



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Název a adresa školy:

**Střední škola průmyslová a umělecká, Opava, příspěvková  
organizace, Praskova 399/8, Opava, 746 01**

IČO:

47813121

Projekt:

OP VK 1.5

Název operačního programu:

OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost

Typ šablony klíčové aktivity:

III/2 Inovace a zkvalitnění výuky prostřednictvím ICT  
(20 vzdělávacích materiálů)

Název sady vzdělávacích materiálů:

**STT I**

Popis sady vzdělávacích materiálů:

Strojírenská technologie, 1. ročník

Sada číslo:

B-06

Pořadové číslo vzdělávacího materiálu:

16

Označení vzdělávacího materiálu:  
(pro záznam v třídní knize)

VY\_32\_INOVACE\_B-06-16

Název vzdělávacího materiálu:

**Kalení I**

Zhotoveno ve školním roce:

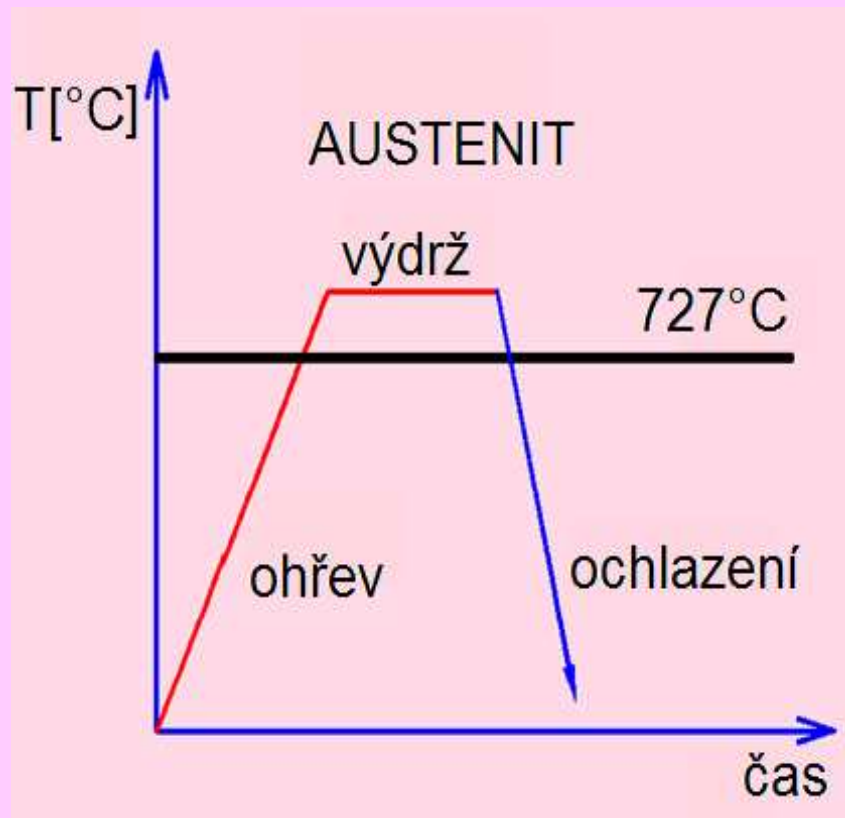
2011/2012

Jméno zhotovitele:

Ing. Hynek Palát

# Kalení

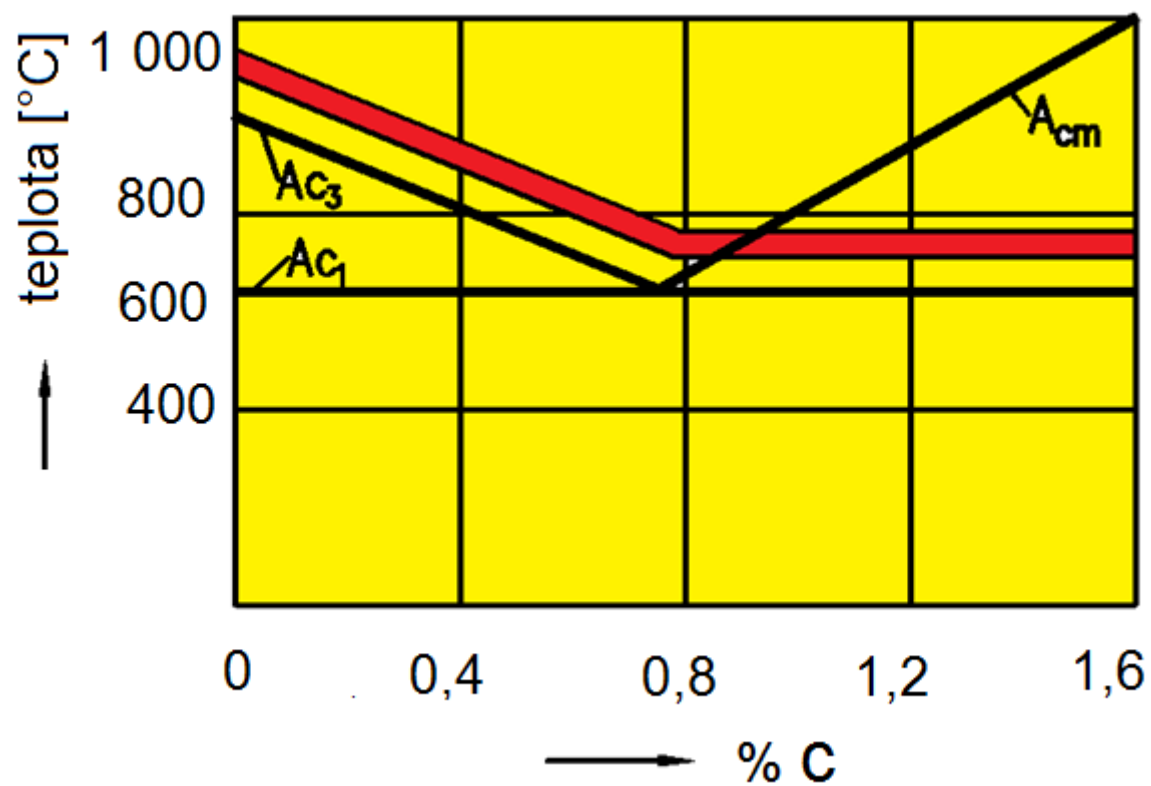
Kalení je tepelné zpracování za účelem dosažení vyšší tvrdosti oceli.



Kalení spočívá v :

- **ohřevu** na kalící teplotu (nad  $727^{\circ}\text{C}$ ) , do oblasti austenitu;
- **výdrži** na této teplotě , aby se celý objem materiálu stačil přeměnit a austenit;
- **ochlazování** kritickou rychlostí pod teplotu  $727^{\circ}\text{C}$ , kde je austenit nestabilní a rozpadá se na nové „tvrdé“ fáze, které jsou stabilní - **perlit, bainit, martenzit**.

## Průběh kalících teplot

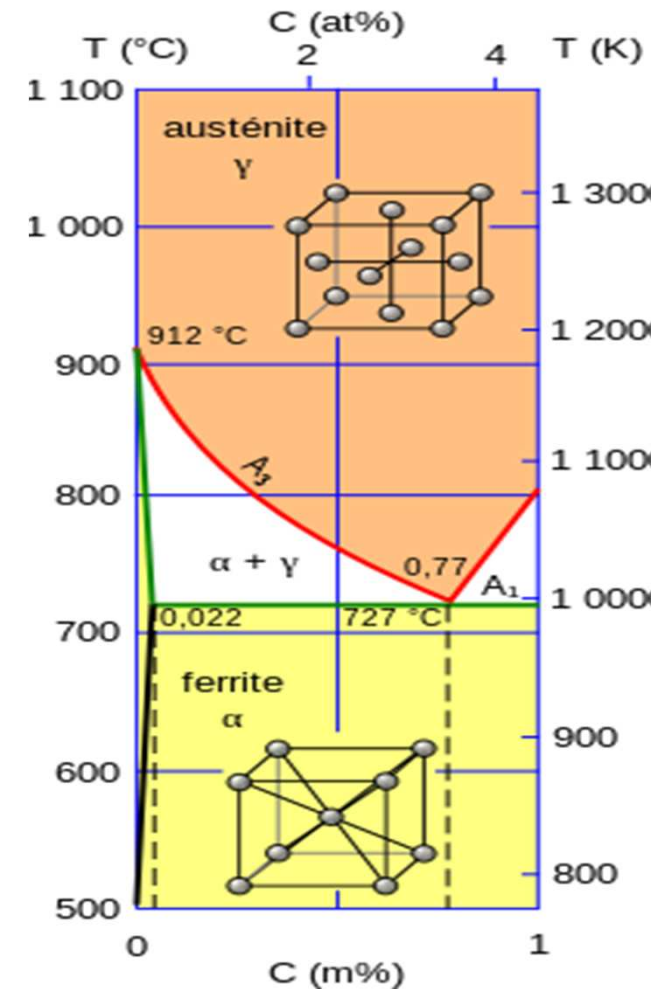


# Kalení = Rozpad Austenitu

## Kalení

Spočívá v Rozpadu Austenitu na **perlit**, **bainit**, nebo **martenzit**.

Ochlazování probíhá tzv. **kritickou rychlostí**, čímž se potlačí přirozená krystalizace a vznikají struktury nové s velkou tvrdostí.



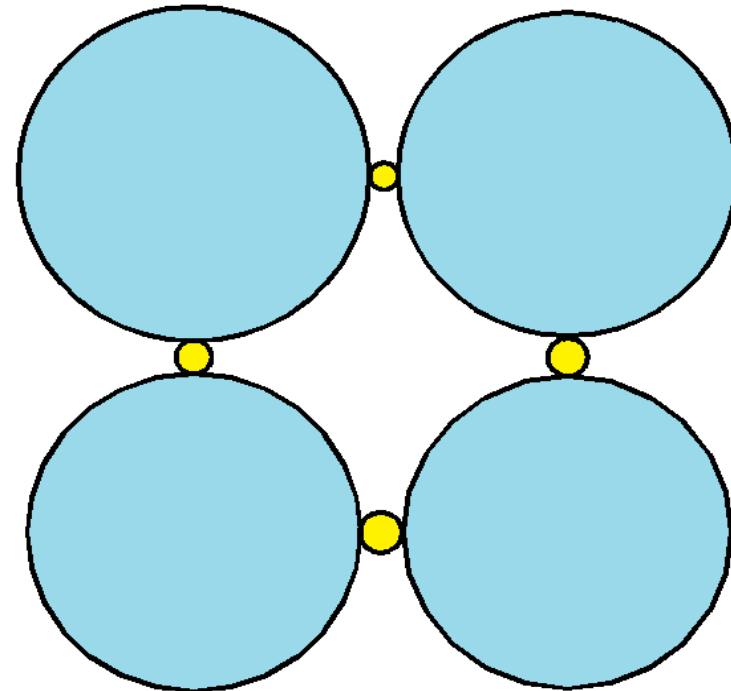
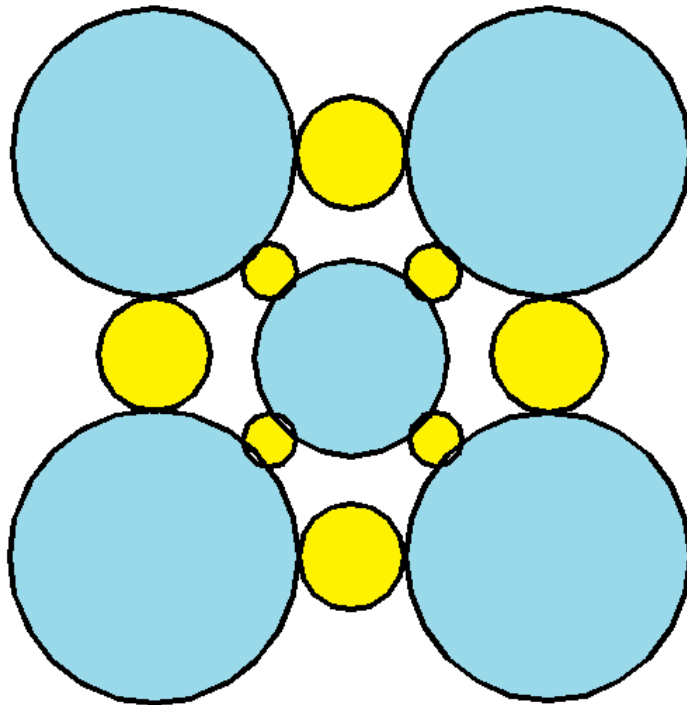
## Podmínka kalení

- Oceli musí mít technologickou vlastnost - **kalitelnost** = schopnost ocelí dosáhnout kalením určité tvrdosti.
- Kalitelné oceli jsou jen ty, které mají více než **0,35% C.**
- Proto, pokud ocel tolik uhlíku nemá, musíme jej dodat **cementováním.**

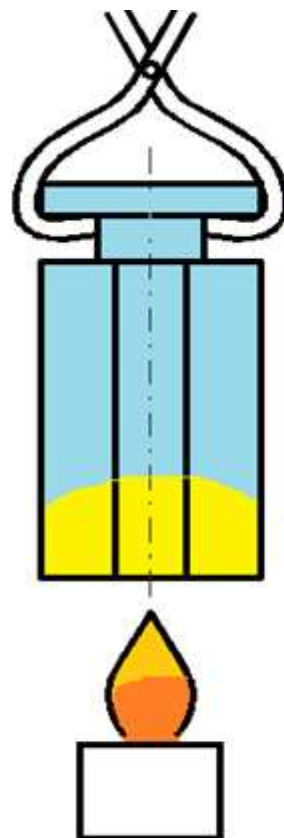
# Austenit a ferit

Austenit je tuhý roztok C v  $\text{Fe}\gamma$ .

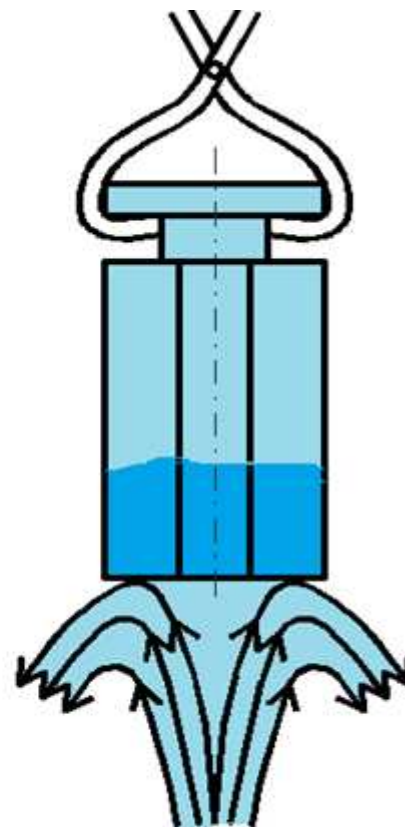
Ferit je tuhý roztok C v  $\text{Fe}\alpha$ .



# Jominiho zkouška prokalitelnosti

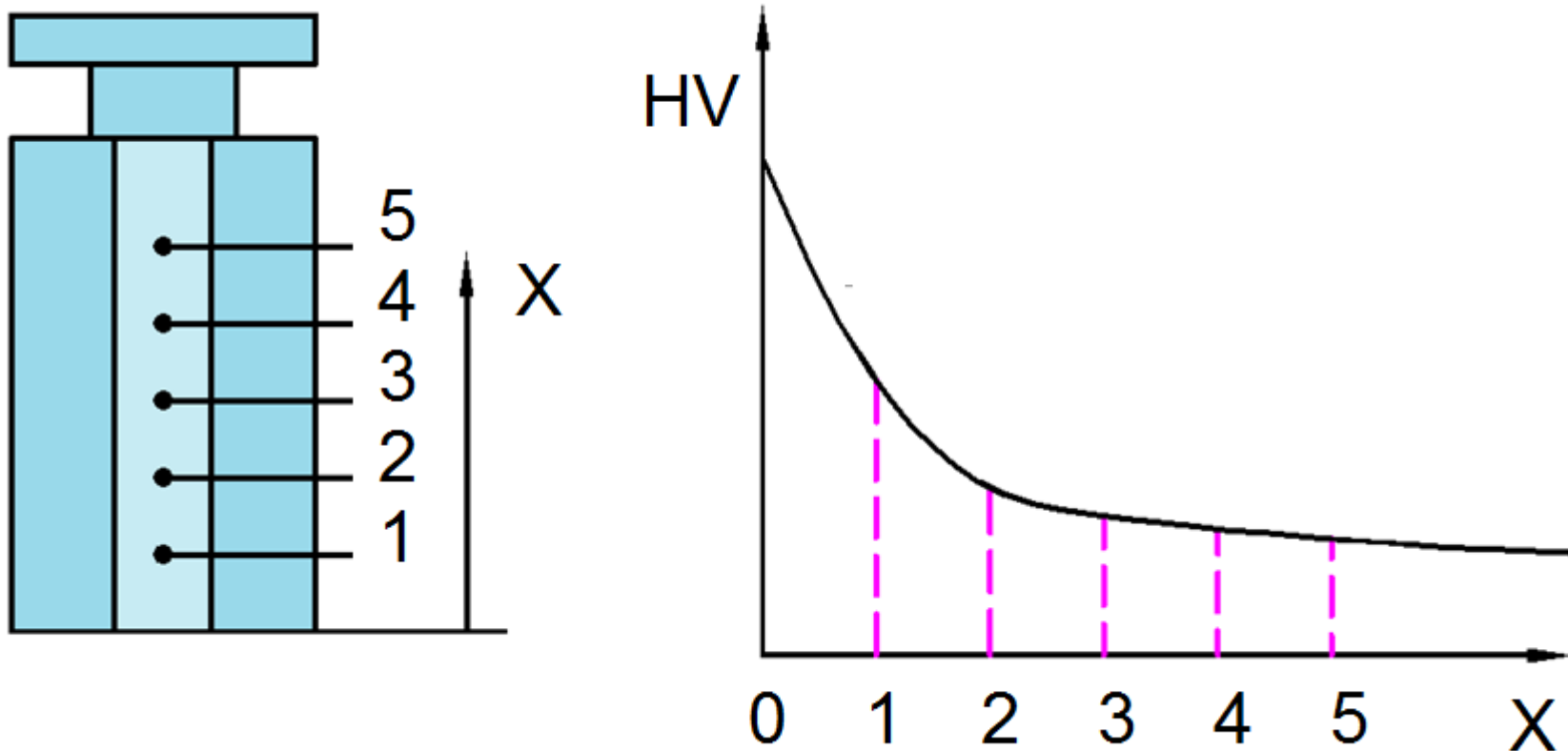


ohřev na austenit



15°C voda

## Výsledek Jominiho zkoušky





# Kalící prostředí

## Ohřev :

### a. Plamenem

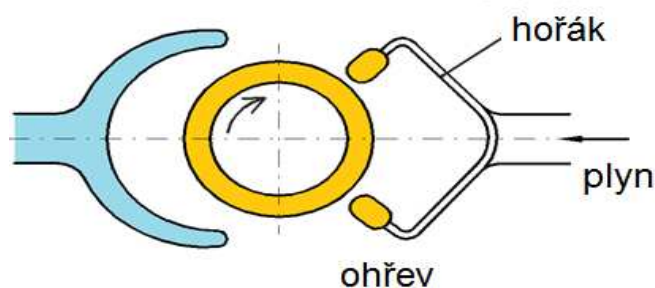
hořák s  $O_2 + C_2H_2$  plamenem, možno použít svítiplyn, propan.

V hořáku je umístěna vodní sprcha nebo předmět po ohřátí ponoříme do lázně.

### b. Indukčně

cívkou, která má 1 nebo 2 závity z Cu trubky.

Cívkou prochází proud o určité frekvenci, vznikají vířivé proudy, které součást zahřejí.



## Ochlazení:

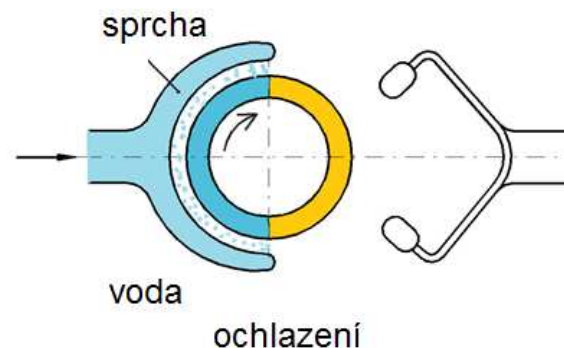
a) **vodou** – vzniká velké pnutí, není plynulé, účinek lze zvýšit pohybem chladicí látky nebo předmětu;

b) **vodnými roztoky** – do vody se přidávají mýdlo, olej, sklo, abychom zvýšili teplotu varu;

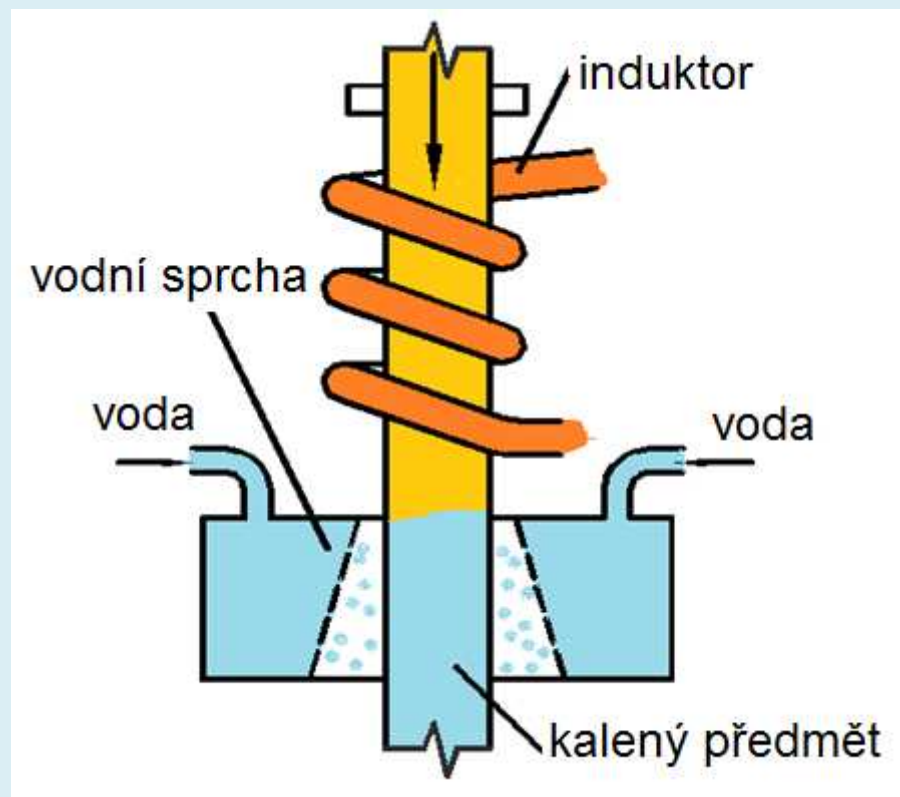
c) **vodní sprchy** - mají největší chladicí účinek;

d) **oleje** – mírné kalící prostředí, 10× pomalejší než voda;

e) **na vzduchu**.



## Indukční ohřev + chlazení sprchou



## Úkoly:

- Z diagramu Fe – Fe<sub>3</sub>C odečtete kalící teplotu ohřevu oceli se 2% C.
- Jaké kalící prostředí (voda, olej, vzduch) je nejlepší?
- Jaká je podmínka kalení ocelí?
- Jaký způsob ohřevu byste zvolili pro rozměrný obrobek?
- Jaký byste zvolili pro kalení hřídelových součástí?
- Popište průběh Jominiho zkoušky prokalitelnosti. K jakým závěrů dojdeme? Popište graf HV - x

## Seznam použité literatury

- Hluchý, M., Kolouch, J. *Strojírenská technologie 1 – 2.díl*, 3. vyd. Praha: Scientia, 2002. ISBN 80-7183-265-0.
- Dillinger, J. a kol. *Moderní strojírenství pro školu a praxi*, Praha: Europa – Sobotáles, 2007. ISBN 978-80-86706-19-1.