

# **Analýza poškození odběrového potrubí z uhlíkové feriticko- perlitické oceli vnitřního okruhu chlazení motoru dieselgenerátorové stanice**

Autor bakalářské práce: Pavel Prokop

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Marcel Beňo,  
Ph.D.

Oponent bakalářské práce: Ing. David Schwarz



TE

# Cíl práce

- Analýza poškození svarového spoje odběrového potrubí z uhlíkové feriticko-perlitické oceli vnitřního okruhu chlazení motoru dieselgenerátorové stanice.
- Zaměření na základní poznatky týkající se metalurgické svařitelnosti a jejího vlivu na degradační mechanismy ve výrobě a provozu.



# Výzkumné otázky

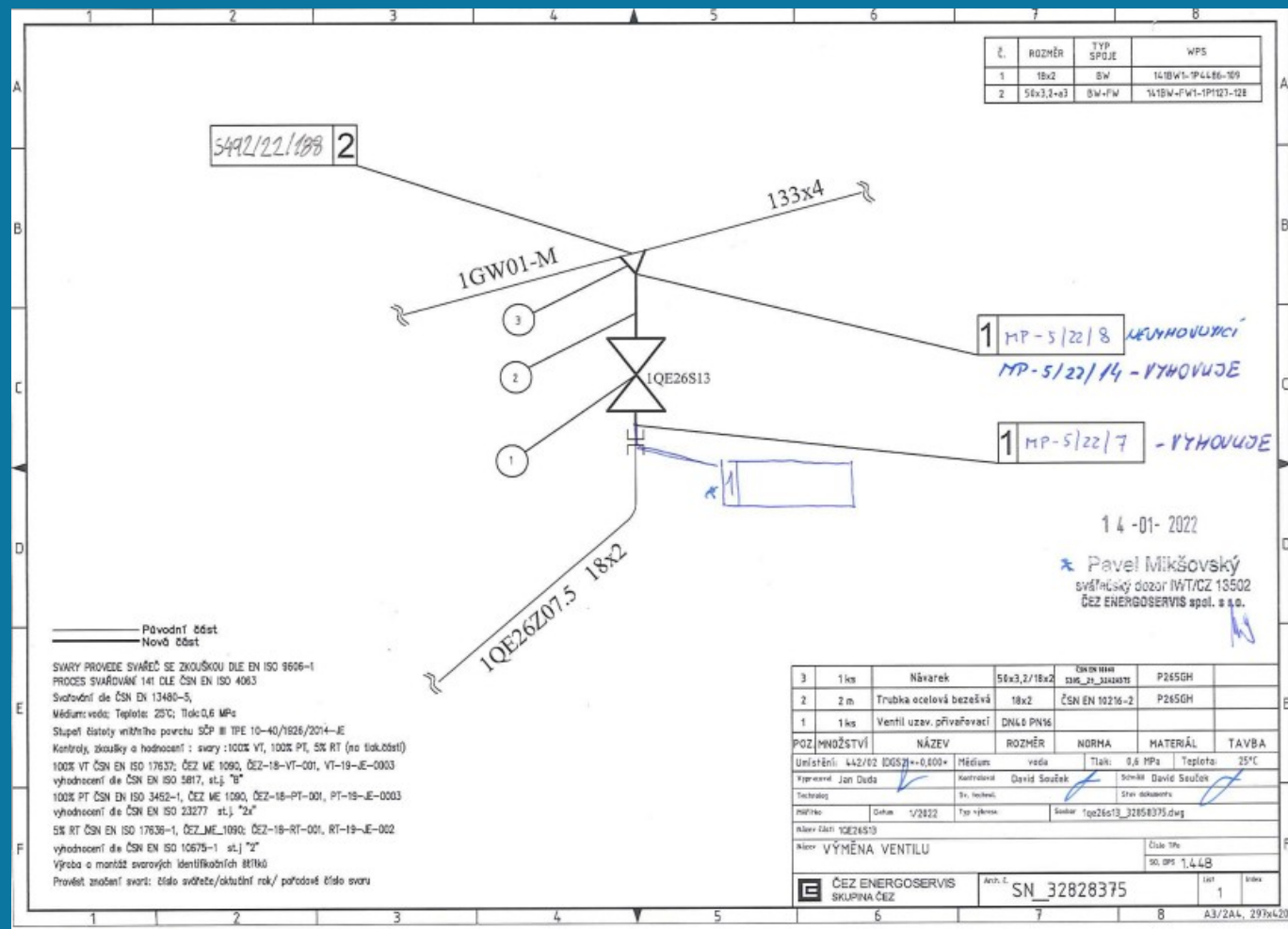
Jaké jsou příčiny vzniku poškození svaru?

Byl správný výrobní postup s ohledem na výkresovou dokumentaci?

Jaká jsou nápravná opatření?

# Aplikační část

- Trasa 1QE26Z07.5
- Uzavírací armatura DN15 PN40 - 1QE26S13
- Redukce DN50/15
- NDT a DT zkoušky





# Vizuální zkouška



- Nebyli zjištěny žádné zjevné vady nebo nedostatky, které by mohli vést k netěsnostem

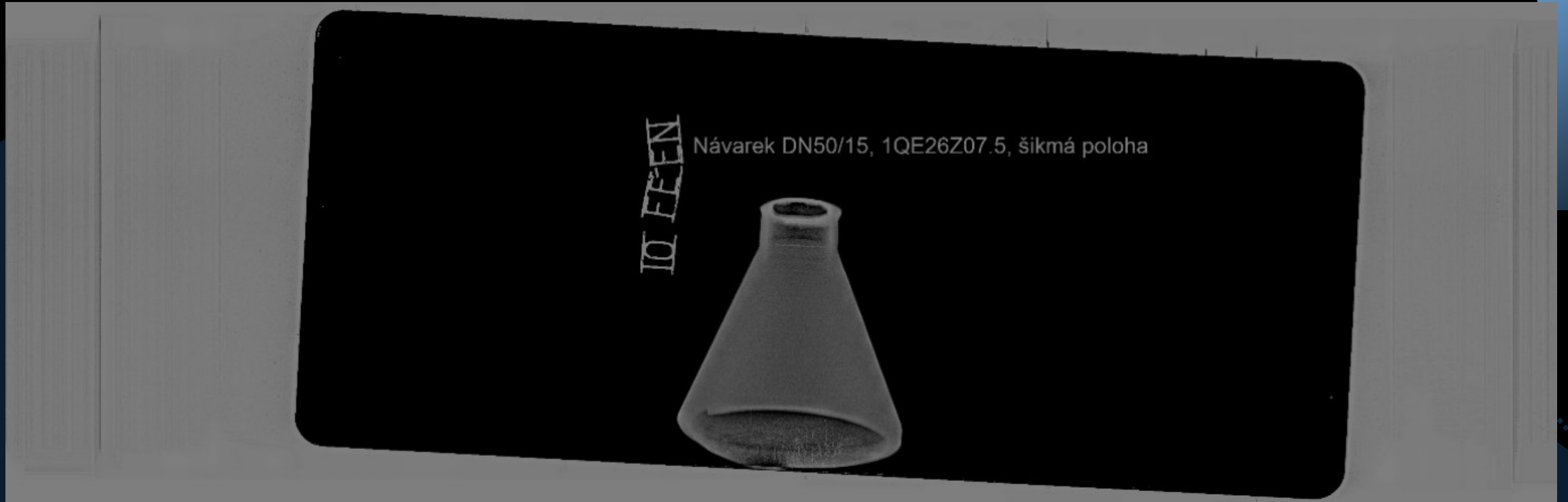


Kapilární zkouška



Rozměry trhliny jsou 30 mm

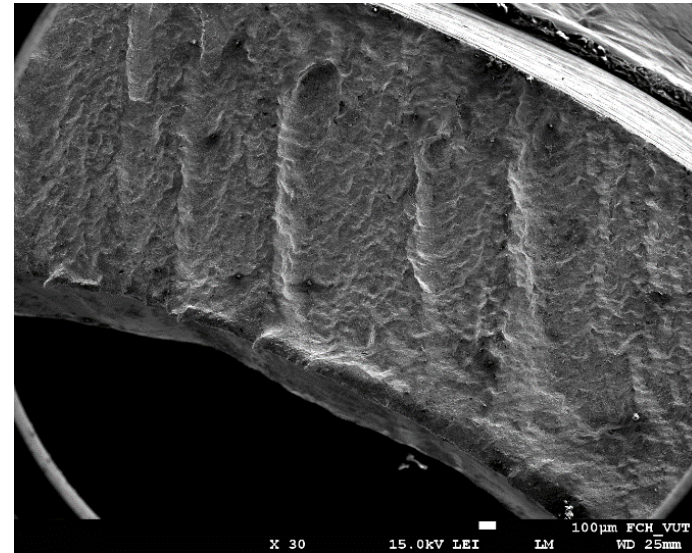
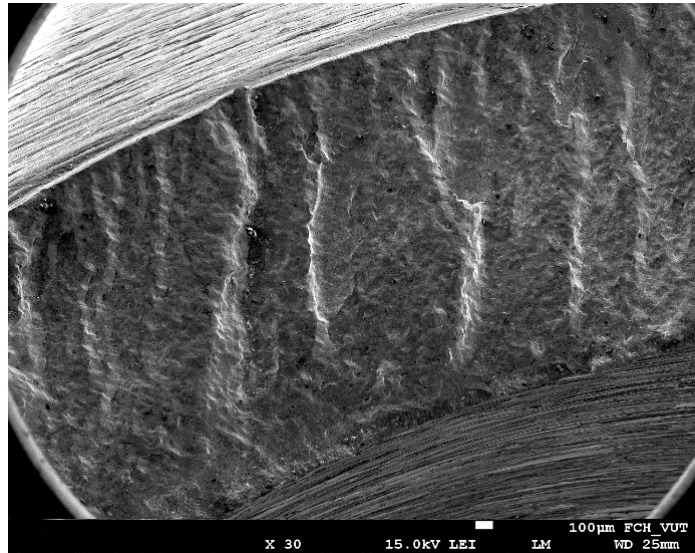
# Radiografická zkouška



- Obvodová trhlinka v oblasti přechodu redukce
- Stopy po soustružení



# Fraktografie



- Tvárný transkrystalický únavový lom, vznik únavových striací
- Pomocí harmonického namáhání se únavový lom šířil z vnějšího povrchu směrem k vnitřnímu

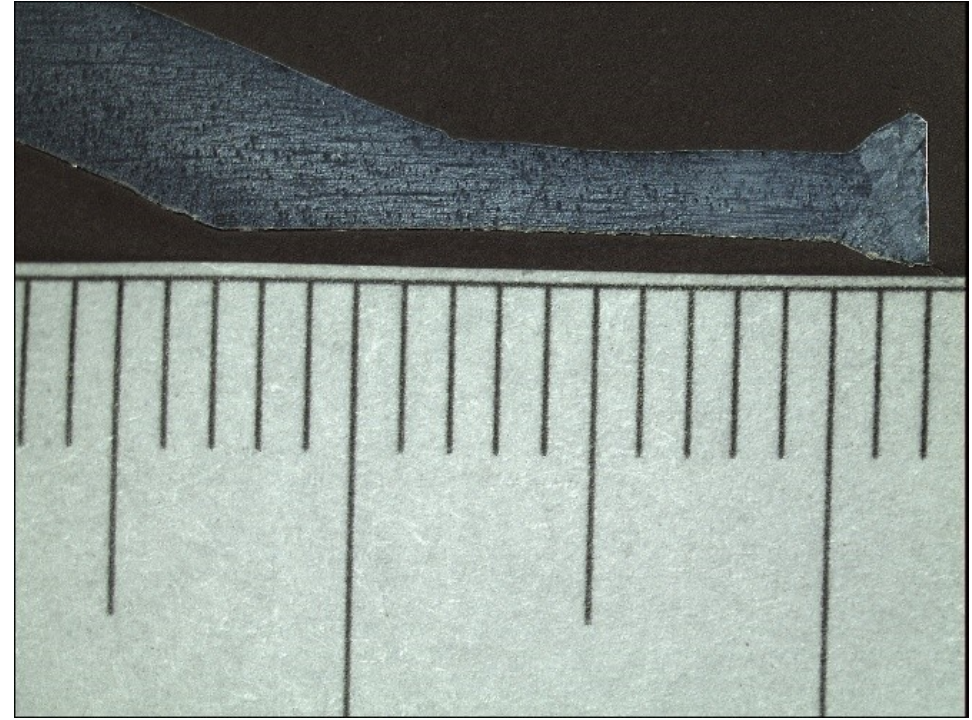
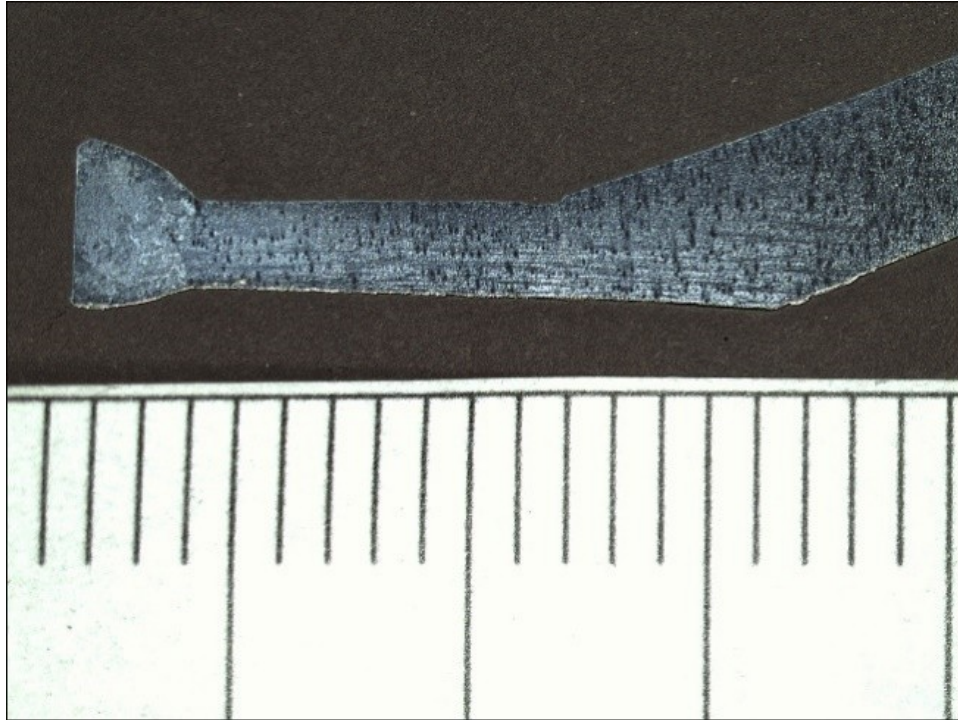
# Prvková analýza

- Kontaminace biologickými nečistotami
- Obsah křemíku a chromu překračuje stanovené normy

Chemický prvek	Koncentrace v %
Si	0.47003
P	0.02514
S	0.02531
Ti	0.06768
Cr	0.50003
Mn	0.78706
Fe	97.26215
Ni	0.57227
Cu	0.24479
Mo	0.03150

Prvek	Wt %
O	10,69
Al	0,18
Si	1,65
K	0,10
Ca	0,38
Cr	0,16
Mn	0,71
Fe	86,16

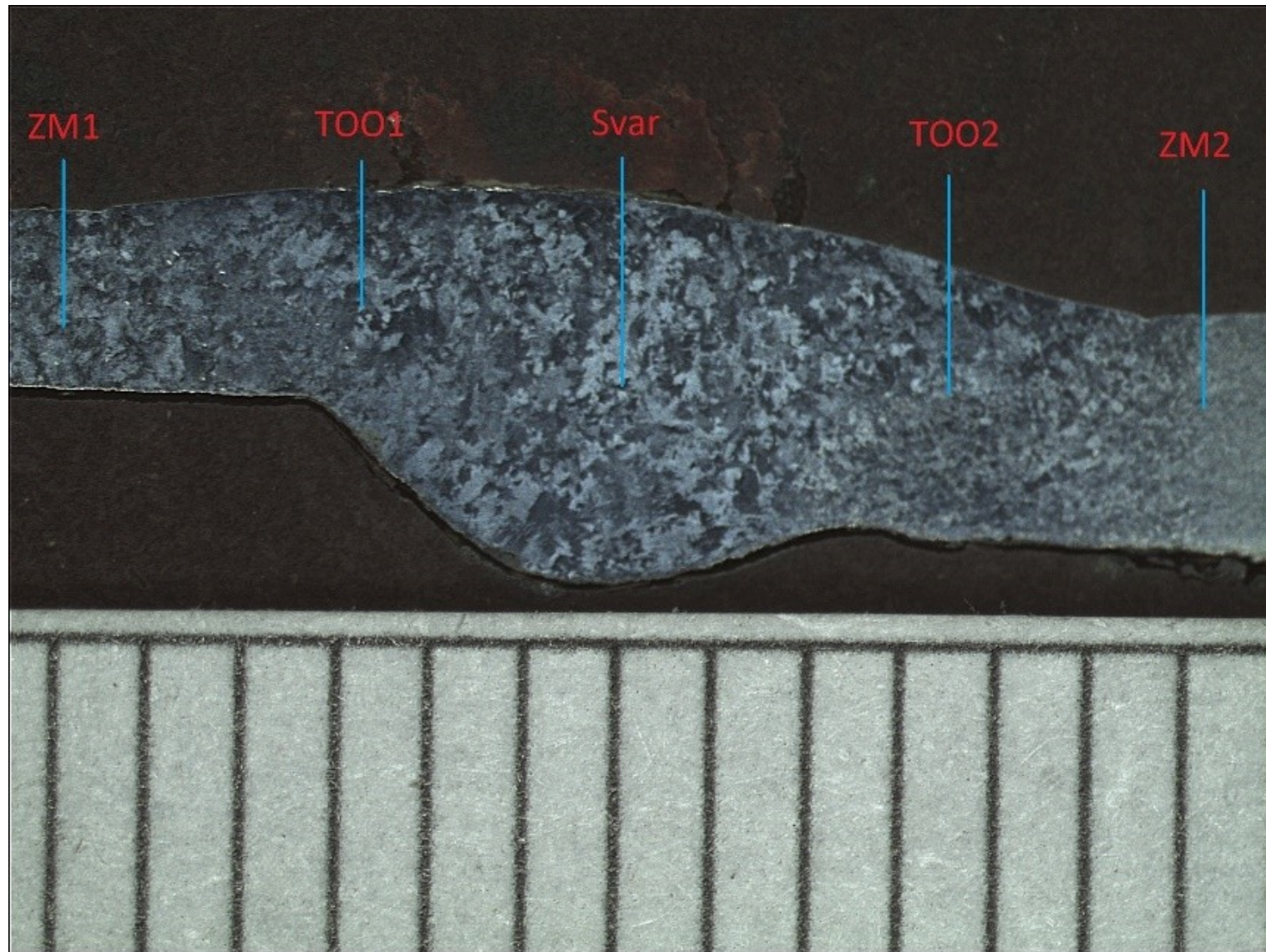
# Metalografická analýza makrostruktury



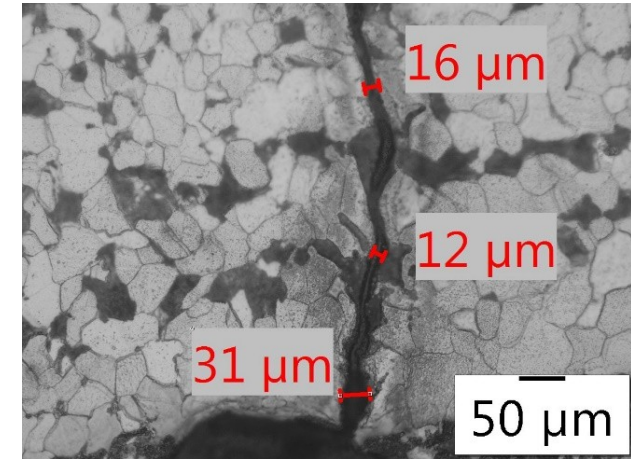
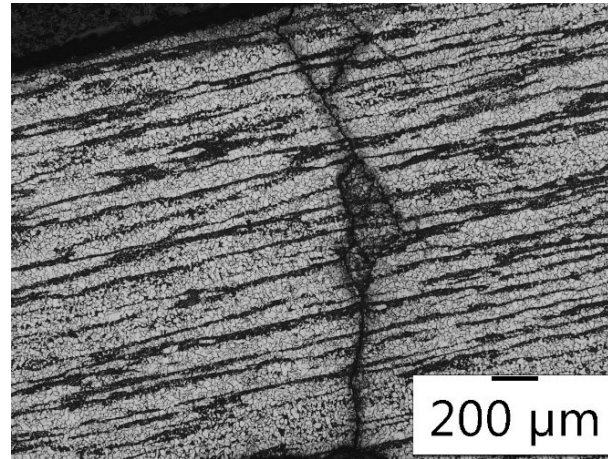
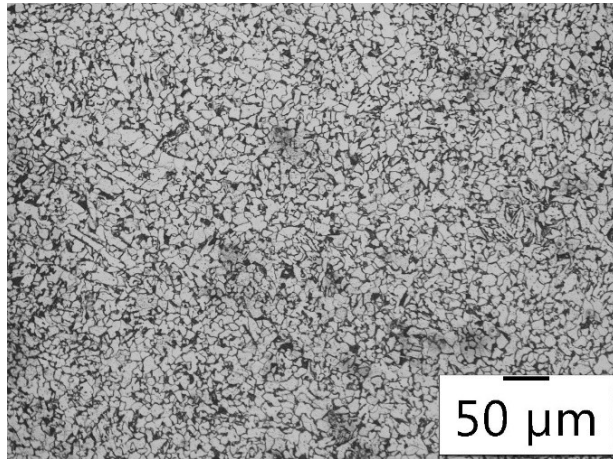
- Zápich soustružnickým nožem
- Jemnozrnná struktura
- Již viditelná trhlina

# Metalografická analýza mikrostruktury

---

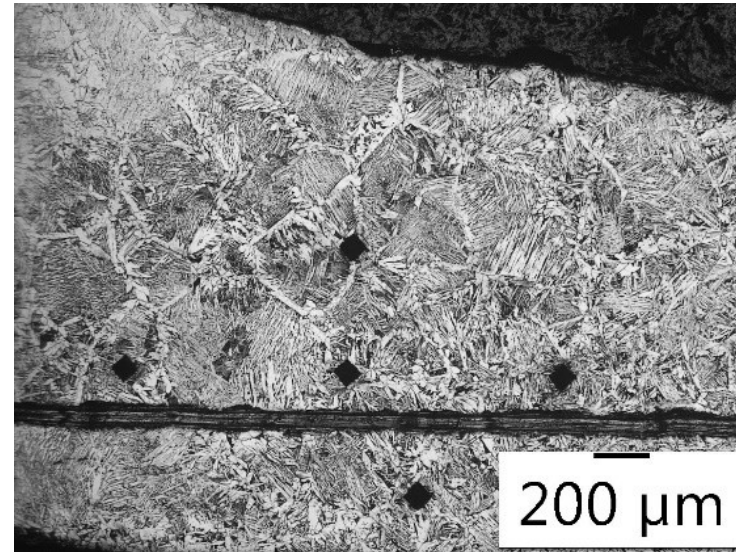
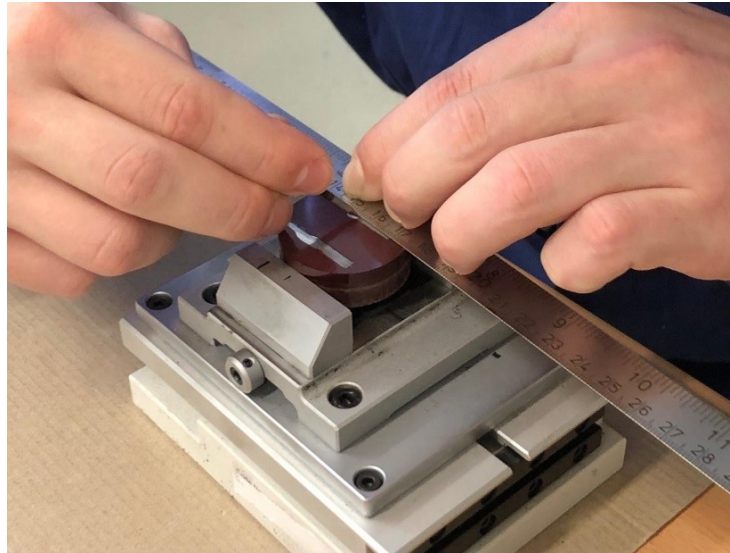


# Mikrostruktura



- Základní materiály mají charakteristickou feriticko-perlitickou jemnozrnnou strukturu
- V základním materiálu redukce byla zjištěna trhlina šířící se přes celou tloušťku stěny
- Trhlina má rozvětvený tvar
- Základná Widmanstättetova struktura

# Měření tvrdosti



- Ve svarovém kovu tvrdost 223,8 HV10.
- Nejvyšší naměřená tvrdost v TOO měla hodnotu 215,9 HV10
- Norma stanovuje maximální přípustnou hodnotu 380 HV10

# Návrh opatření

- Důslednější dohled nad výrobou strojních součástí
- Rozložení kotvicích prvků s ohledem na požadovanou seismickou odolnost
- Volba vhodného svařovacího režimu, tj. tepelného příkonu
- Zavedení vzdělávacích aktivit zaměřených na výcvik pracovníků technické kvality
- Nastavení a dodržování mezihousenkové teploty max. 250 °C

# Doplňující dotazy

- Lze na základě získaných poznatků posoudit, zda používaná uhlíková ocel je z pohledu provozu vhodným řešením?
- Jaká další opatření by mohla snížit rizika poškození potrubních tras anebo jejich dílů (komponentů)?
- Jsou získané technické poznatky přenositelné i na ostatní jaderná zařízení?



Děkuji za pozornost