  **IOK**

ÚNAVOVÉ ZKOUŠKY PATINUJÍCÍ OCELI

L. Rozlívka¹, M. Vlk², L. Kunz³, P. Zavadilová³

¹Institut ocelových konstrukcí, s.r.o
²VUT Brno, Fakulta strojního inženýrství
³Ústav fyziky materiálů AVČR

Seminář projektu MPO FT-TA5/076, Ostrava 23. listopadu 2010 1

Materiál



Profil 1

Seminář projektu MPO FT-TA5/076, Ostrava 23. listopadu 2010 2

Zkušební tělesa s exponovaným povrchem

12 ks



Seminář projektu MPO FT-TA5/076, Ostrava 23. listopadu 2010

3

Provedení únavových zkoušek

- Resonanční zkušební únavový stroj
- Řízená amplituda síly
- Parametr asymetrie $R = -1$,
- Frekvence zatěžování ~ 115 Hz
- $T =$ pokojová,
- Běžná atmosférická vlhkost
- Zkoušky do lomu nebo do 10^7 cyklů

Seminář projektu MPO FT-TA5/076, Ostrava 23. listopadu 2010

4

Resonanční zkušební stroj Amsler

Řídící elektronika Roell/Amsler VibroWin



Seminář projektu MPO FT-TA5/076, Ostrava 23. listopadu 2010

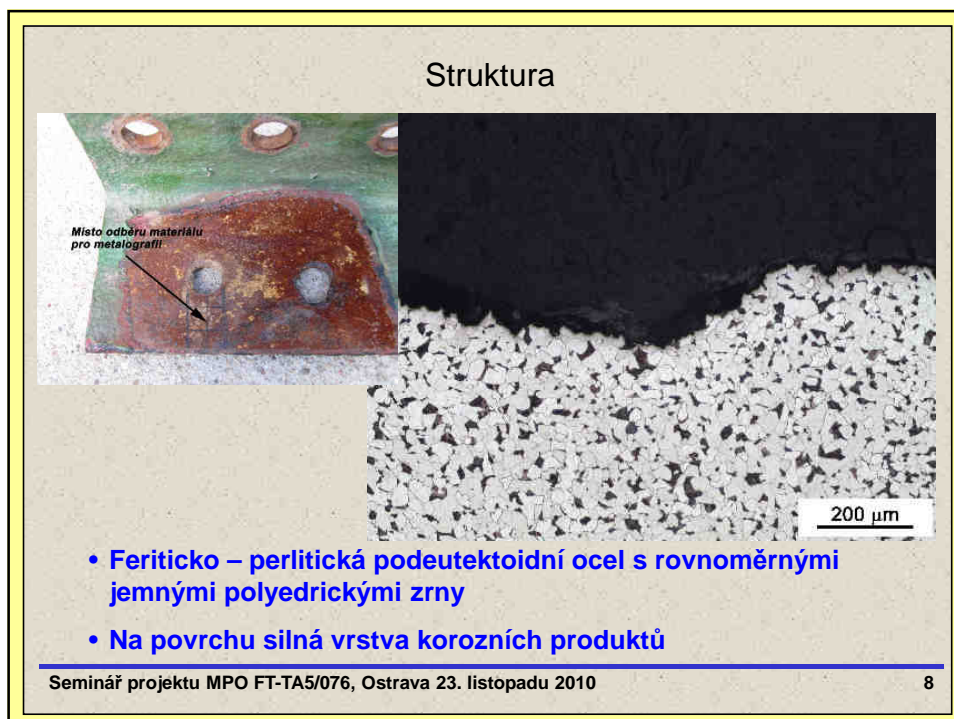
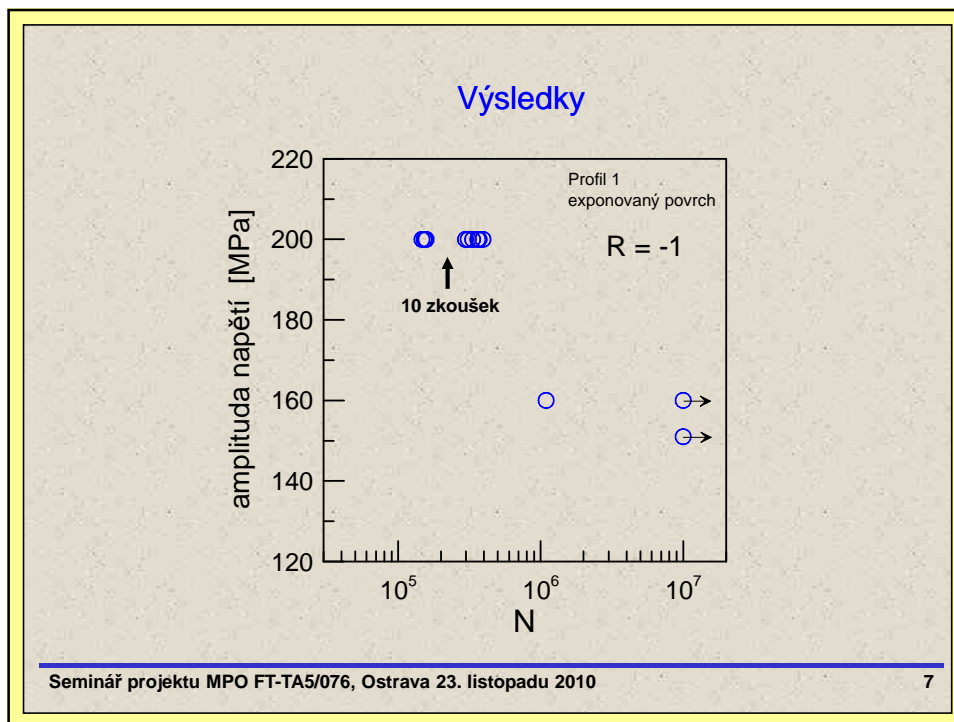
5

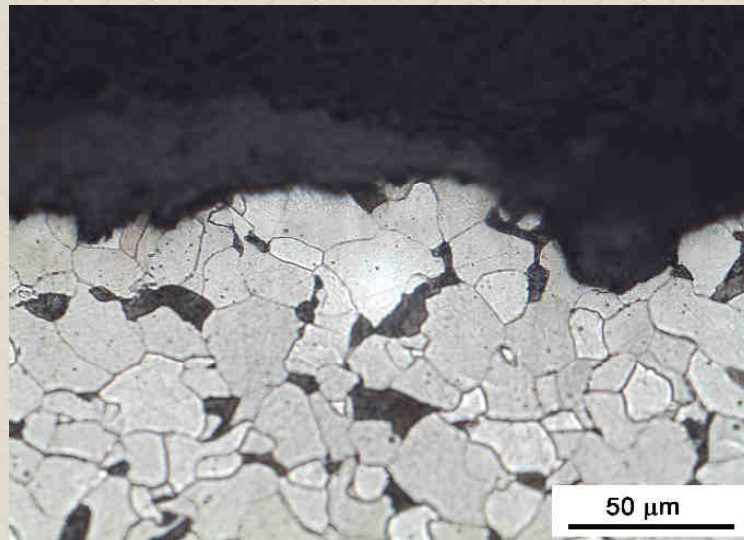
Upnutí zkušebních těles



Seminář projektu MPO FT-TA5/076, Ostrava 23. listopadu 2010

6



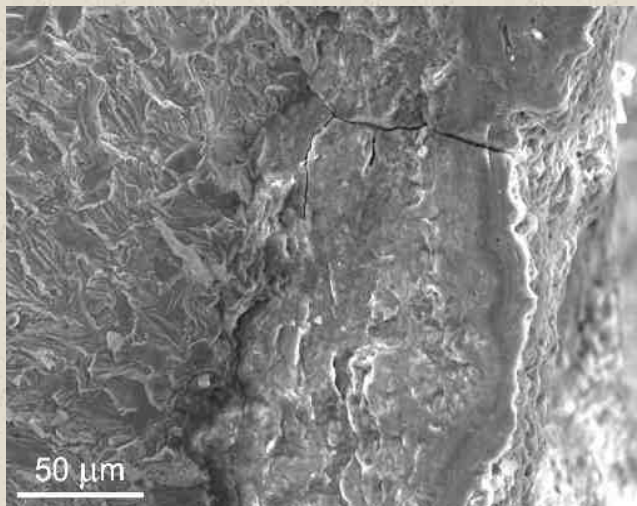


Světelná mikroskopie neproказuje existence korozních trhlin

Seminář projektu MPO FT-TA5/076, Ostrava 23. listopadu 2010

9

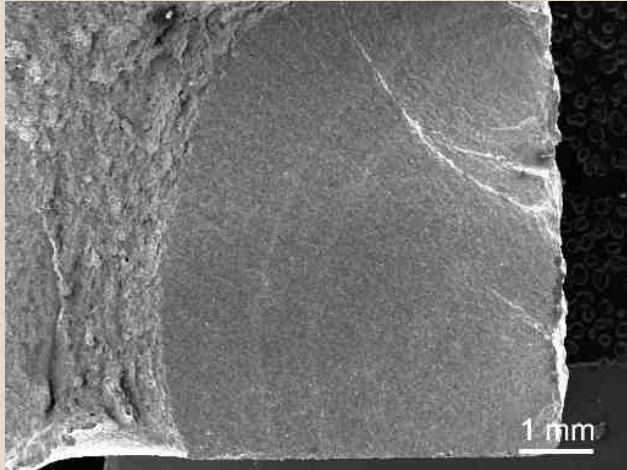
Lomová plocha po únavové zkoušce



- Silná vrstva korozních produktů
- Vrstva je často popraskaná
- Trhliny nezasahují do nekorodovaného materiálu

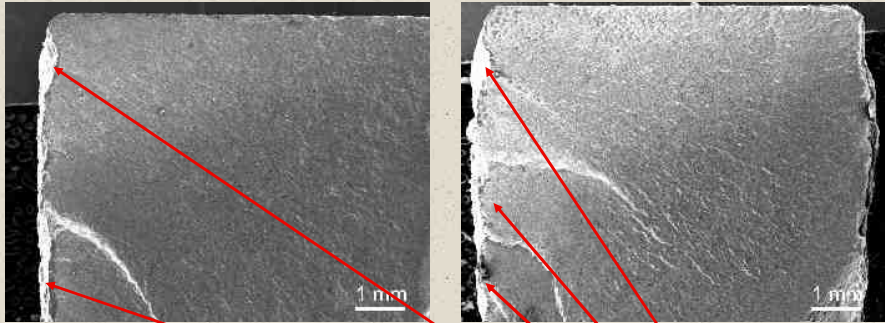
Seminář projektu MPO FT-TA5/076, Ostrava 23. listopadu 2010

10



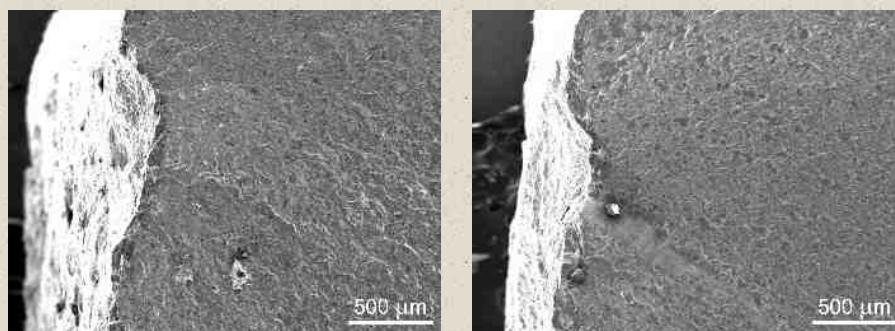
- K iniciaci únavových trhlin dochází vždy na exponovaném povrchu

Seminář projektu MPO FT-TA5/076, Ostrava 23. listopadu 2010 11



Vícenásobná iniciace

Seminář projektu MPO FT-TA5/076, Ostrava 23. listopadu 2010 12



V místě iniciace je vždy korozní důlek

Materiál

14 zkušebních těles exponovaný povrch

13 zkušebních těles s broušený povrch



Zkušební tělesa s broušeným povrchem



Seminář projektu MPO FT-TA5/076, Ostrava 23. listopadu 2010

15

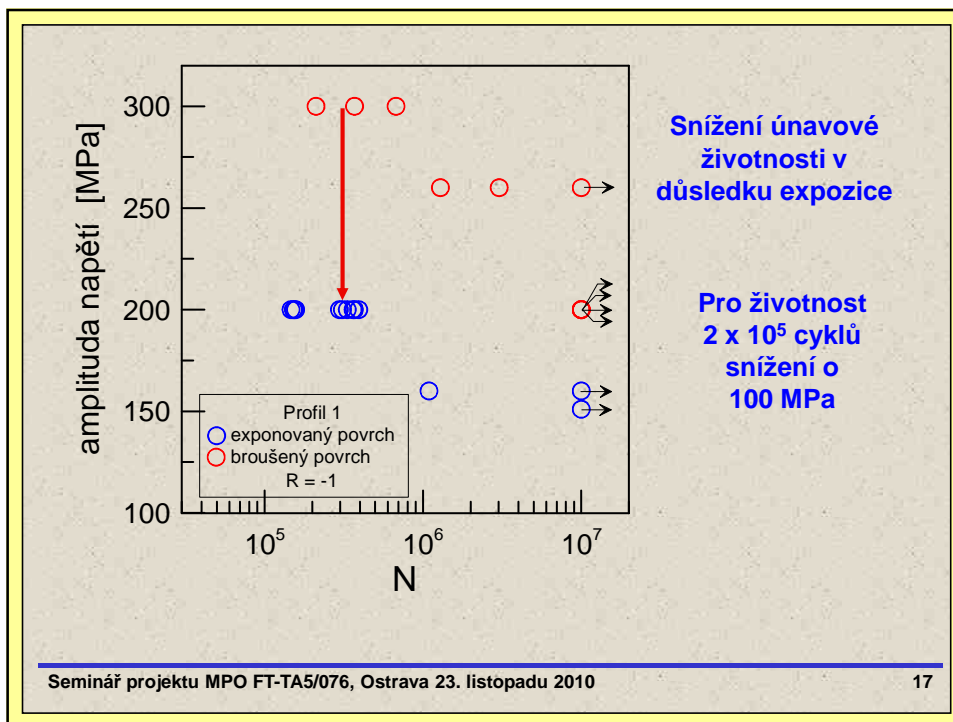
Zkoušky těles s broušeným povrchem

Zkušební zařízení: rezonanční pulsátor SCHENCK PVQO
Elektronika Zwick/Roell, software TechXpert
Řízená síla
Frekvence cca 35 – 60 Hz



Seminář projektu MPO FT-TA5/076, Ostrava 23. listopadu 2010

16



Snížení únavové životnosti v důsledku expozice je obecně známé

Výklad efektu:

- vliv korozních trhlin
- vliv reliéfu - koncentrátorů napětí na exponovaném povrchu

Závažnost vlivu korozních trhlin či jejich existence je konstatována:

- 1) Pošvářová, M., Matocha K.: Rizika chování patinujících ocelí použitých na mostních konstrukcích. Silnice železnice 2009.
- 2) Mosty a konstrukce pozemních komunikací z patinujících ocelí, Technické podmínky staveb pozemních komunikací MD ČR, 1.9.2008.

Katalogový list č. 2: Struktura oceli
Oceňovací mosty a konstrukce z patinujících ocelí, Katalog vad

ELEKTRONOMIKROSKOPICKÉ HODNOCENÍ PŘÍČNÉHO ŘEZU POVRCHU VZORKU PLECHU Z PATINUJÍCÍ OCELI

Účinná 1. Korozní předložení povrchu vzorku z patinující oceli

Mosty a konstrukce pozemních komunikací z patinujících ocelí,
Technické podmínky staveb pozemních komunikací MD ČR, 1.9.2008

Seminář projektu MPO FT-TA5/076, Ostrava 23. listopadu 2010 19

Snížení únavové životnosti v důsledku expozice je obecně známé

Výklad efektu:

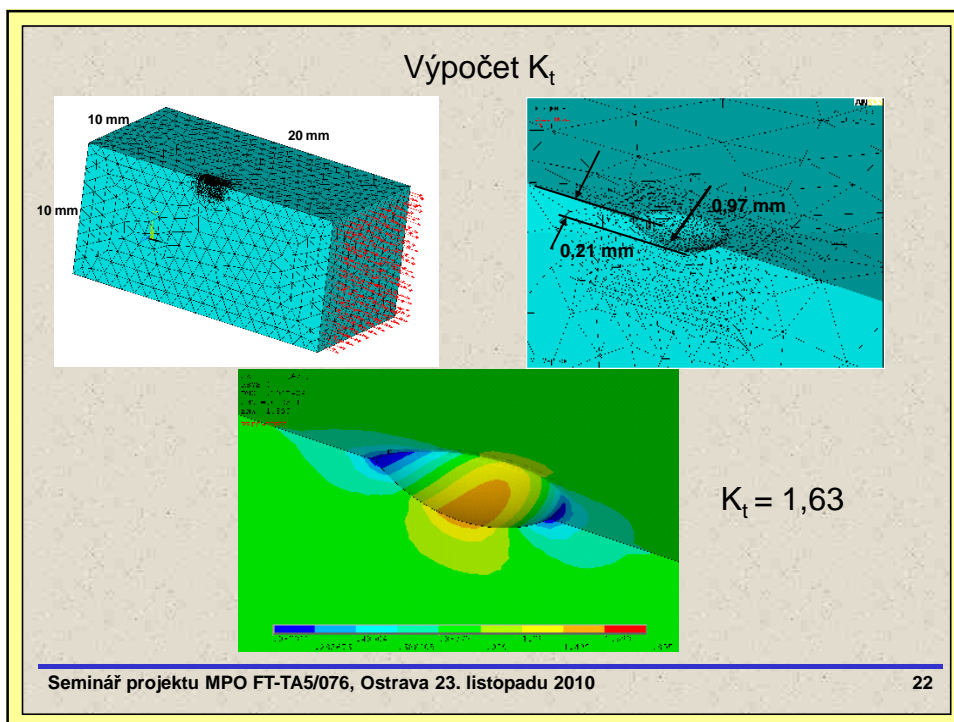
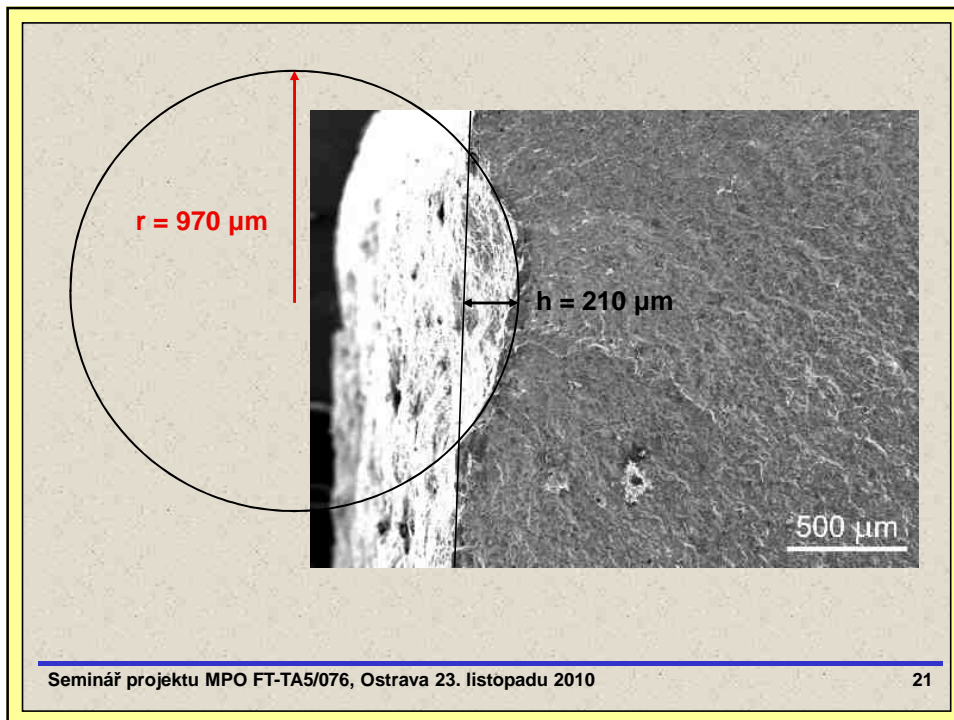
- vliv korozních trhlin
- vliv reliéfu - koncentrátorů napětí na exponovaném povrchu

Závažnost vlivu korozních trhlin či jejich existence je konstatována:

- 1) Pošvářová, M., Matocha K.: Rizika chování patinujících ocelí použitých na mostních konstrukcích. Silnice železnice 2009.
- 2) Mosty a konstrukce pozemních komunikací z patinujících ocelí, Technické podmínky staveb pozemních komunikací MD ČR, 1.9.2008.

- ✓ Na vyšetřovaném materiálu nebyly prokázány (světelná i elektronová mikroskopie) korozní trhliny, které by se šířily v důsledku cyklického namáhání.
- ✓ Fraktografie neprokázala žádné projevy na lomových plochách v místech iniciace únavových trhlin, které by indikovaly přítomnost korozních trhlin.

Seminář projektu MPO FT-TA5/076, Ostrava 23. listopadu 2010 20



Únavová vrubová citlivost q

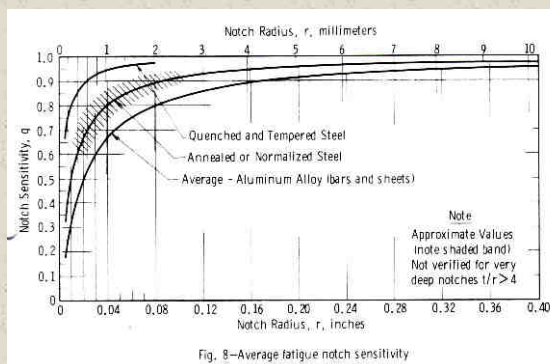
$$q = (K_f - 1) / (K_t - 1)$$

$$K_f = 1 + q (K_t - 1)$$

$$K_t = 1,63$$

$$q = 0,80:$$

$$\underline{K_f = 1,5}$$



Peterson: Stress
Concentration Factor
Handbook

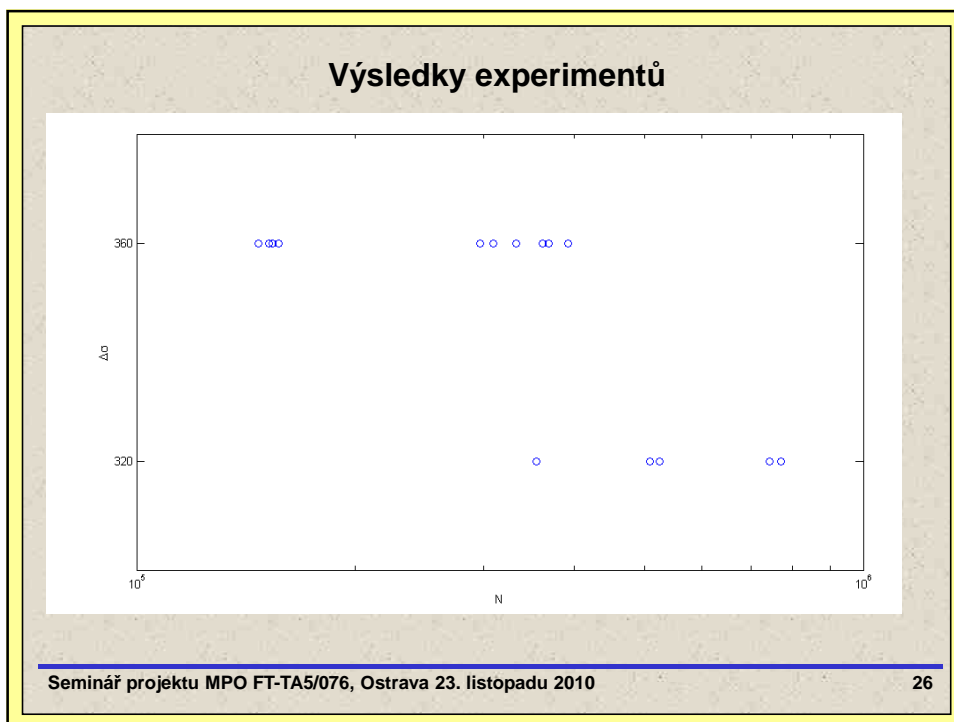
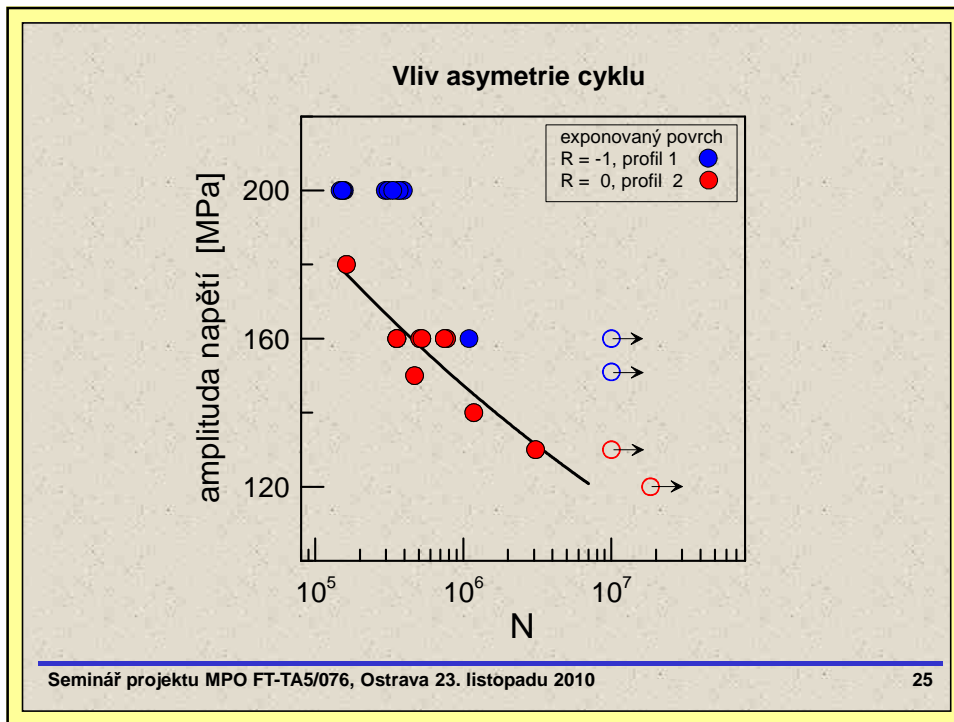
Únavová životnost pro 2×10^5 cyklů

broušený povrch $\sigma_{a,b} = 300$ MPa

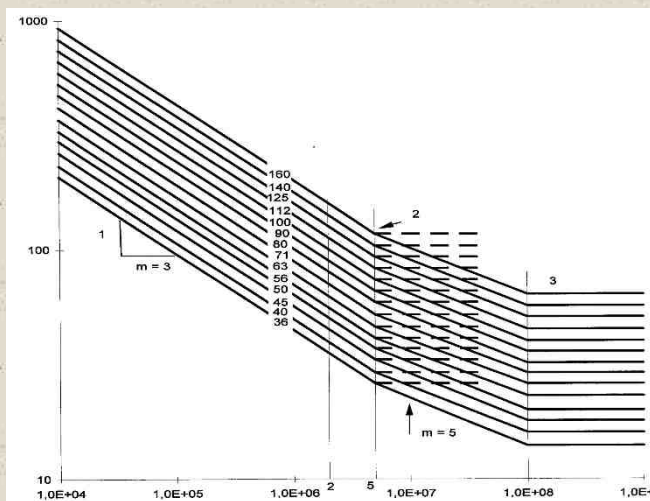
exponovaný povrch $\sigma_{a,e} = 200$ MPa

experimentálně: $\sigma_{a,b} / \sigma_{a,e} = 1,5$

výpočet: $= 1,5$



ČSN EN 1993-1-9
Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí –
Část 1-9: Únava



Seminář projektu MPO FT-TA5/076, Ostrava 23. listopadu 2010

27

**Logaritmicko-normální rozdělení počtů cyklů do
porušení.**

Jednostranný statistický toleranční interval (dolní mez)

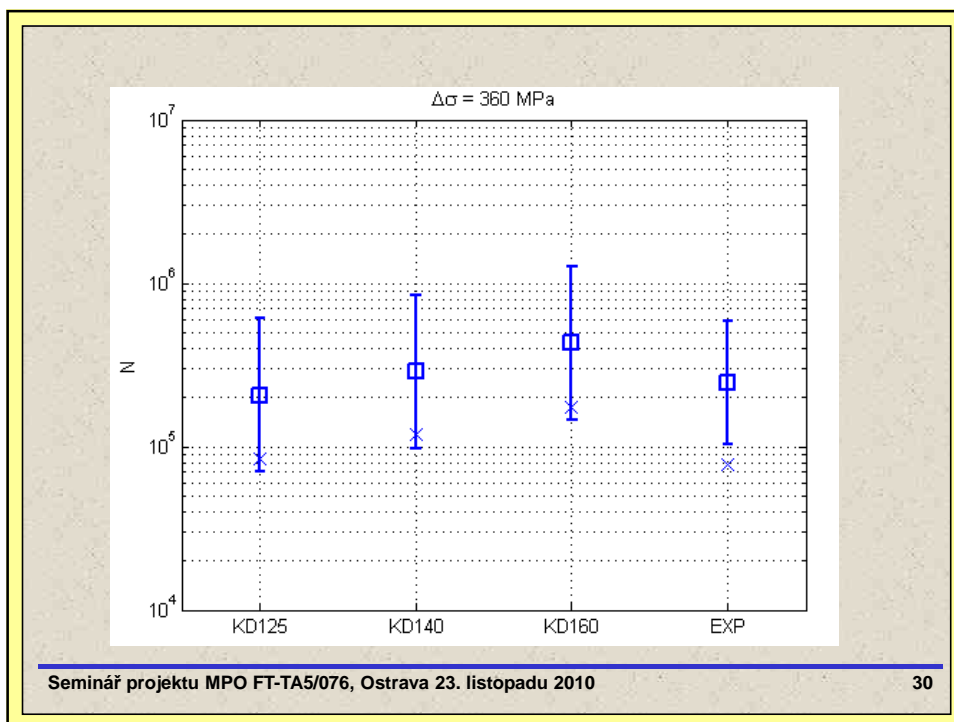
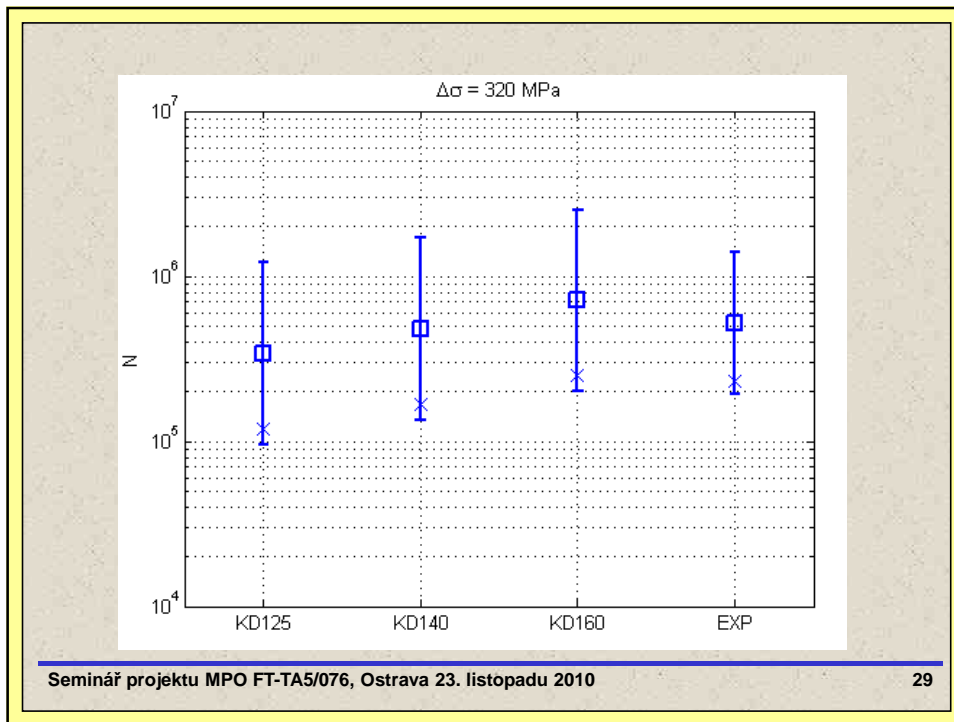
$$\log N_L = \log \bar{N} - k_1 s_{\log N}$$

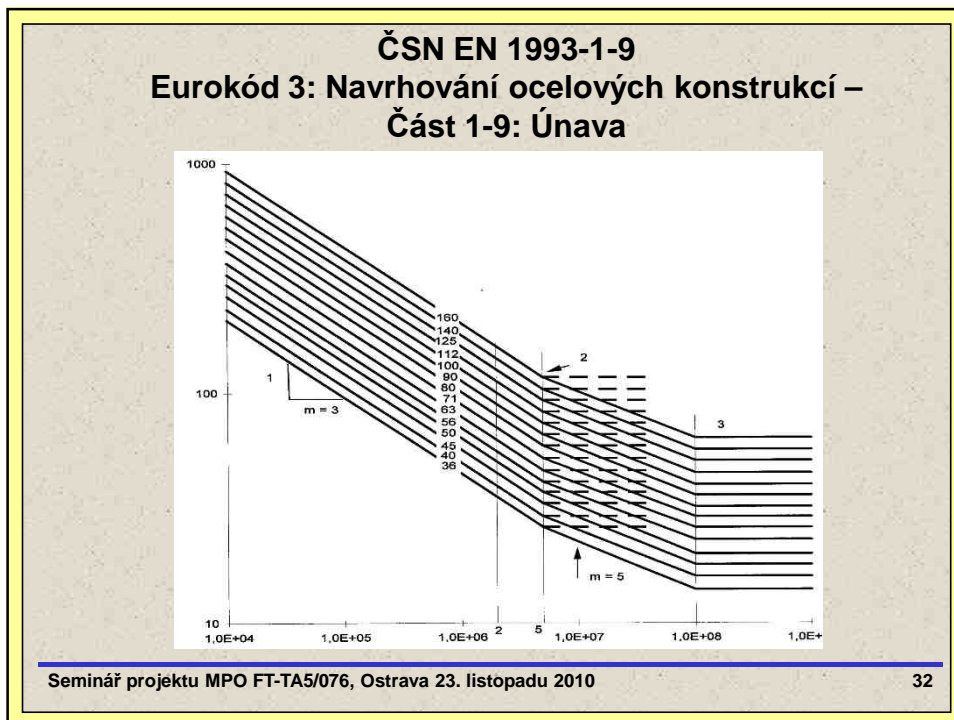
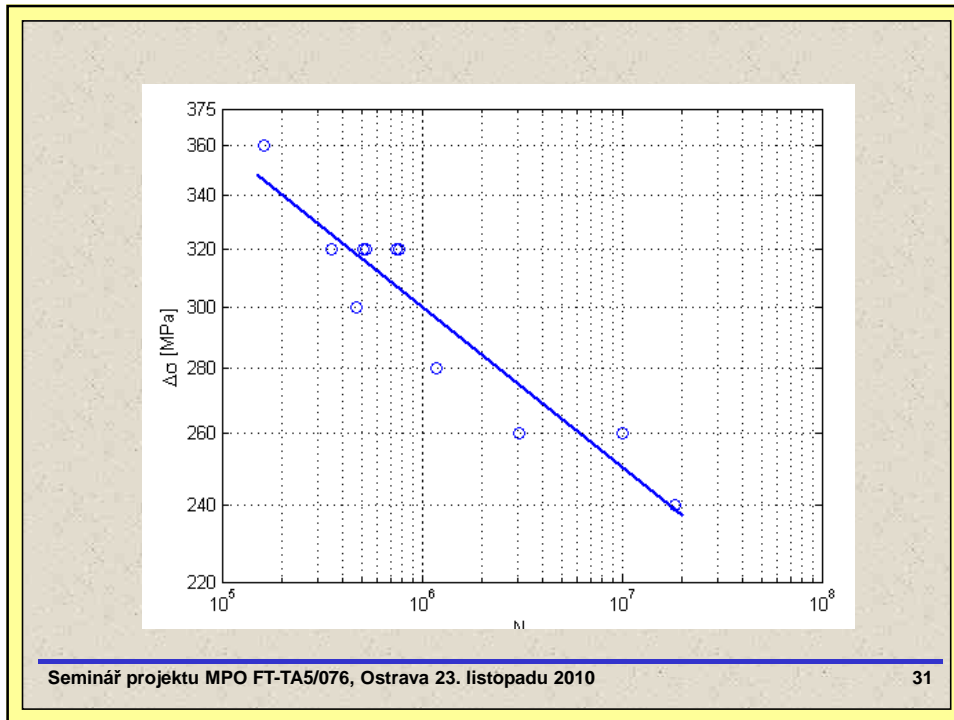
**Dvoustranný statistický toleranční interval (dolní a horní
mez)**

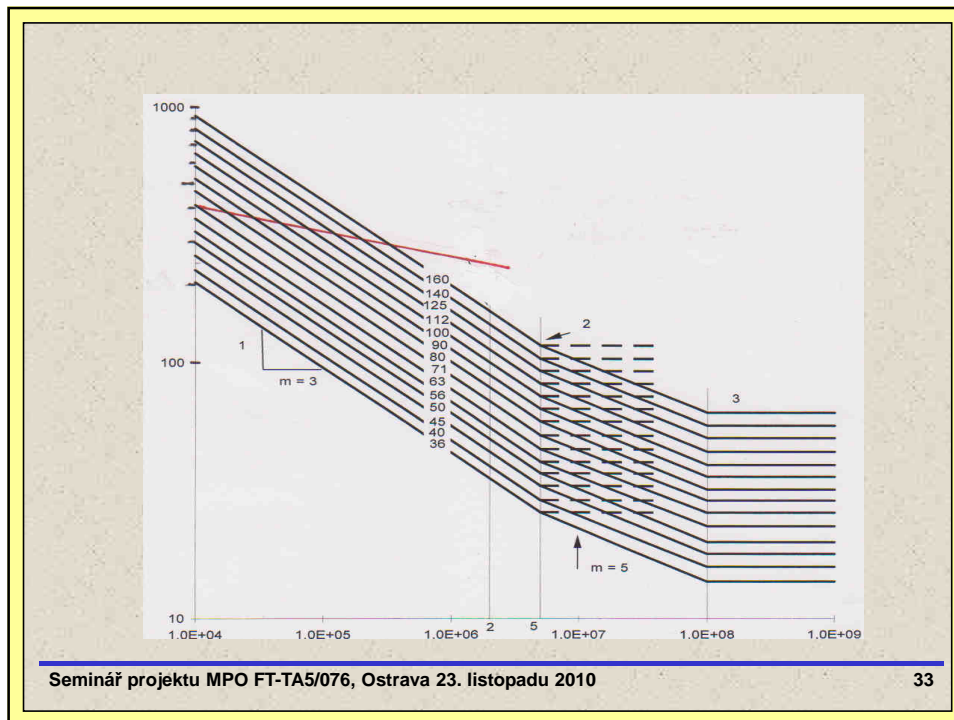
$$\log N_{U,L} = \log \bar{N} \pm k_2 s_{\log N}$$

Seminář projektu MPO FT-TA5/076, Ostrava 23. listopadu 2010

28

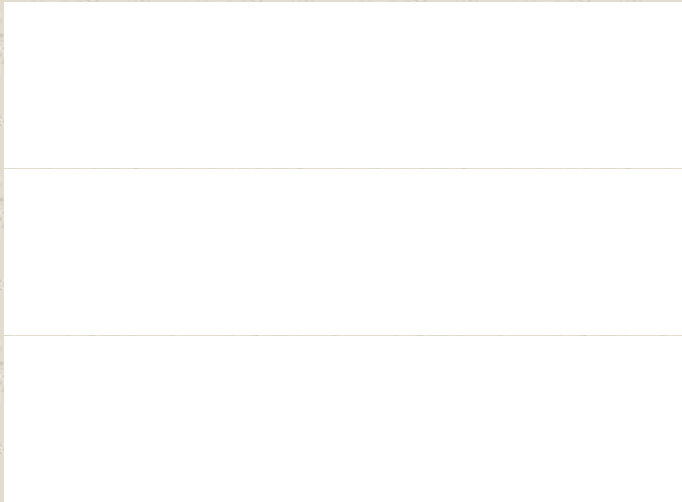






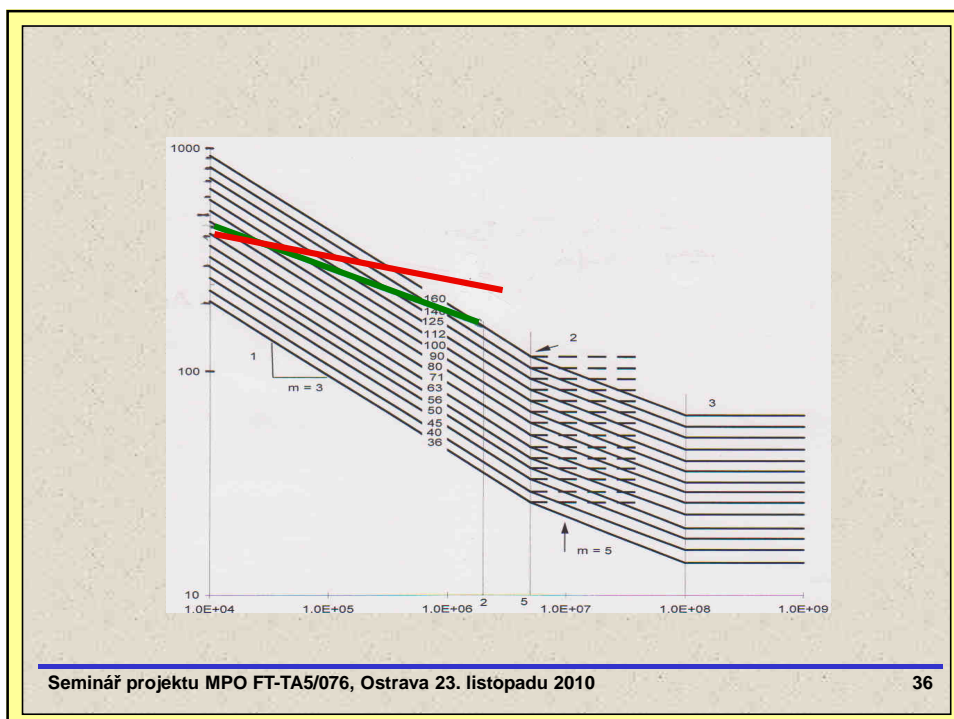
Rozkmity napětí v průsečících křivek životnosti

Kategorie detailu	$\Delta\sigma_B$ (MPa)
160	305
140	320
125	333
112	347



A. Hobbacher, Recommendations for Fatigue Design of Welded Joints and Components.
IIW Doc. XIII-2151r4-07/XV-1254r4-07, December 2008

Seminář projektu MPO FT-TA5/076, Ostrava 23. listopadu 2010
35



Závěry:

- * Působení koroze snižuje výrazně únavovou životnost.
- * Důvodem pro snížení životnosti je vznik koncentrátorů napětí (korozních důlků) na exponovaném povrchu.
- * Provedená měření únavové životnosti indikuje nepoužitelnost křivek životnosti s exponentem $m = 3$ v oblasti nízkých počtů cyklů do lomu, což je v souladu s doporučením IIW.

Materiál



Profil 3

