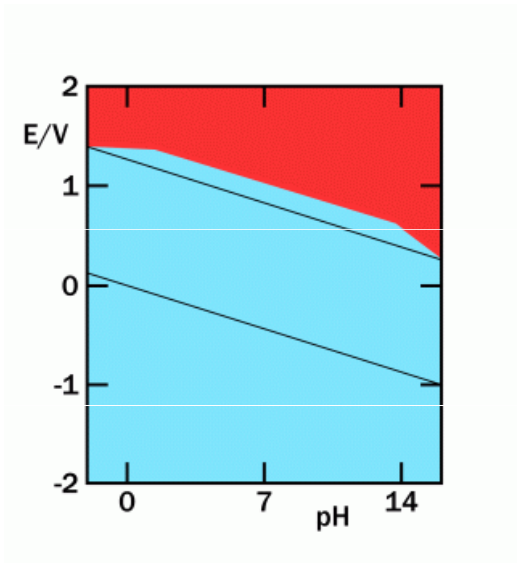
Zn

Diagramy stability kovů potenciál – pH (Pourbaix)

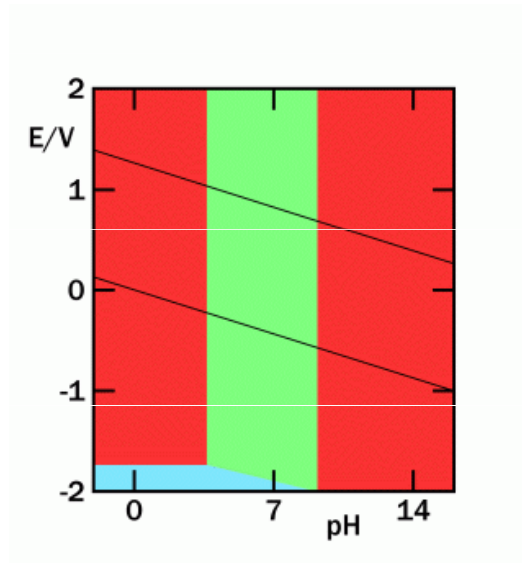


Cu

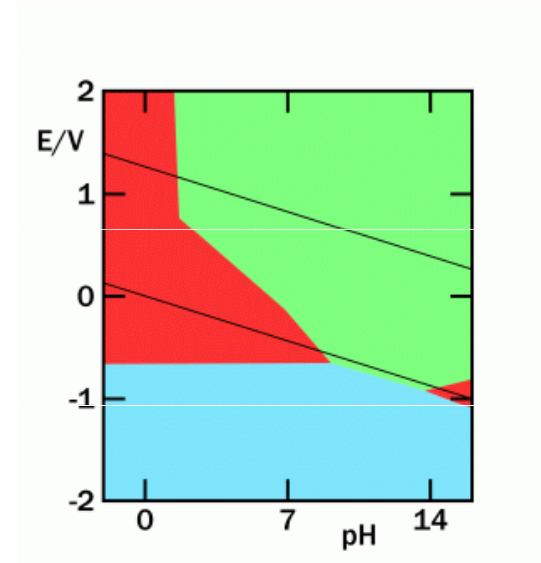
Diagramy stability kovů potenciál – pH (Pourbaix)



Au



Al



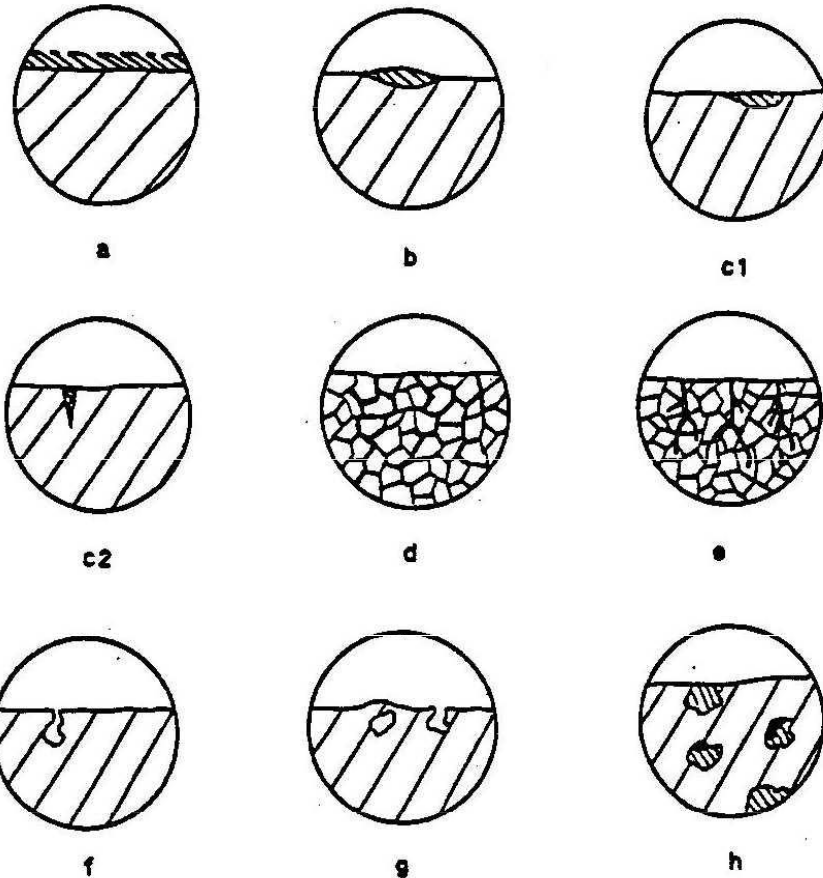
Fe

Zdroj: P. Novák: Koroze kovů, VŠCHT

Koroze kovů - druhy

- Podle rozsahu poškození – plošná a místní koroze
- Podle mechanismu vzniku – v důsledku makročlanků, štěrbinová a bodová, mezikrystalová a selektivní, praskání vyvolané prostředím, erozní, poškození vodíkem.
- Podle charakteru prostředí – atmosférická, ve vodě, půdní, beton.

Koroze kovů - druhy



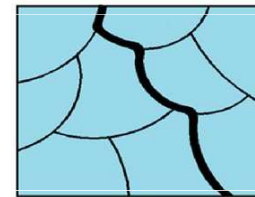
Základní druhy korozního napadení

- | | |
|----------------|---------------------|
| a - rovnoměrné | d - mezikrystalové |
| b - skvrnité | e - transkrystalové |
| c1 - důlkové | f - podpovrchové |
| c2 - bodové | g - puchýřkové |
| | h - selektivní |

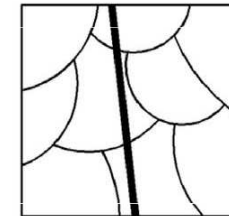


Druhy koroze podle napadení povrchu

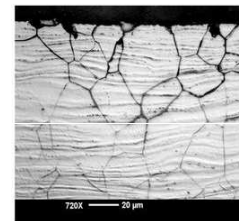
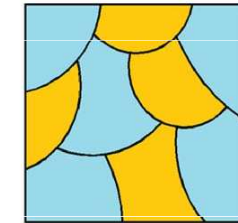
mezikrystalická



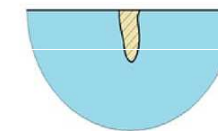
transkrystalická



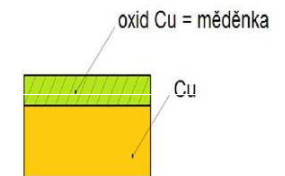
selektivní



důlková koroze

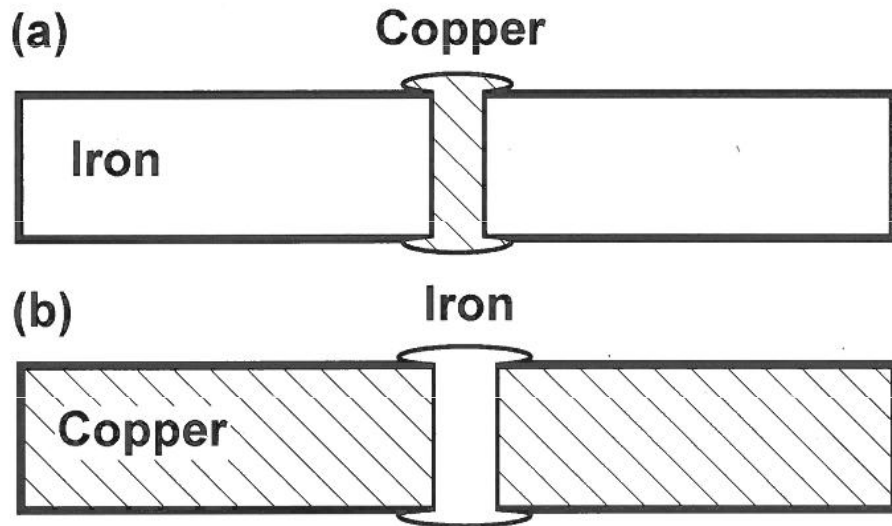


rovnoměrná koroze



<https://slideplayer.cz/slide/15385433/>

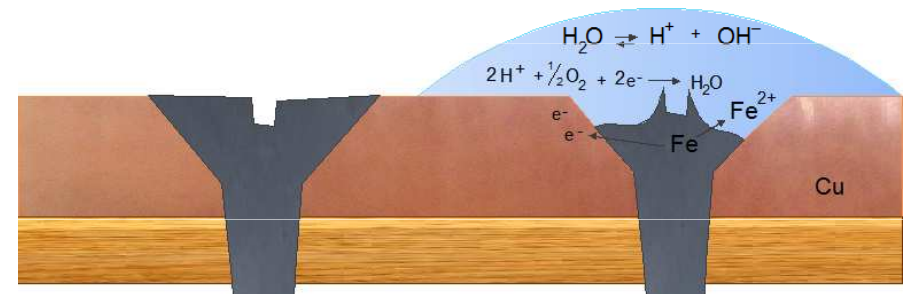
Galvanická koroze



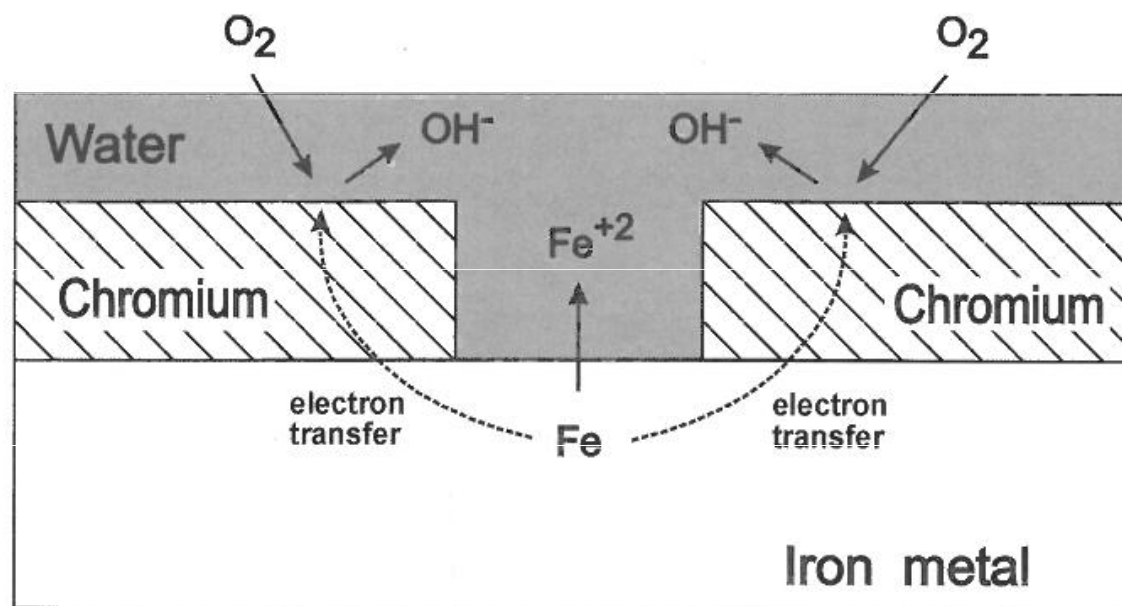
Zkorodované železné šrouby na bronzovém pomníku Jana Žižky - <http://www.houska.cz/srouby-na-spojich>

Korozi ovlivňuje poměr ploch anody a katody:

- Velká anoda/malá katoda – slabá koroze
- Malá anoda/velká katoda – značná koroze anodické části (železný nýt)



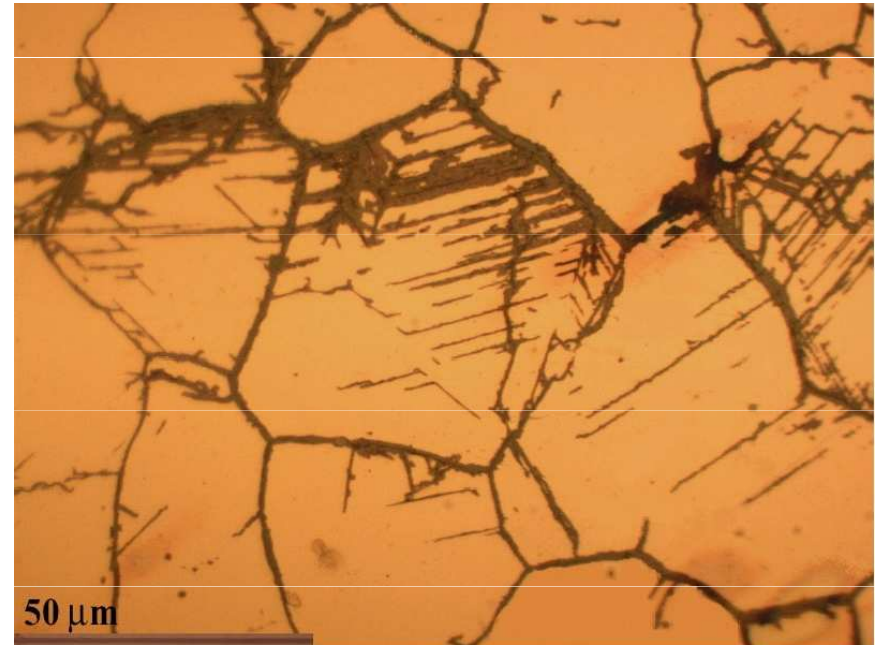
Galvanická koroze - pokovení



Chromování železa



Mezikrystalová koroze



Příčiny koroze

- voda, kyslík
- Cl^- (NaCl, KCl)
- organické kyseliny (uvolňované během degradace organických materiálů)
- anorganické kyseliny (HCl , H_2SO_4 , HNO_3)
- lidský pot
- H_2S , COS
- prach
- vzájemný kontakt různých kovů

Ochrana proti korozi

- Snížení relativní vlhkosti vzduchu (optimálně pod 60 % i méně)
- Udržovat stabilní teplotu cca 10 – 25 °C, zabránit poklesu teploty pod 0 °C
- Odstraňovat stimulatory koroze (chloridové soli, oxid siřičitý, ozón, oxidy dusíku, těkavé organické látky) – filtrací vzduchu, umístěním aktivního uhlí do vitrín nebo jiných chemisorpčních médií
- Používat vždy ochranné rukavice (zabránit kontaktu s lidským potem)
- Udržovat čistotu bez prachu
- Zabránit vzájemnému kontaktu kovů s různou ušlechtilostí

Doporučení pro uložení

- Stabilní klima:

$T = 15 - 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$

$RV = 45 - 55 \%$ (pro kovy s org. materiály)

$RV = 30 - 40 \%$ (pro samostatné kovy)

$RV \leq 20 \%$ (pro Fe nálezy s aktivní chloridovou korozí)

- Intenzita osvětlení do 300 lx

- UV pod $75 \mu\text{W}/\text{lm}$

Rizikové faktory

Kov	Rizikové faktory	Poškození
zlato	rtuť, kyanidy	usnadnění rozpouštění
stříbro	sirovodík, sírany, chloridy, lidský pot	černání, koroze
měď a její slitiny	zvýšená vlhkost, oxid siřičitý, oxid uhličitý, ozón, chloridy, sirovodík, čpavek, organické kyseliny, lidský pot	koroze, důlková koroze, tvorba neušlechtilé patiny
železo	zvýšená vlhkost, oxid siřičitý, sírany, chloridy, lidský pot	koroze, důlková koroze
cín	zvýšená vlhkost, organické kyseliny a aldehydy, lidský pot, dlouhodobě nízká teplota	koroze, rozpad krystalické struktury (cínový mor – je následkem dlouhodobě nízké teploty)
zinek, olovo	zvýšená vlhkost, oxid uhličitý, sirovodík, organické kyseliny a aldehydy, lidský pot	koroze
různé kovy kromě zlata	uskladnění různých kovů pohromadě ve vzájemném kontaktu	elektrochemicky urychlená koroze méně ušlechtilého kovu

Tab.: Preventivní péče o historické objekty a sbírky v nich uložené, Praha 2002

Literatura

- J. M. Cronyn: The Elements of Archaeological Conservation, New York & London, 1990
- Storage of Metals: CCI Notes 9/2, Canadian Conservation Institute, 1995
- Recognising of Active Corrosion, CCI Notes 9/1, Canadian Conservation Institute, 1997
- V. Ustohal: Kovy a slitiny, Moravské zemské muzeum, 1992
- Základy muzejní konzervace, Moravské zemské muzeum, 1989
- K. Taubel a kol.: Zlatnictví, stříbrnictví a klenotnictví, SNTL Praha, 1989
- Stabilizace železných archeologických nálezů, sborník z workshopu, 4.-5.11.2002, Brno.
- Preventivní péče o historické objekty a sbírky v nich uložené, Státní ústav památkové péče, Praha, 2002

Literatura

- BARTONÍČEK, R. a kol.: *Koroze a protikoroziční ochrana kovů*, Academia, ČSAV, Praha, 1966.
- ČERNÝ, M.: *Korozní vlastnosti kovových a konstrukčních materiálů*, SNTL, Praha, 1984.
- JOHNSON, J. H., KIEPURA, R. T., HUMPRIES, D. A. (eds.): *Corrosion*, ASM Handbook, Vol. 13, ASM International USA, 1992.
- SVOBODA, M.: *Protikoroziční ochrana kovů organickými povlaky*, SNTL, Praha, 1985.
- TÉTREAULT J.: *Airborne pollutants in museums, galleries, and archives*, Canadian Conservation Institute, 2003.