



Aktuální výsledky atmosférických a laboratorních zkoušek ocelí se zvýšenou odolností proti atmosférické korozi

Směrnice pro použití patinujících ocelí

K. Kreislová, L. Rozlívka, V. Křivý,
D. Knotková, M. Liška

Seminář 23.11.2010, VŠB- TU Ostrava

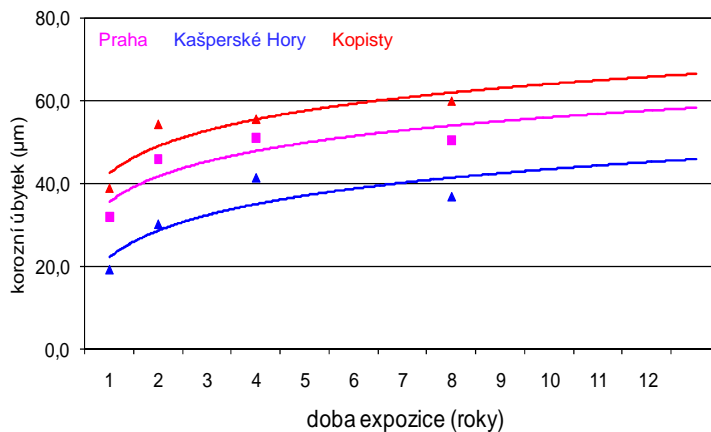
Patinují oceli - dlouhodobě relativně nízké korozní rychlosti
- základní korozní vlastnost – ochranná patina

Základní podmínky pro tvorbu ochranné patiny

- prostředí – střídání mokrých a suchých cyklů,
 - koncentrace SO_2 do $100 \mu\text{g.m}^{-3}$
- mikroklimatické vlivy zahrnující i vlivy provozní
- konstrukční uspořádání

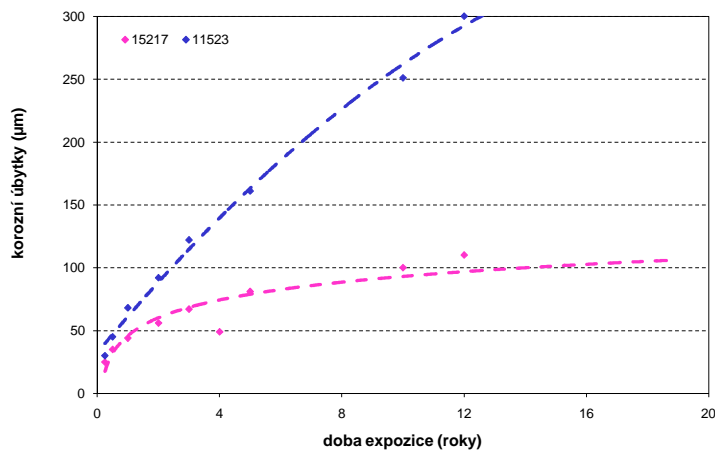
Seminář 23.11.2010, VŠB- TU Ostrava

Korozní rychlost patinující oceli – zkušební program 1986 -1995



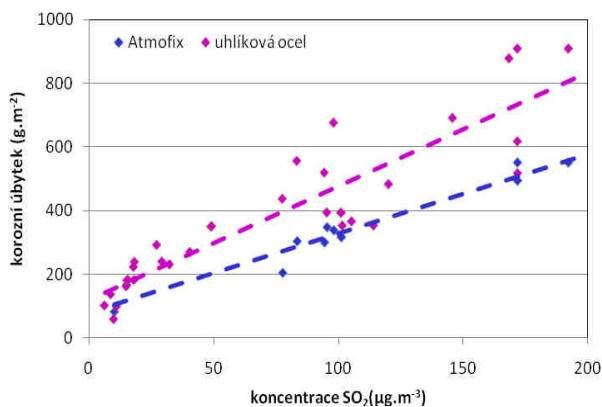
Seminář 23.11.2010, VŠB- TU Ostrava

Korozní rychlost patinující a uhlíkové oceli – zkušební programy 1970 -1995



Seminář 23.11.2010, VŠB- TU Ostrava

Závislost ročních korozních úbytků patinující oceli Atmofix a uhlíkové oceli na koncentraci SO₂ – expozice v ČR 1963-2009



Seminář 23.11.2010, VŠB- TU Ostrava

Atmosférické korozní zkoušky – typová i specifická prostředí

stanice SVÚOM

Praha – městské prostředí, SO₂, NO_x (47 μg.m⁻³)

Kopisty – průmyslové prostředí SO₂

Kašperské Hory – venkovské prostředí

Ostrava

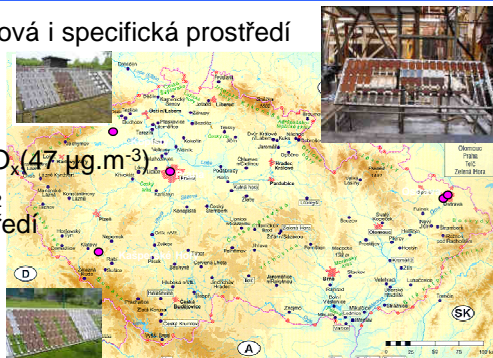
areál VŠB-TUO

– městské/průmyslové prostředí

koksovna – specificky průmyslově znečištěné prostředí

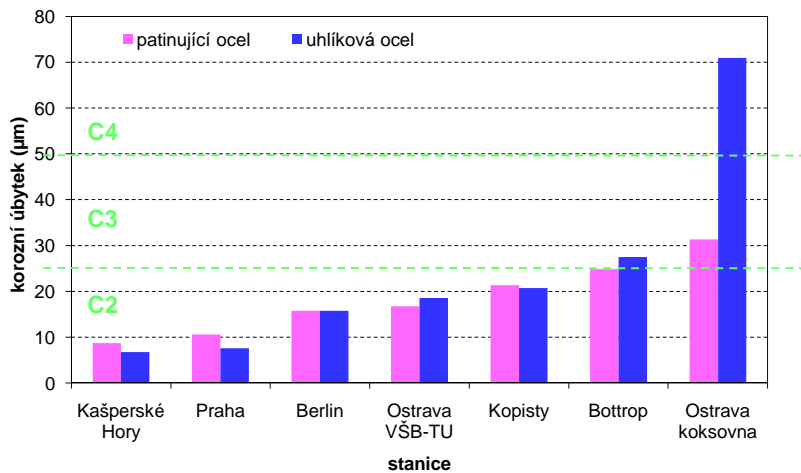
Berlin – městský okruh – velmi vysoké NO_x (59 μg.m⁻³)

Bottrop - průmyslové prostředí (expozice 1987-1995)



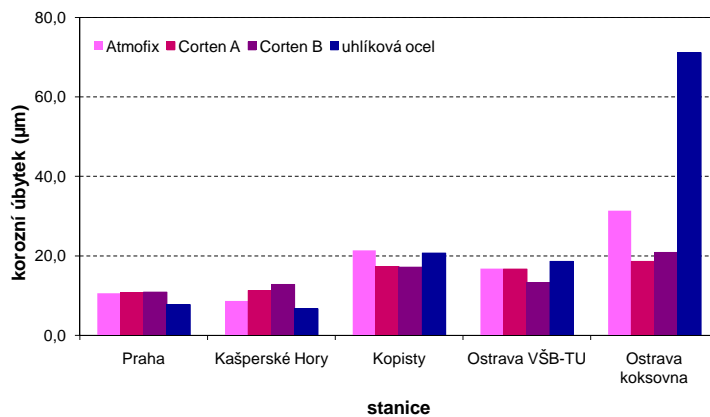
Seminář 23.11.2010, VŠB- TU Ostrava

Roční korozní úbytky 2008/2009



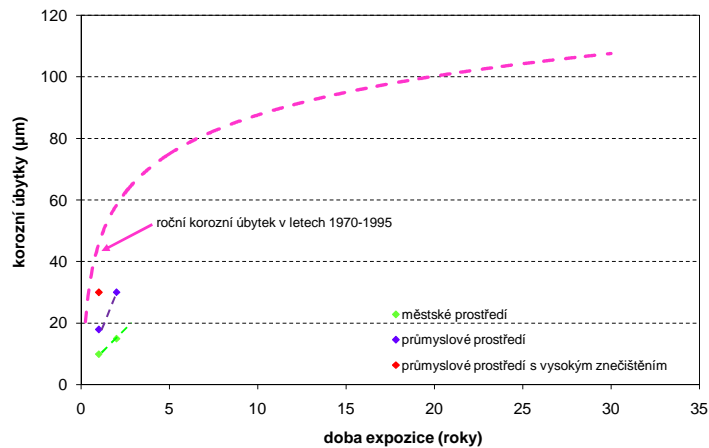
Seminář 23.11.2010, VŠB- TU Ostrava

Roční korozní úbytky 2009/2010



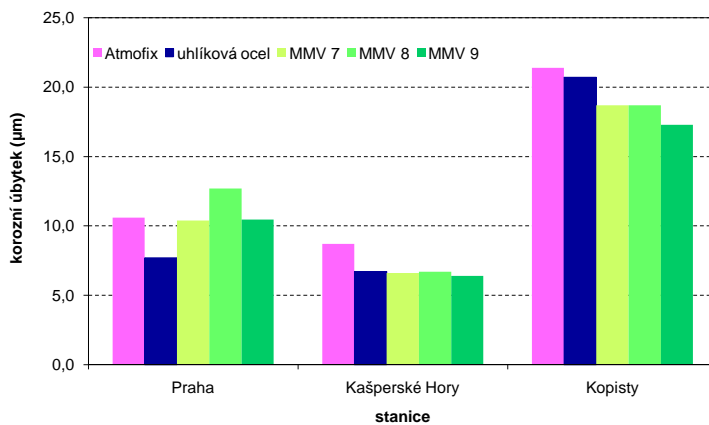
Seminář 23.11.2010, VŠB- TU Ostrava

Dlouhodobé korozní úbytky patinující oceli v ČR



Seminář 23.11.2010, VŠB- TU Ostrava

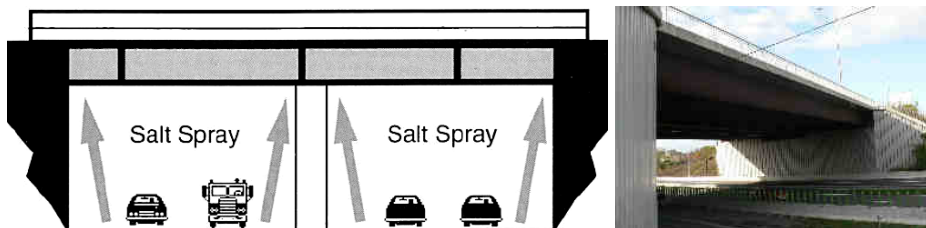
Roční korozní úbytky ocelí – 2009/2010 – vývojové typy patinujících ocelí



Seminář 23.11.2010, VŠB- TU Ostrava

Vliv chloridů na korozi patinující ocelí – v ČR posypové sole:

- zimní období – postřik aerosolu – množství chloridů až 3 g.m^{-2}
- ostatní období – sekundární prašnost v okolí vozovek – množství chloridů až 1 g.m^{-2} (volná atmosféra)
- zatékání vody s chloridy z poruch závěrů nebo odvodnění – **nutno opravit**

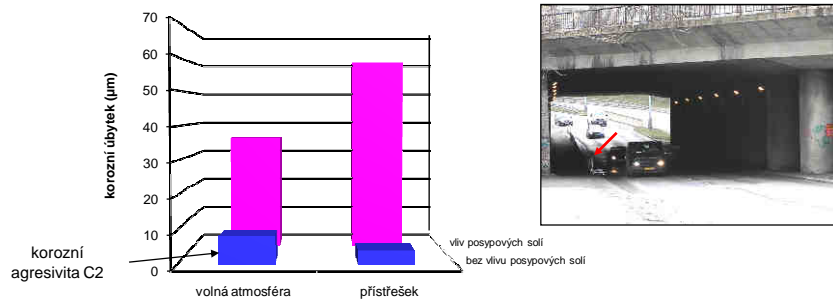


Seminář 23.11.2010, VŠB- TU Ostrava

Korozní agresivita není specifikována ani stanovena

SVÚOM – první výsledky expozice 2009/2010 – 3 lokality

- na volné atmosféře – pro uhlíkovou ocel roční korozní úbytek $35 \mu\text{m}$ - C3
- pod „přístřeškem“ – pro uhlíkovou ocel roční korozní úbytek $60 \mu\text{m}$ - C4



Seminář 23.11.2010, VŠB- TU Ostrava

Urychlené korozní zkoušky – vliv chloridů - 3 režimy

- „Scab“ test podle ISO 11474 – zrychlená atmosférická zkouška s postřikem roztoku posypových solí (pouze v zimním období)
- zkouška NSS - neutrální solná mlha podle ČSN EN ISO 9227 – teplota 35 °C, 100 % vlhkost, trvalý postřik 5% NaCl
- zkouška CH.L.R. podle ČSN ISO 11130 – laboratorní teplota, cyklický ponor do roztoku posypových solí



Seminář 23.11.2010, VŠB- TU Ostrava

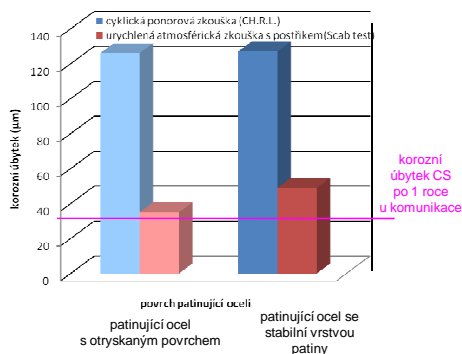
Korozní napadení patinující oceli



CH.R.L. zkouška
3000 h



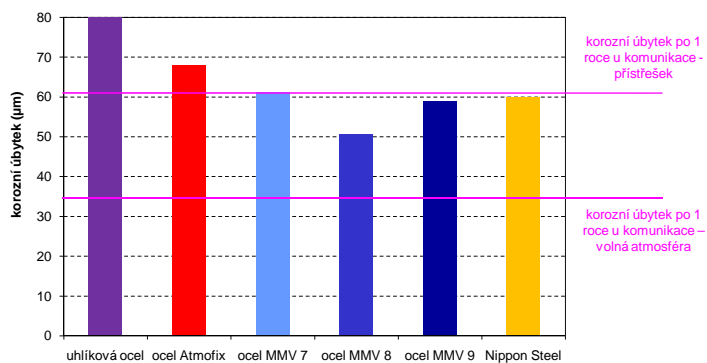
„Scab“ test
cca 3000 h postřik



- zkoušky „Scab“ test a CH.R.L. – porušení i stabilní ochranné patiny
- vyhodnocení 2leté zkoušky (další expozice)

Seminář 23.11.2010, VŠB- TU Ostrava

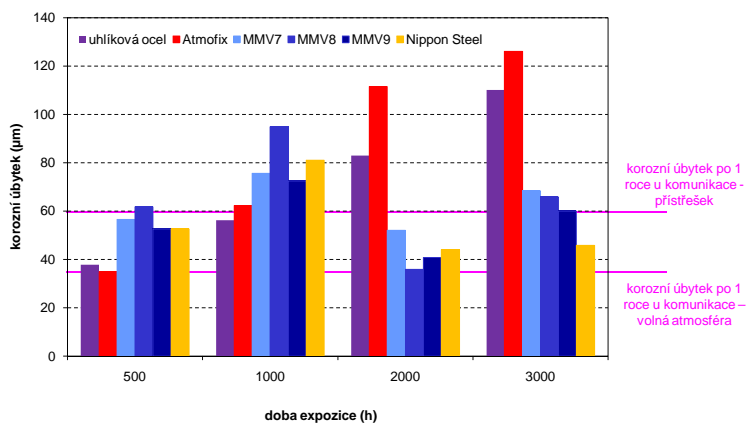
Korozní úbytky ve zkoušce NSS – 500 h



- vyhodnocení další expozice

Seminář 23.11.2010, VŠB- TU Ostrava

Korozní úbytky ve zkoušce CH.R.L.



Seminář 23.11.2010, VŠB- TU Ostrava

Důlkové napadení – pouze CH.R.L. zkouška

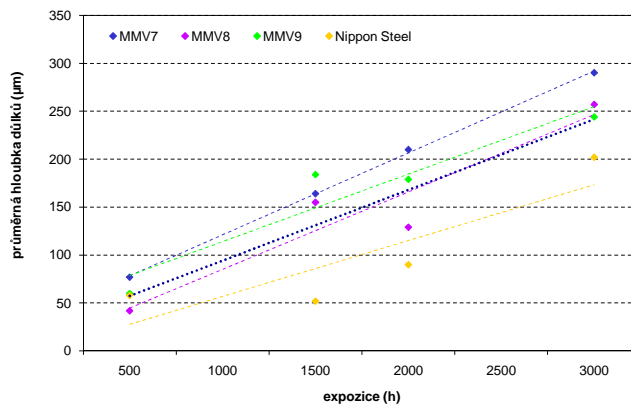


500 h expozice

3000 h expozice

Seminář 23.11.2010, VŠB- TU Ostrava

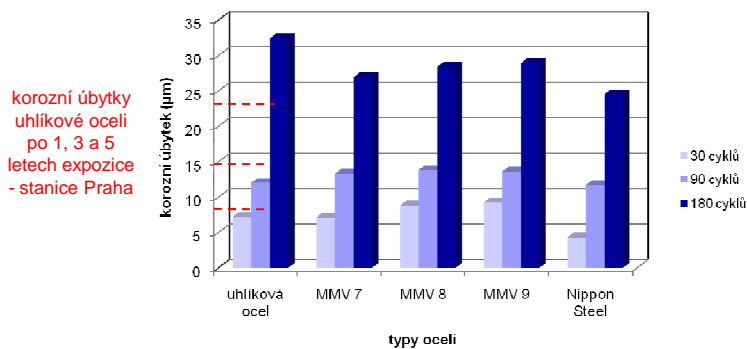
Hloubka důlkového napadení (μm) – typ oceli a doba expozice



rozsah hloubky důlků 10 až 390 μm

Seminář 23.11.2010, VŠB- TU Ostrava

Porovnání korozních úbytků různých typů patinujících ocelí po 30, 90 a 180 cyklech korozní zkoušky s nízkou koncentrací SO₂



roční korozní úbytky vývojových ocelí 10- 20 mm

Seminář 23.11.2010, VŠB- TU Ostrava

- Možnosti použití patinujících ocelí
- Sortiment a vlastnosti hutních výrobků z patinujících ocelí
- Korozní odolnost konstrukcí z patinující oceli
- Tvorba patiny
- Korozní rychlost patinujících ocelí
- Stanovení korozního přídavku.
- Omezení použití patinujících ocelí
- Konstrukční řešení detailů konstrukcí z patinujících ocelí
- Údržba
- Oprava konstrukcí
- Aplikace nátěrů
- Ekonomické hodnocení
- a další



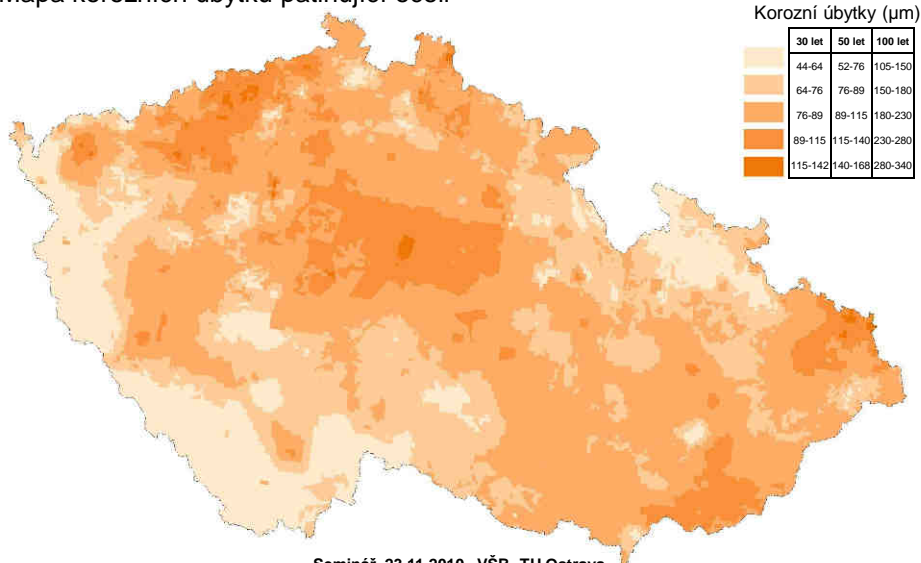
Seminář 23.11.2010, VŠB- TU Ostrava

Směrné korozní rychlosti patinující ocelí – ČSN ISO 9224

stupeň korozní agresivity	korozní rychlost ($\mu\text{m}/\text{r}$)	
	prvních 10 let	další roky
C1	< 0,1	< 0,1
C2	0,1 < 2,0	0,1 1,0
C3	2 < 8	1 < 5
C4	8 < 15	5 < 10
C5	15 < 80	10 < 80

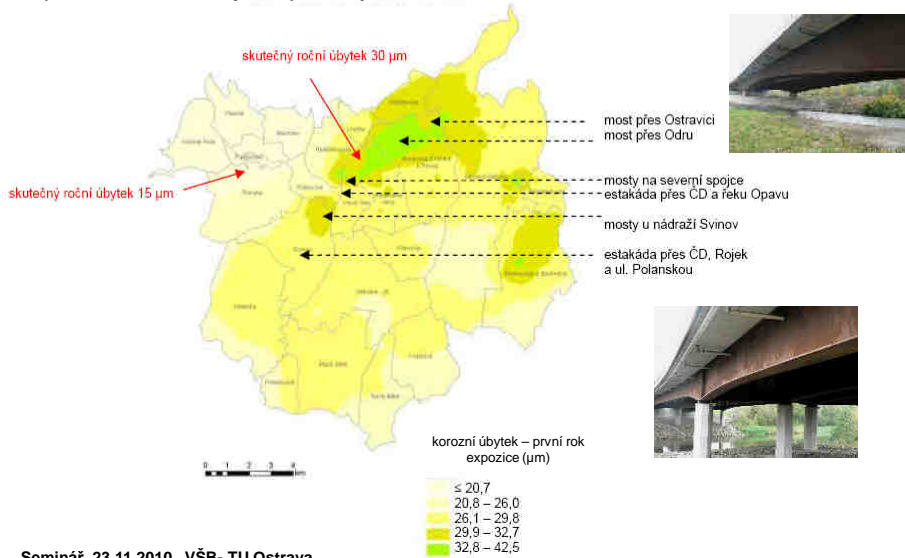
Seminář 23.11.2010, VŠB- TU Ostrava

Mapa korozních úbytků patinující oceli



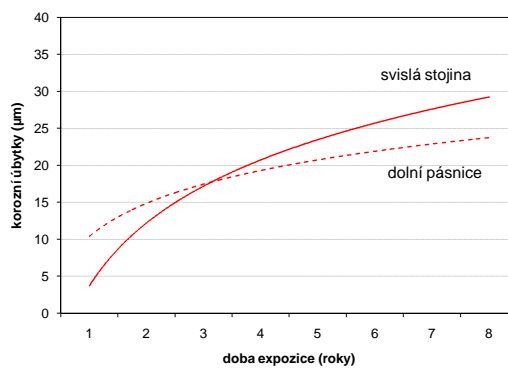
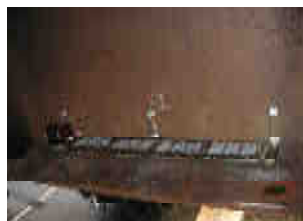
Seminář 23.11.2010, VŠB- TU Ostrava

Mapa korozních úbytků patinující oceli v Ostravě



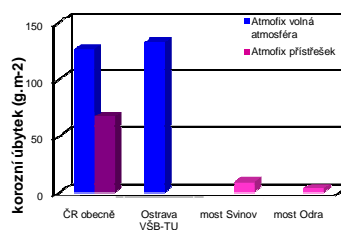
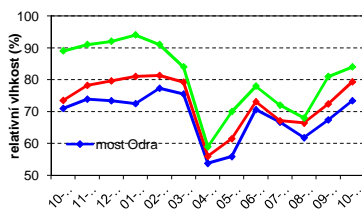
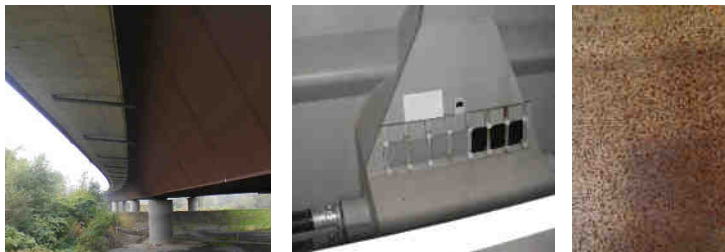
Mostní konstrukce – různé polohy expozice

- expozice vzorků
- prohlídka konstrukcí
- koeficienty



Seminář 23.11.2010, VŠB- TU Ostrava

Expozice v komorách mostů (2008/09) – most přes Odru a svinovský most



Seminář 23.11.2010, VŠB- TU Ostrava

α_1 součinitel jakosti materiálu:

- pro ocel S355J2WP je $\alpha_1 = 1,00$;
- pro ocel S355J2W je $\alpha_1 = 1,20$;

α_2 součinitel v závislosti na správném konstrukčním řešení a zajištění údržby v průběhu životnosti konstrukce,

α_3 součinitel expozice

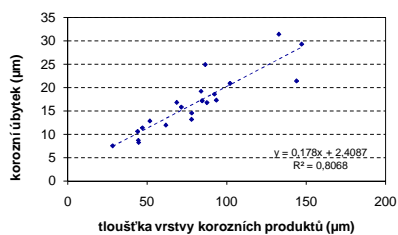
α_4 součinitel v závislosti na poloze a umístění plochy v konstrukci,



Seminář 23.11.2010, VŠB- TU Ostrava

Klasifikační stupně (index) vizuálního hodnocení vrstvy patiny

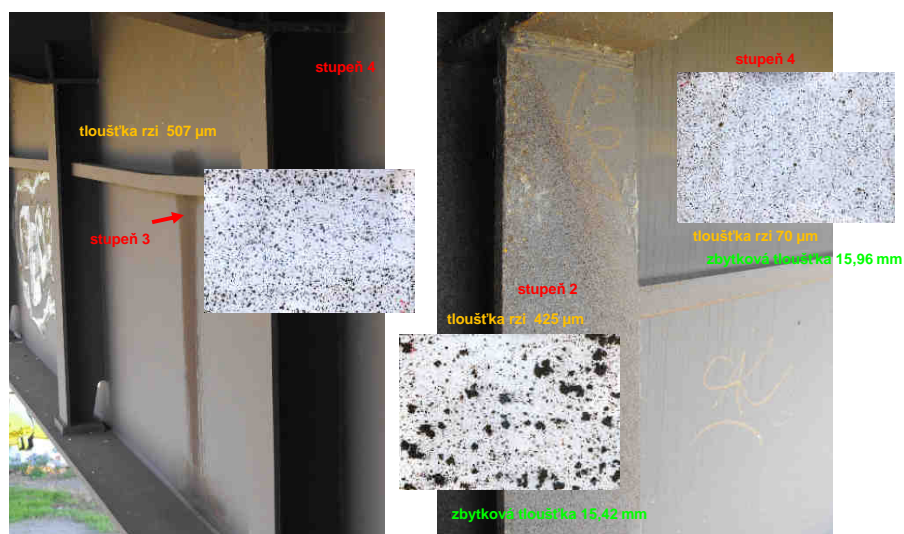
T. Kamimura, S. Hara, H. Miuyki, M. Yamashita, M. Uchida, Composition and protective ability of rust layer formed on weathering steel exposed to various environments, Corrosion Science 2006



Seminář 23.11.2010, VŠB- TU Ostrava



Silniční most – 23 let expozice



Seminář 23.11.2010, VŠB- TU Ostrava

Příklady vzhledu patiny - ochranná patina má různé zbarvení a strukturu povrchu



Závěry

- podmínky prostředí umožňují vznik ochranné patiny v plném rozsahu
- projektant musí předcházet vzniku neochranné patiny znalostí prostředí a zásad konstrukčního řešení
- předcházet vzniku vad v průběhu expozice – údržba, kontrola zatékání, ucpávání odtoků, apod.
- rozlišovat přístup výzkumného hodnocení a provozního hodnocení (otisk, tloušťka, vizuální hodnocení s využitím standardů)
- cíl projektu ve vztahu k hodnocení patin – zpracování standardů vzhledu ochranné patiny a jednoduchých metod pro provozní hodnocení v rámci systému

Děkuji za pozornost

*Příspěvek byl zpracován v rámci projektu MPO FT-TA
5/076 Výzkum vlastností stávajících a nově vyvíjených
patinujících ocelí z hlediska jejich využití pro ocelové
konstrukce*

www.atmofix.cz