

Zkušenosti z dlouhodobého provozu mostních konstrukcí z patinující oceli

Kateřina KREISLOVÁ¹, Vít KŘIVÝ²

¹SVŮOM s.r.o., ²VŠB-TU Ostrava

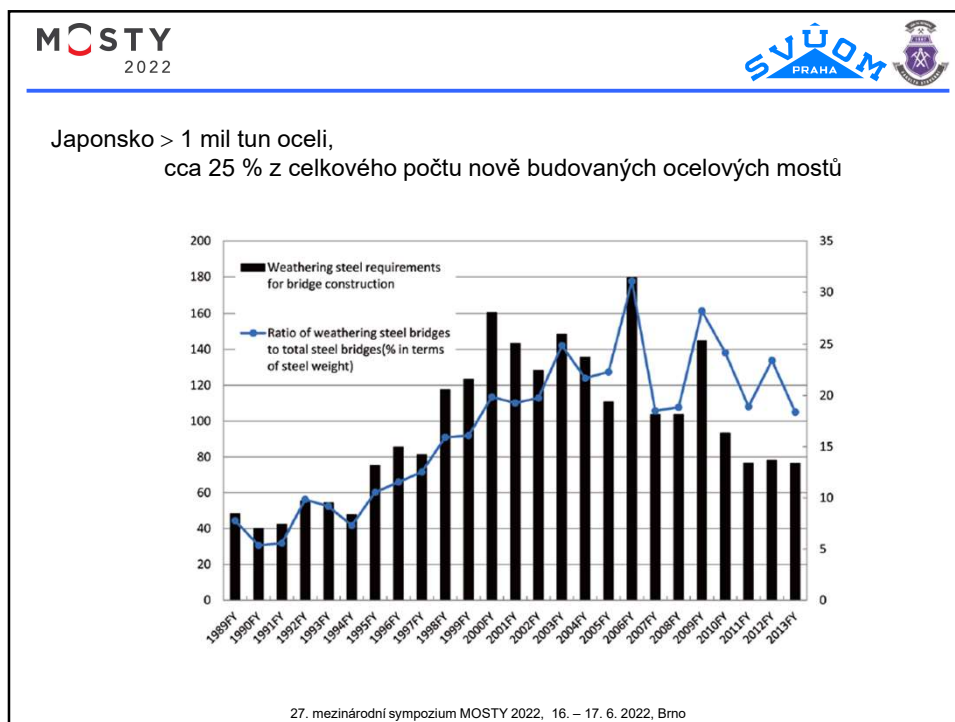
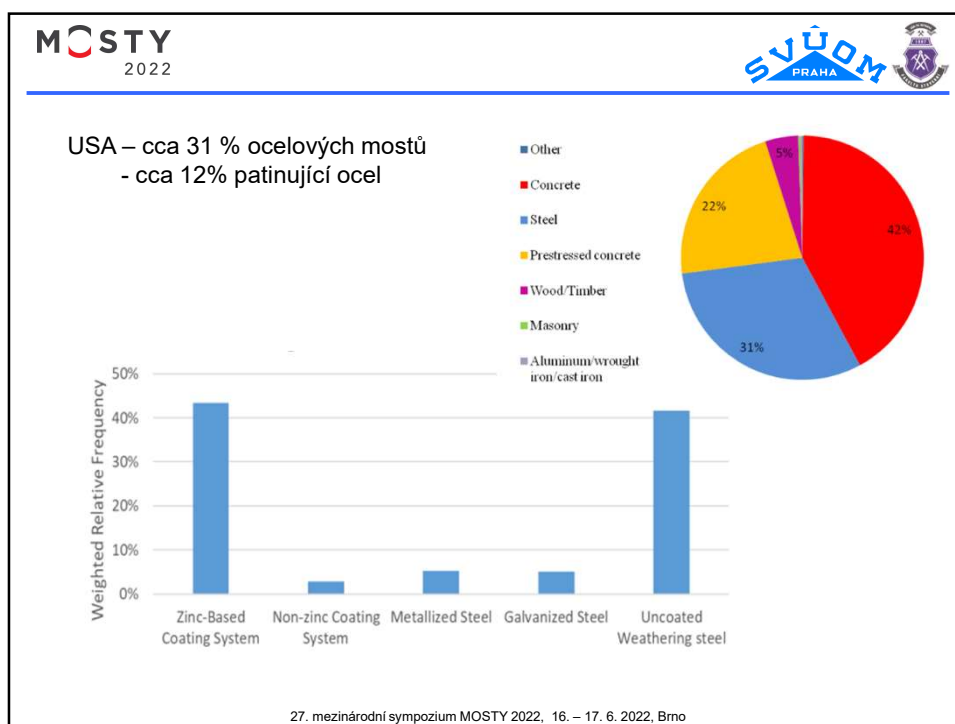


27. mezinárodní sympozium MOSTY 2022, 16. – 17. 6. 2022, Brno

1964 - svařitelná patinující ocel poprvé použita pro stavbu mostní konstrukce (New Jersey Turnpike)



27. mezinárodní sympozium MOSTY 2022, 16. – 17. 6. 2022, Brno



Nákladovost

1. Investiční náklady (poměr) (Japonsko, 2003):

- uhlíková ocel 1,19
- patinační ocel 1,00

Náklady na PKO (poměr):

- uhlíková ocel 0,87
- patinační ocel 0,008

2. Celkové náklady po dobu životnosti mostů z patinující oceli je až o **30% nižší** než pro mosty z konvenční konstrukční oceli a povrchovými úpravami (El Sarraf & Mandeno 2010).

3. Použití patinující oceli pro mostní konstrukce obvykle představuje snížení investičních nákladů minimálně o 10 % při srovnání s běžnými konstrukčními ocelími a náklady v celkovém životním cyklu mostní konstrukce minimálně o 30 %.

27. mezinárodní symposium MOSTY 2022 16. – 17. 6. 2022, Brno

<https://structurae.net/en/structures/bridges/weathering-steel-bridges/list>

celkem 58 mostních konstrukcí – 40 postaveno po r. 2000

Španělsko, Německo, Norsko, Polsko, UK (4), Francie, Belgie, Rakousko, Brazílie (1), Itálie (1)

- silniční mosty, železniční mosty, lávky pro pěší
- příhradové konstrukce, trémové konstrukce, spodní x horní konstrukce
- všechny možné typy prostředí

27. mezinárodní symposium MOSTY 2022, 16. – 17. 6. 2022, Brno

MOSTY
2022

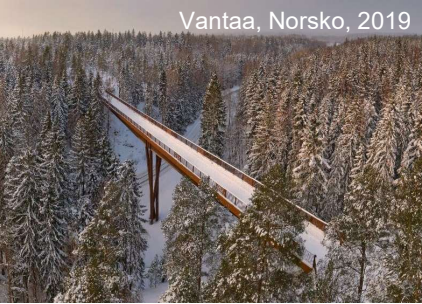




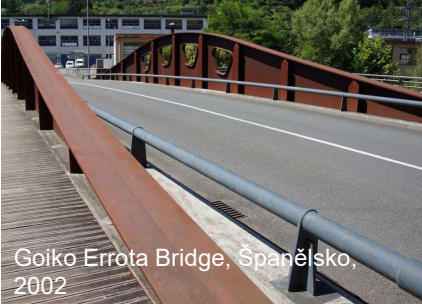
Puente de Abechuco,
Španělsko, 2006



Puente Martutene, Španělsko, 2013



Vantaa, Norsko, 2019



Goiko Errota Bridge, Španělsko,
2002

27. mezinárodní symposium MOSTY 2022, 16. – 17. 6. 2022, Brno

MOSTY
2022



Korozní rychlost

korozní agresivita prostředí – 1 roční korozní úbytek – ČSN EN ISO 9223

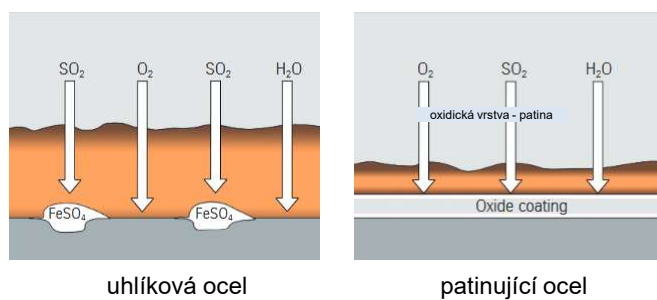
dlouhodobé korozní úbytky – ČSN EN ISO 9224

stupeň korozní agresivity	korozní úbytek v prvním roce dle ČSN EN ISO 9223	ustálené korozní úbytky (µm) dle ČSN EN ISO 9224	
		10 let	20 let
C1	< 1,3	< 1,20	< 1,00
C2	1,3 ~ 25	1,2 < 23	1,0 < 20
C3	25 ~ 50	23 < 46	20 < 40
C4	50 ~ 80	46 < 73	40 < 64
C5	80 ~ 200	73 < 182	64 < 162
CX	200 ~ 700	182 < 635	162 < 564

27. mezinárodní symposium MOSTY 2022, 16. – 17. 6. 2022, Brno

Patinují oceli - dlouhodobě relativně nízké korozní rychlosti
ČSN EN ISO 9224 podle stupně korozní
agresivity lokality

- základní korozní vlastnost – ochranná patina



27. mezinárodní sympozium MOSTY 2022, 16. – 17. 6. 2022, Brno



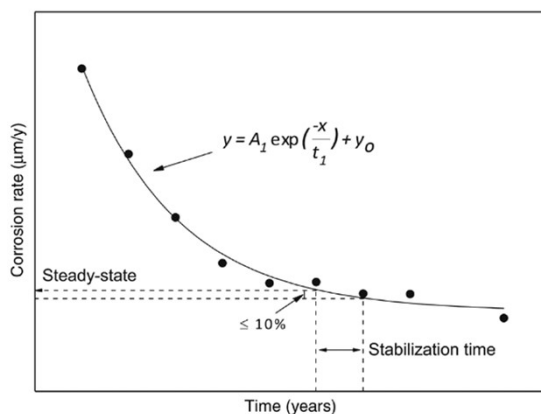
27. mezinárodní sympozium MOSTY 2022, 16. – 17. 6. 2022, Brno

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



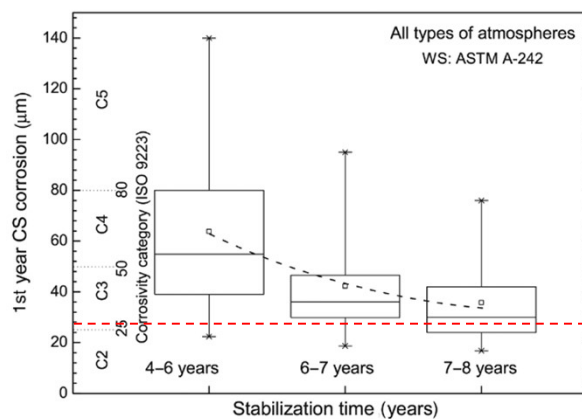
27. mezinárodní sympozium MOSTY 2022, 16. – 17. 6. 2022, Brno

Stanovení doby do stabilizace korozních vrstev a ustálené korozní rychlosti je exponenciální funkce se snižujícím se průběhem. Doba stabilizace je stanovena jako stav, kdy snížení korozní rychlosti je nižší než 10 % v ročním intervalu. Tomu odpovídá ustálená korozní rychlost.

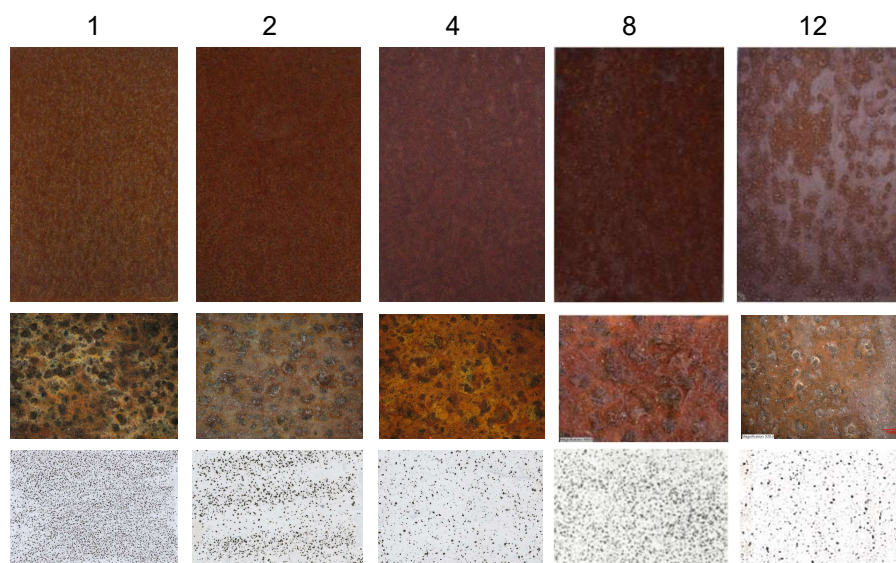


27. mezinárodní sympozium MOSTY 2022, 16. – 17. 6. 2022, Brno

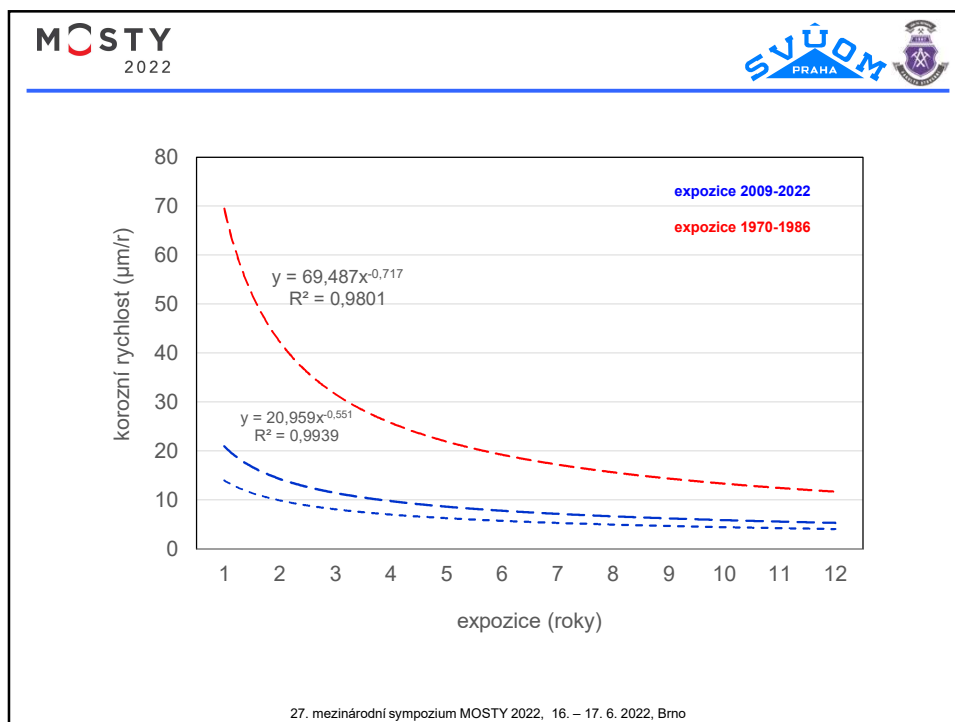
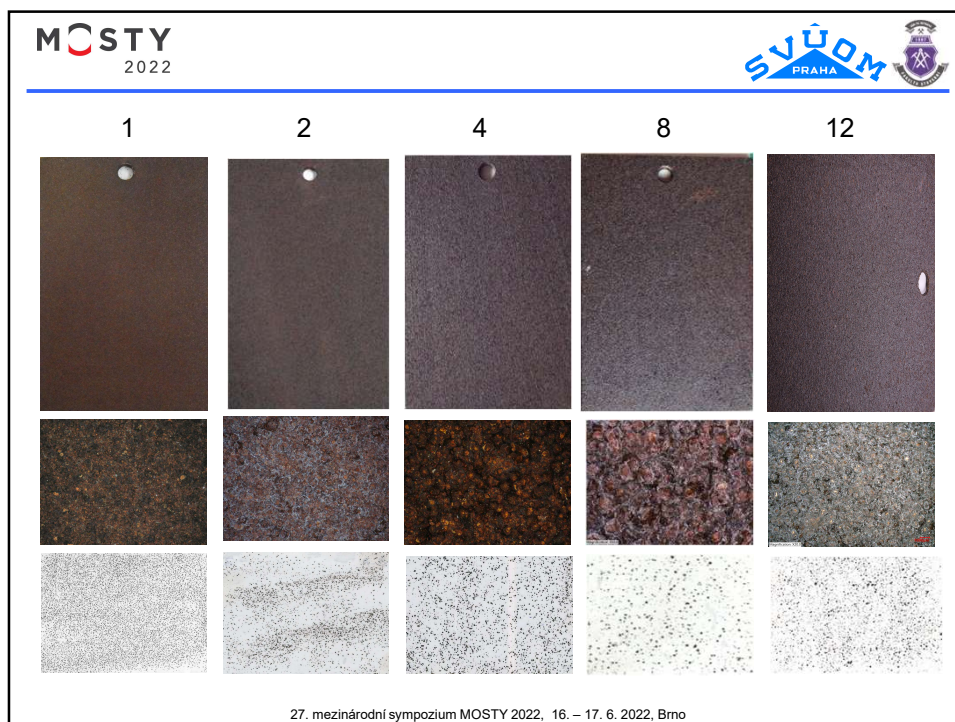
Doba do stabilizace vrstvy korozních produktů patinujících ocelí a tedy ustálené korozní rychlosti závisí na podmínkách expozice – stupni korozní agresivity.

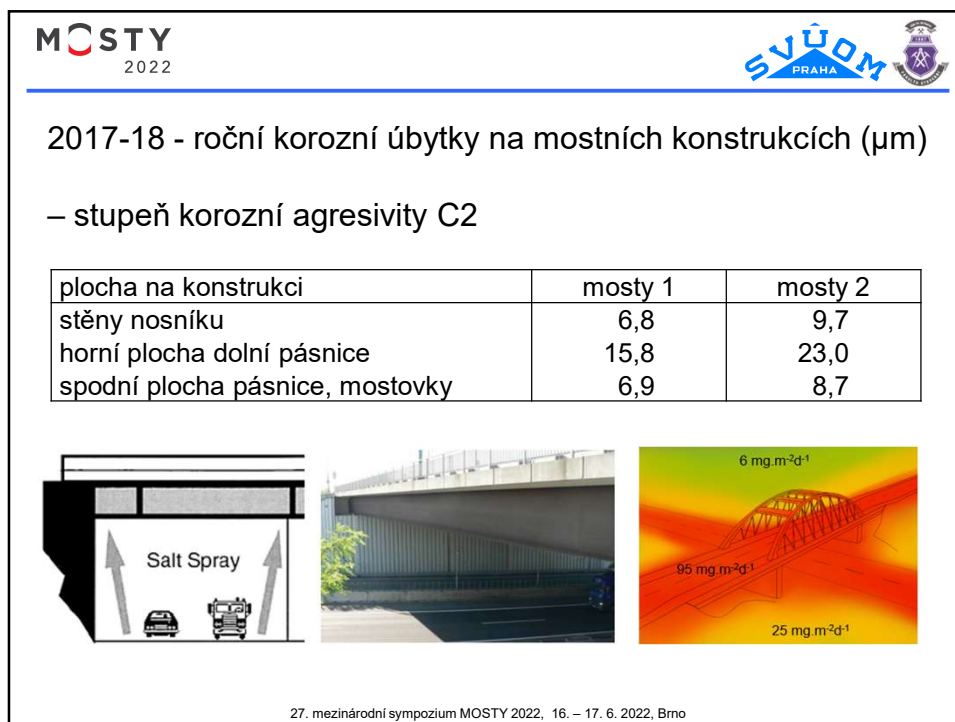
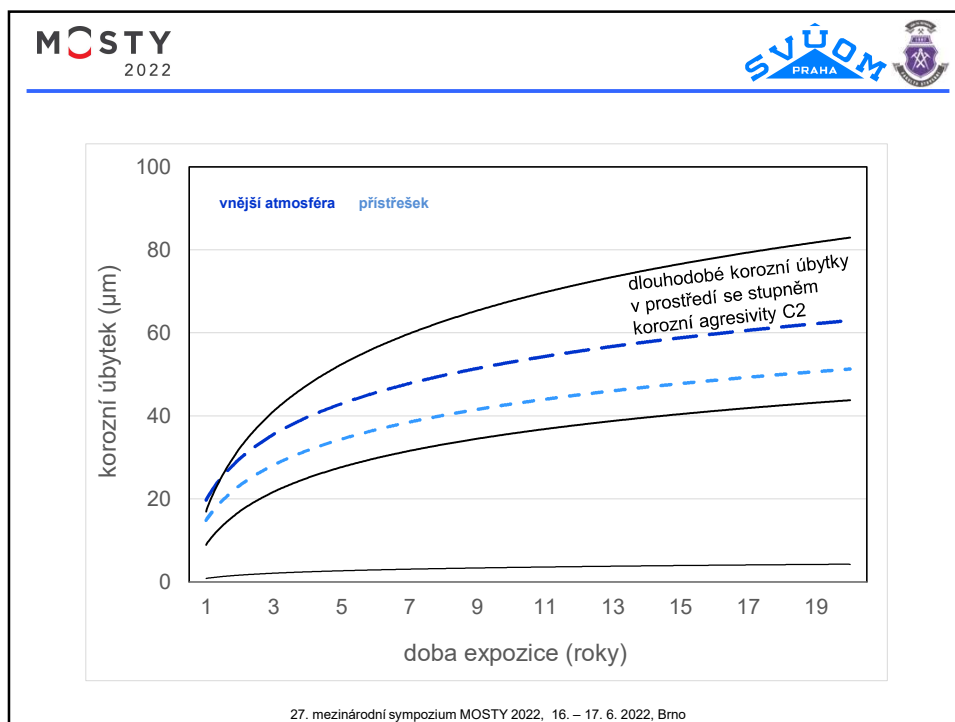


27. mezinárodní symposium MOSTY 2022, 16. – 17. 6. 2022, Brno



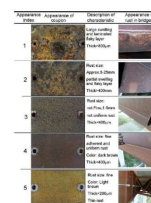
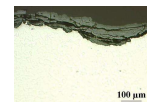
27. mezinárodní symposium MOSTY 2022, 16. – 17. 6. 2022, Brno





Metody hodnocení patiny:

- ✓ fyzikální - vzhled, otisk (makrostruktura)
 - barevnost
 - tloušťka vrstvy, výbrus
 - elektrochemická měření
- ✓ chemické - korozní produkty - fáze (PAI)
 - korozní stimulatory (sírany, chloridy)
- ✓ provozní - porovnání se standardy



tloušťka vrstvy korozních produktů (µm)	korozní rychlost (µm/a)
> 800	50
> 400	20
< 400	5
< 200	4



27. mezinárodní symposium MOSTY 2022, 16. – 17. 6. 2022, Brno

Mostní konstrukce v ČR

obslužná lávka na přehradě, Slušovice	1975
silniční nadjezd, Žalmanov	1976
silniční nadjezd ZOO – Safari, Dvůr Králové	1976
železniční vlečka do Ferony, Brno	1977
nájezdové rampy mostu na Křižíkově ulici, Brno	1977
železniční vlečka DALKIA, Krnov	1979
železniční most trať Praha-Hostivice	1983
silniční a tramvajové mosty přes nádraží ČD, Ostrava-Svinov	1982
silniční most přes řeku Ostravici, Frýdek-Místek	1985
lávka pro pěší, Plzeň	1986
železniční příhradový most, Brno - Komárov	1989

27. mezinárodní symposium MOSTY 2022, 16. – 17. 6. 2022, Brno



MOSTY
2022

SVUOM
PRAHA

- průměrná tloušťka ochranné, přilnavé patiny na dlouhodobě exponovaných konstrukcích (> 25 let) je **175 μm**
- na mostních konstrukcích je tloušťka patiny ovlivněna pozicí (vertikální, horizontální), stupněm zakrytí a průsaky vody z mostovky
- tloušťka nepřilnavé, částečně ochranné vrstvy korozních produktů byla od 350 do 600 μm
- patina s průměrnou velikostí částic < 5 mm je přijatelná

Zone	Thickness of corrosion products (μm)
girder web	145
affected zone	235
upper flange, bottom face	270
bottom flange, upper face	349
bottom flange, bottom face	195

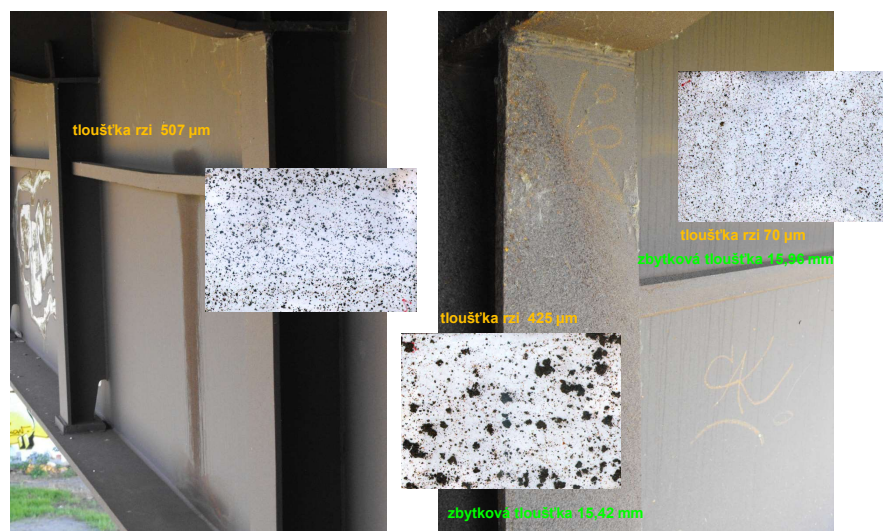
27. mezinárodní sympozium MOSTY 2022, 16. – 17. 6. 2022, Brno

Plzeň, lávka, 1986

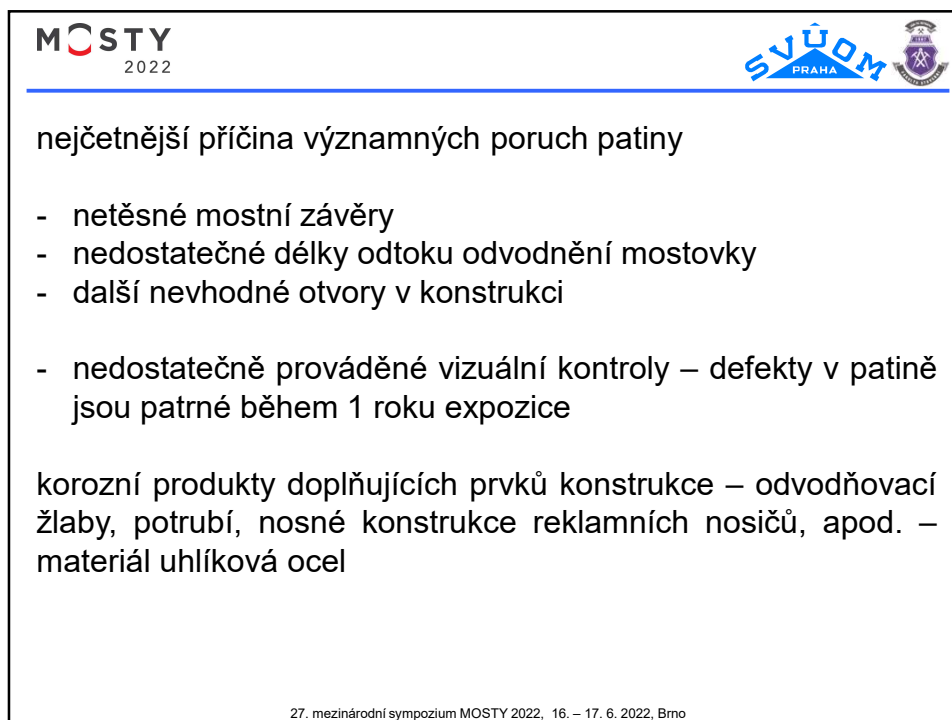
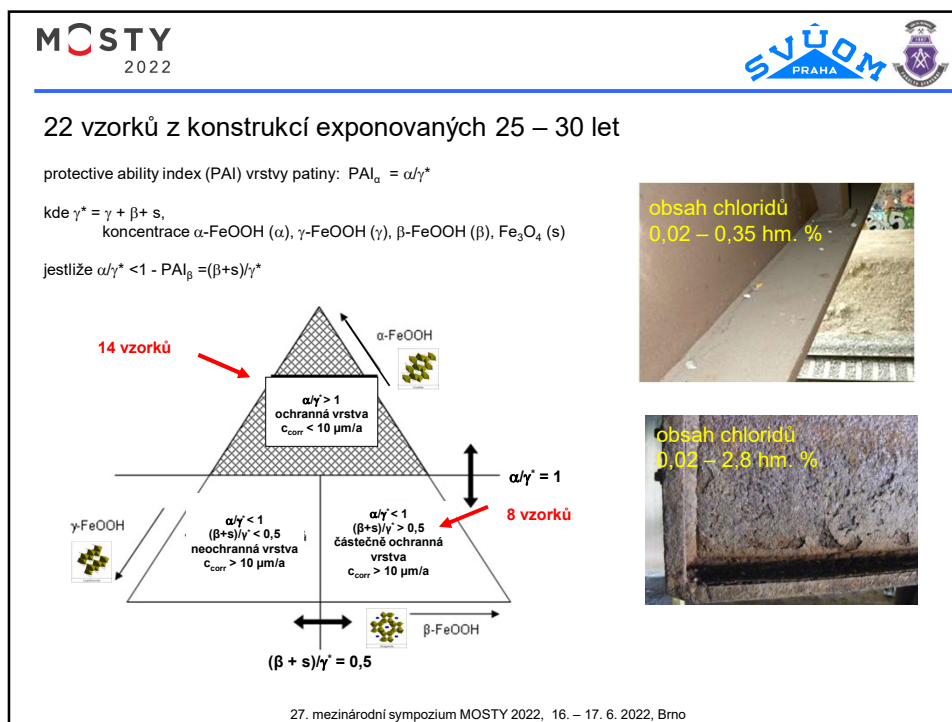

2002 – 16 let

2009 – 23 let

27. mezinárodní sympozium MOSTY 2022, 16. – 17. 6. 2022, Brno

Frýdek-Místek, silniční most – 23 let expozice


27. mezinárodní sympozium MOSTY 2022, 16. – 17. 6. 2022, Brno





silniční most č. 42-003 – Brno, ul. Křížíkova přes silnici I/43 Brno-Svitavy, vlečku a ul. Sportovní, postaven v r. 1977

r. 2005 (28 let expozice) – korozní napadení vyvolané zatékání vody obsahující chloridy na cca 0,2 – 0,4 % plochy (10 – 15 m²) na krajních příčnicích a okolo odtokových otvorů a žlabů, u montážních otvorů, okapových trubiček, v místech prostoru pro kabely elektroinstalace, přes tvarované kabely, atd..



27. mezinárodní symposium MOSTY 2022, 16. – 17. 6. 2022, Brno



27. mezinárodní symposium MOSTY 2022, 16. – 17. 6. 2022, Brno

MOSTY
2022

SVUOM
PRAHA

2009

tloušťka
vrstvy
korozních
produktů

90 - 195 μm



27. mezinárodní symposium MOSTY 2022, 16. – 17. 6. 2022, Brno

MOSTY
2022

SVUOM
PRAHA

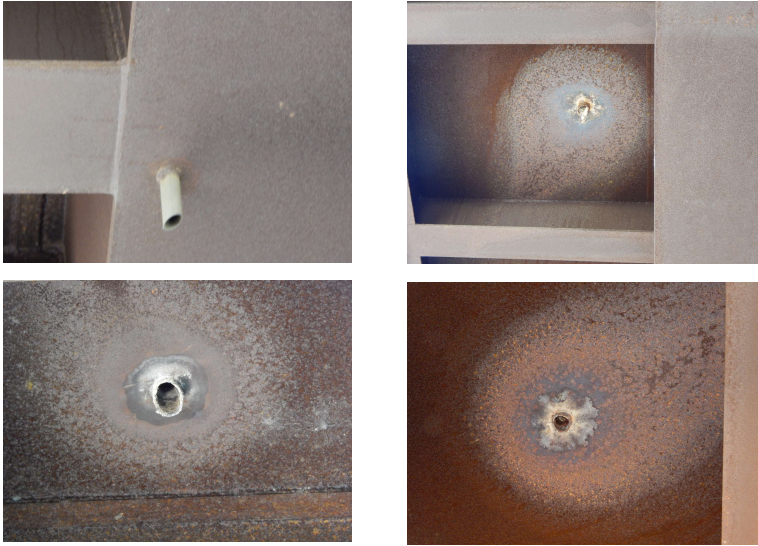


27. mezinárodní symposium MOSTY 2022, 16. – 17. 6. 2022, Brno

MOSTY
2022

SVŮOM
PRAHA

2022
45 let



27. mezinárodní sympozium MOSTY 2022, 16. – 17. 6. 2022, Brno

MOSTY
2022

SVŮOM
PRAHA

2022



27. mezinárodní sympozium MOSTY 2022, 16. – 17. 6. 2022, Brno



ZÁVĚR

- celosvětově rozšířený konstrukční materiál pro mostní objekty – déle než 50 let – žádný kolaps mostní konstrukce
- minimální náklady na údržbu – minimální dopad na životní prostředí
- 100% recyklovatelnost materiálu
- nízké ustálené korozní rychlosti – ochranná patina
- snadná identifikace v případě poruchy (mostní závěry, odvodnění, apod.)
- samovolná obnova procesu tvorby patiny po odstranění příčiny
- nové metody pro hodnocení stavu patiny – návrh normy ISO

27. mezinárodní symposium MOSTY 2022, 16. – 17. 6. 2022, Brno

Děkuji za pozornost

Příspěvek byl pracován s finanční podporou projektu TA CK03000125
*Inovativní diagnostické metody hodnocení pro bezpečnost
a trvanlivost mostů z patinující oceli*

27. mezinárodní symposium MOSTY 2022, 16. – 17. 6. 2022, Brno