



MASARYKOVA UNIVERZITA V BRNĚ  
Pedagogická fakulta  
Katedra technické a informační výchovy



## Novinky ve vědě a technice

**NOVÉ MATERIÁLY A TECHNOLOGIE  
V ENERGETICKÉM STROJÍRENSTVÍ**

Ing. Zdeněk Hodis, Ph.D.

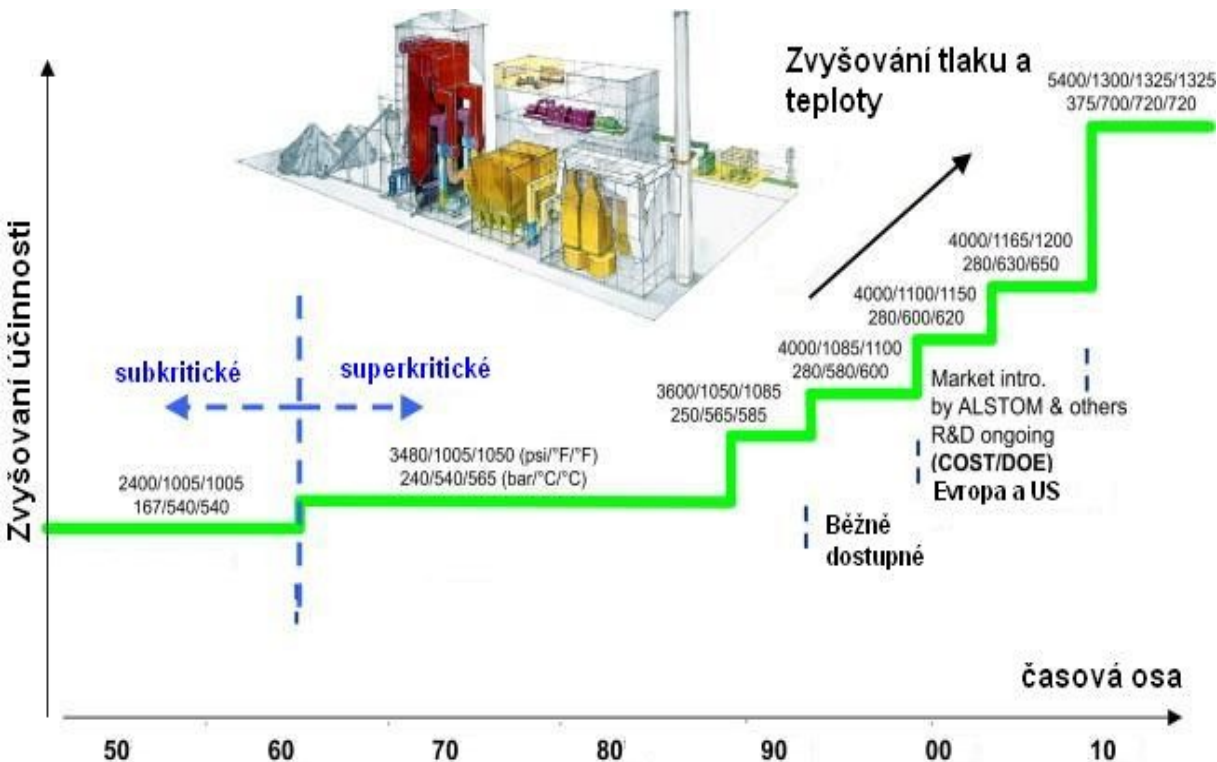
# ÚVOD

## MODERNÍ TRENDY

Energetické strojírenství - výzkum nových žárovevných materiálů (USC – 30MPa, 566°C).

EVROPA – modernizace zastaralých provozů.

ASIE – poptávka po nových zdrojích (tepelné a jaderné elektrárny).

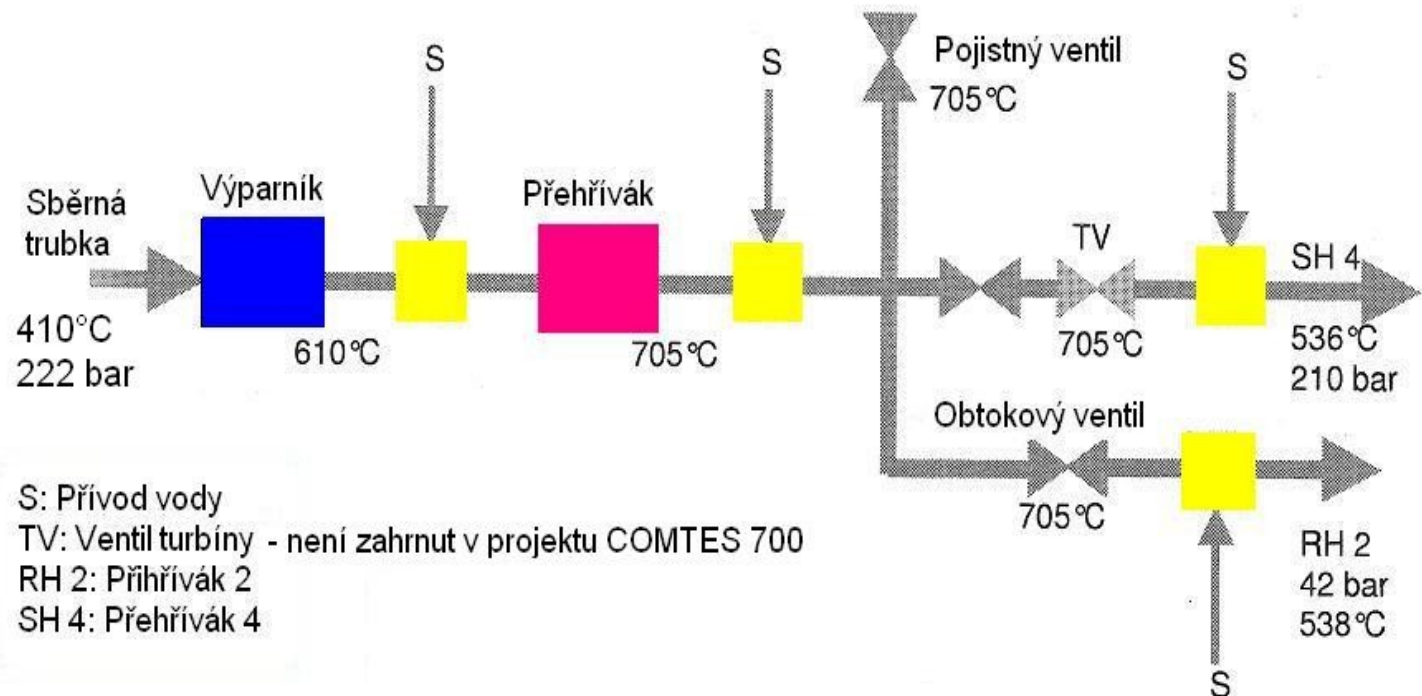
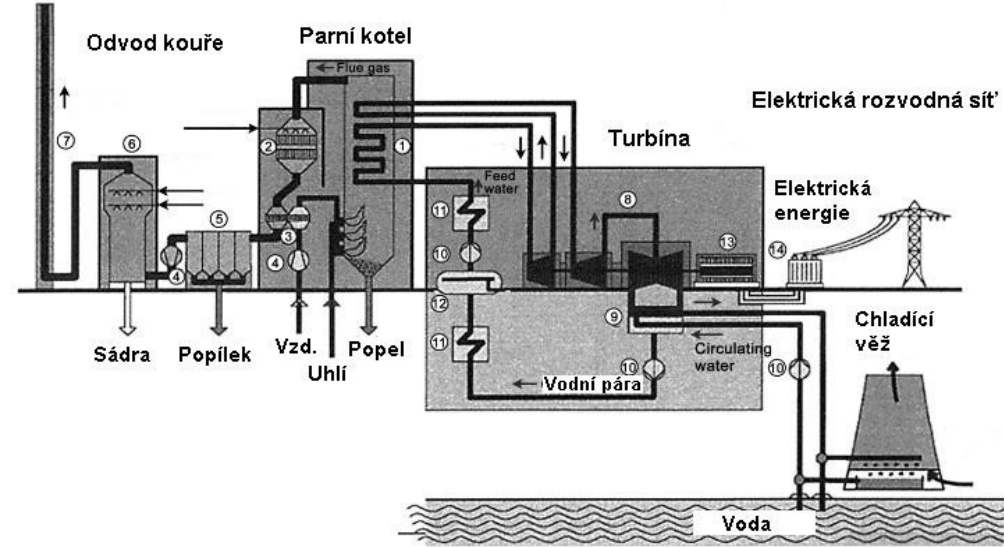


**Obr. 1** Trendy zvyšování účinnosti energetických zařízení

# ÚVOD

## MODERNÍ TRENDY

**Obr. 2** Použití moderních materiálů v energetických rozvodech



# POKROČILÉ MATERIÁLY

## PROVOZNÍ PARAMETRY ENERGETICKÝCH ZAŘÍZENÍ

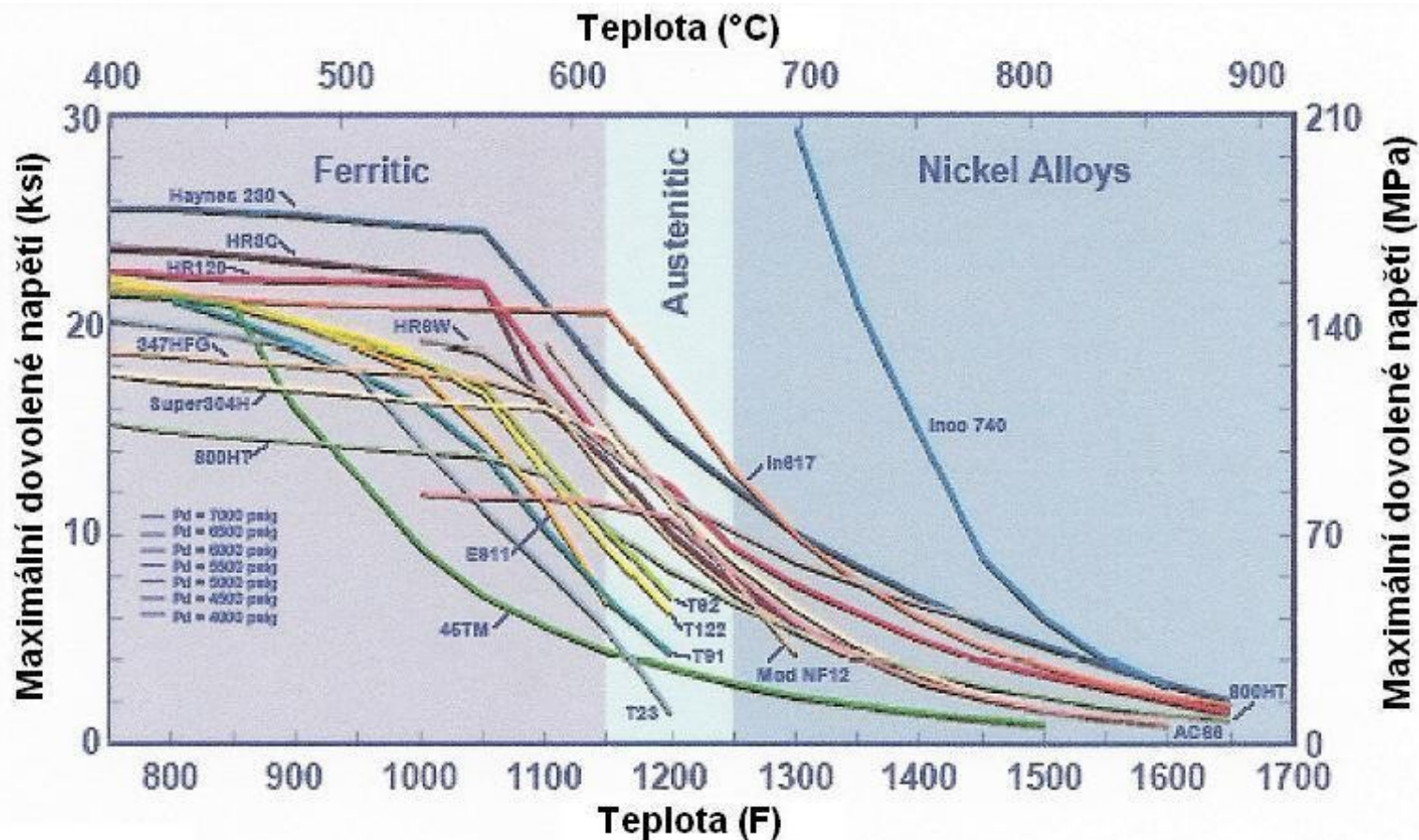
Zařízení s vyššími parametry páry umožňuje lepší využití surovin a tím i ekologicky šetrnější a úspornější provoz.

**Tab. 1** Zvyšování provozních parametrů páry v energetickém strojírenství.

	Parametry páry [MPa, °C]	Celková účinnost [%]
Subcritical	17 MPa, 500	37-38
Supercritical	24 MPa, 550	40-41
Ultra-supercritical (USC)	30 MPa, 600	44-45

# POKROČILÉ MATERIÁLY

## OBLASTI VYUŽITELNOSTI ŽÁROPEVNÝCH OCELÍ



Obr. 3 Přehled žárovevných slitin a jejich použitelnost za vysokých teplot.

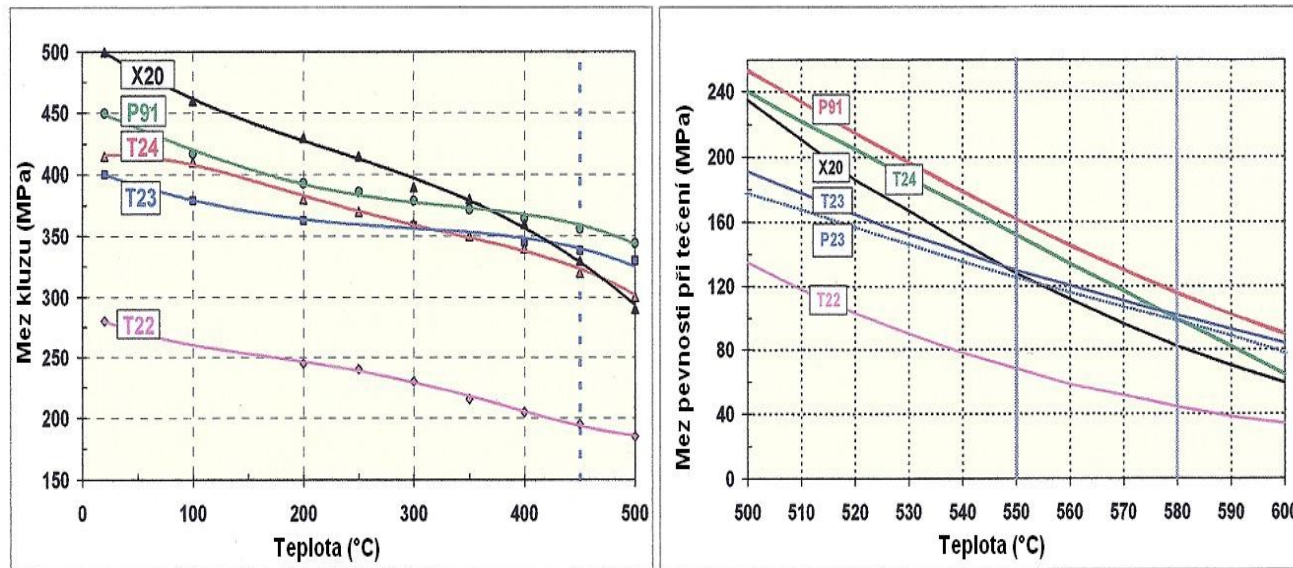


# POKROČILÉ MATERIÁLY

## ŽÁROPEVNÉ OCELI - PEVNOSTNÍ CHARAKTERISTIKY

Primárními požadavky na žárovevné oceli - odolnost proti creepu a korozní odolnost.

Žárovevné oceli : nelegované (uhlíkové) oceli (do 480 °C);  
nízkolegované oceli (do 580 °C); vysokolegované chromové (600-650 °C); austenitické oceli (do 700°C).



Obr. 4 Srovnání pevnostních charakteristik žárovevných feritických ocelí.

# POKROČILÉ MATERIÁLY

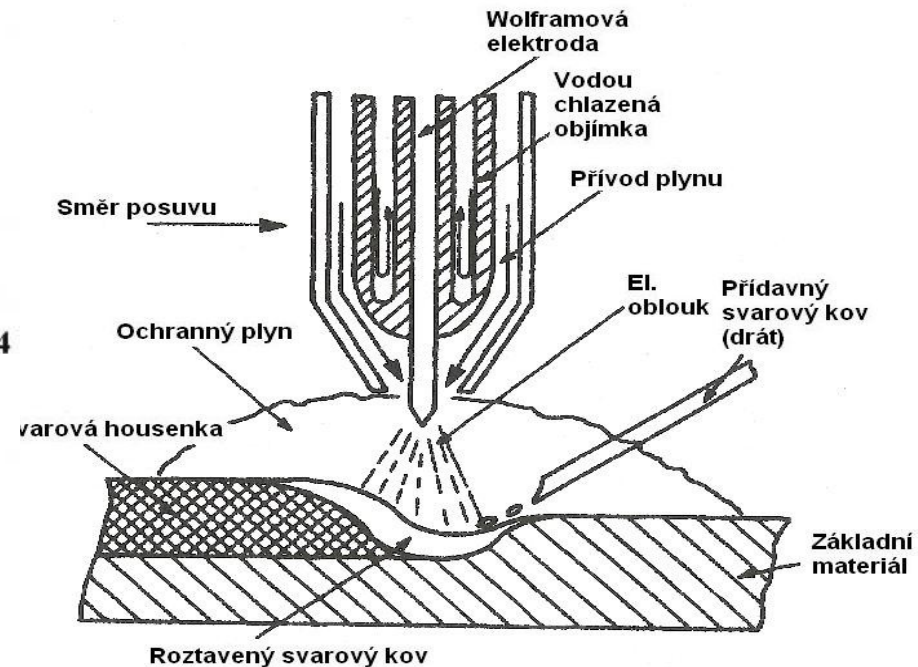
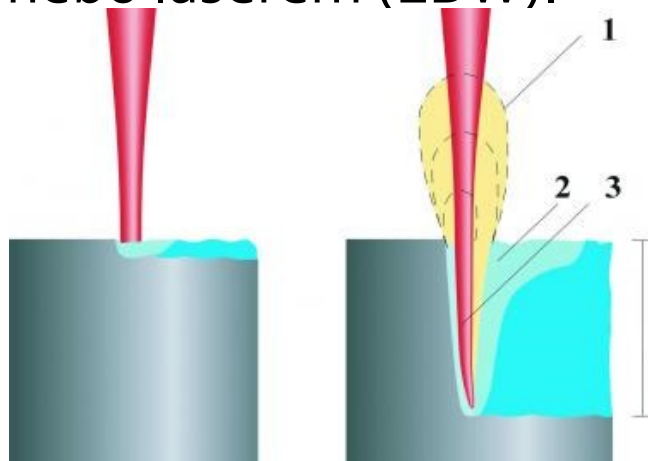
## VÝVOJOVÉ ETAPY ŽÁROPEVNÝCH OCELÍ

Etap a	Období	Modifikace chemického složení	$R_{mT}/10^5/600$ C [MPa]	Materiály	Max. prov. tepl. [ C]
I.	1960-70	Mo, Nb, V do 12Cr a 9CrMo ocelí	60	EM12, HCM 9 F9, HT91	565
II.	1970-85	Optimalizace C, Nb a V	100	HCM12, P/T91	593
III.	1985-95	Částečné nahrazení Mo wolframem	140	P92, E911, HCM12A,	620

# NOVÉ TECHNOLOGIE

## METODY SVAŘOVÁNÍ ŽÁROPEVNÝCH OCELÍ

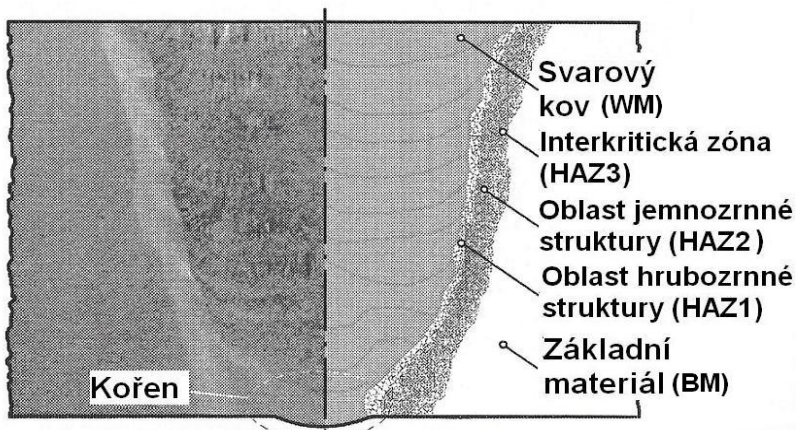
- svařování netavící se wolframovou elektrodou v inertním plynu (Gas Tungsten Arc Welding – **GTAW**, starší označení Tungsten Inert Gas - **TIG**);
- svařování elektronovým paprskem (Electron Beam Welding – EBW) nebo laserem (LBW).



**Obr. 5** princip svařování GTAW a svařování laserem.



# NOVÉ TECHNOLOGIE SVAROVÉ SPOJE, PWHT



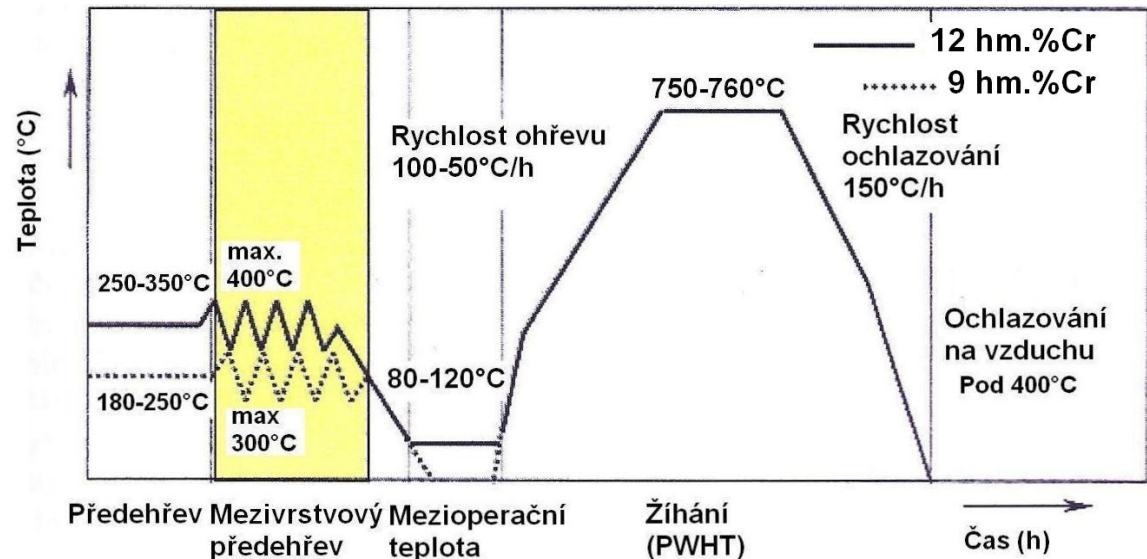
**Obr. 6** Oblasti HAZ svarového spoje.

Heat Affected Zone - HAZ

**Obr. 7** Tepelné režimy svařování 9-12% Cr ocelí

Tepelné režimy svařování:

- svařování s předeheřevem a mezivrstvou nad  $M_s=350^{\circ}\text{C}$ ,
- svařování pod  $M_s$ ;



# LITERATURA

- [1] PILOUS, V., STRÁNSKÝ, K. Strukturní stálost návarů a svarových spojů v energetickém strojírenství. Praha: ACADEMIA, 1989. ISBN 80-200-0007-0.
- [2] FREMUNT, P., PODRÁBSKÝ, T. *Konstrukční oceli*. Brno: Cerm , 1996, 267s. ISBN 80-85867-95-8.
- [3] HALD, J. Creep Resistant 9-12%Cr Steels - Long-term testing, microstructural stability and development potentials. In *Super-High Strength Steels*. Roma, Italy, 2005. [CD-ROM].
- [4] ZLÁMAL, B. Strukturní stabilita heterogenních svarových spojů žárovevných ocelí. Disertační práce. Brno, VUT Fakulta strojního inženýrství, 2007, 97s.
- [5] MESSLER, R.W., Jr. *Principles of Welding*. Weinheim: WILEY-VCH Verlag GmbH , 2004, 662s. ISBN-10: 0-471-25376-6.

# DĚKUJI ZA POZORNOST

