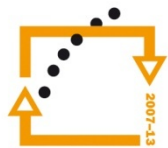




MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

INVESTICE  
DO ROZVOJE  
VZDĚLÁVÁNÍ

**Střední průmyslová škola a Vyšší odborná škola technická Brno, Sokolská 1**

**Šablona:** Inovace a zkvalitnění výuky prostřednictvím ICT

**Název:** Kontrola a měření strojních součástí a jejich polotovarů

**Téma:** **Zkoušky houževnatosti**

**Autor:** Ing. Smolek Jan

**Číslo:** VY\_32\_INOVACE\_23-08

**Anotace:** Prezentace jako podpora k výkladu o zkouškách houževnatosti materiálu užívaných ve strojírenství.

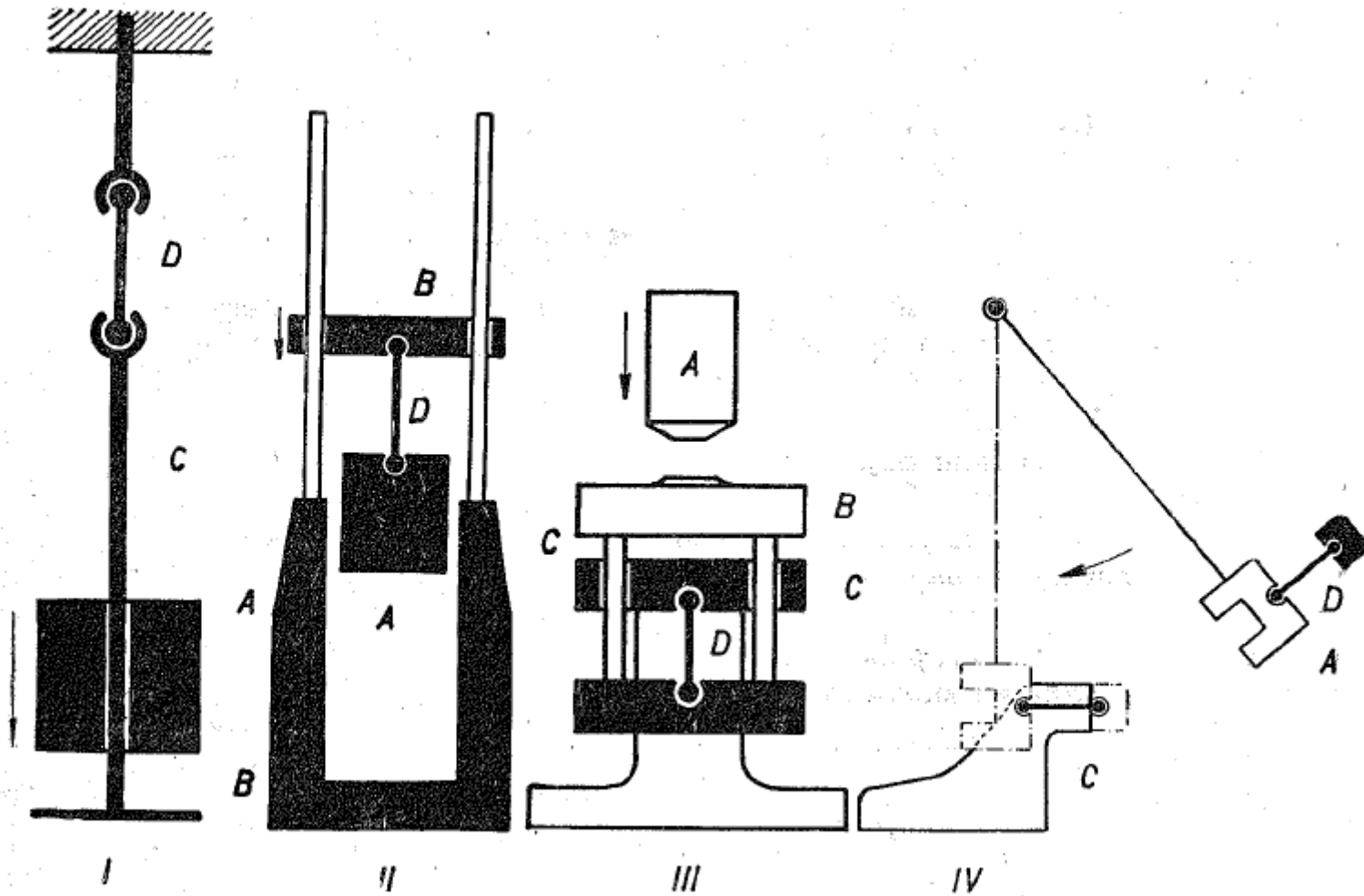
Problematika je zmiňována (nejen) ve Strojních a technologických laboratořích středních průmyslových škol. DUM je určen především pro čtvrté ročníky všech oborů.

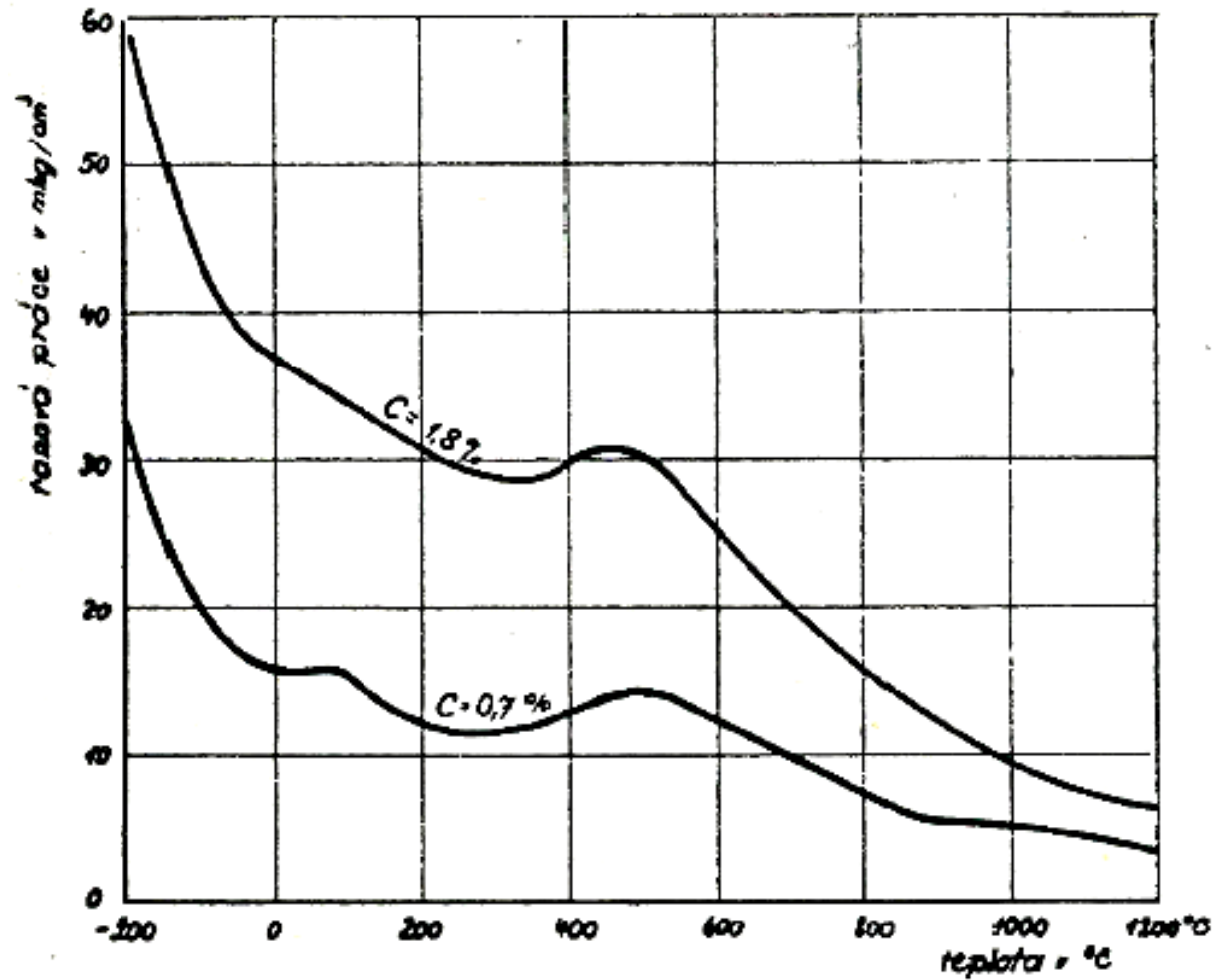
Materiál byl vytvořen květnu 2013.

# Zkoušky houževnatosti:

- Rázová tahem (tažnost, zúžení)
- Rázová tlakem
- Rázová ohybem
  - vzorek s vrubem
    - Kyvadlové kladivo Charpy (Amsler)
    - Kyvadlové kladivo Izod
  - vzorek bez vrubu
- Rázová krutem

## Zkouška houževnatosti rázová v tahu:

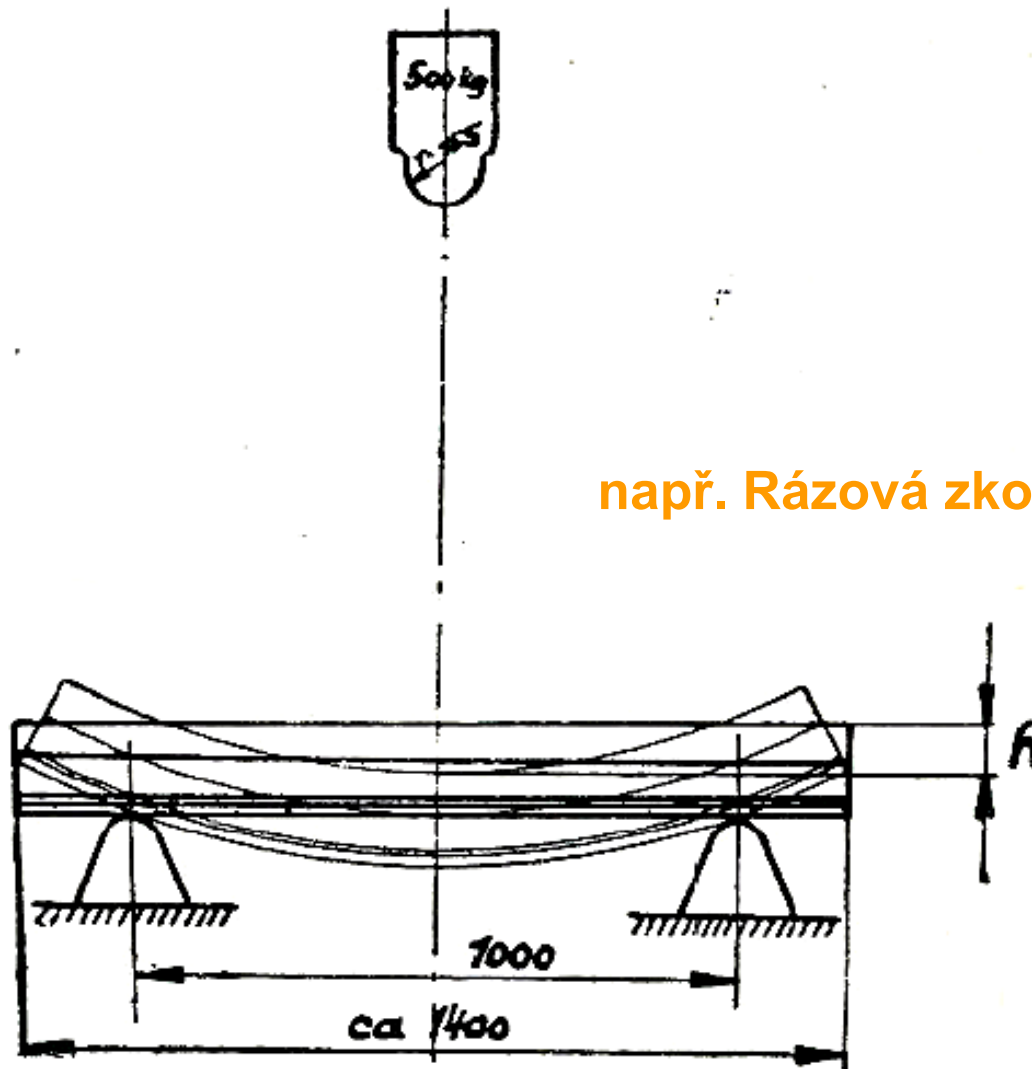




=> Zpracování  
pevnějších ocelí  
vyžaduje více práce.

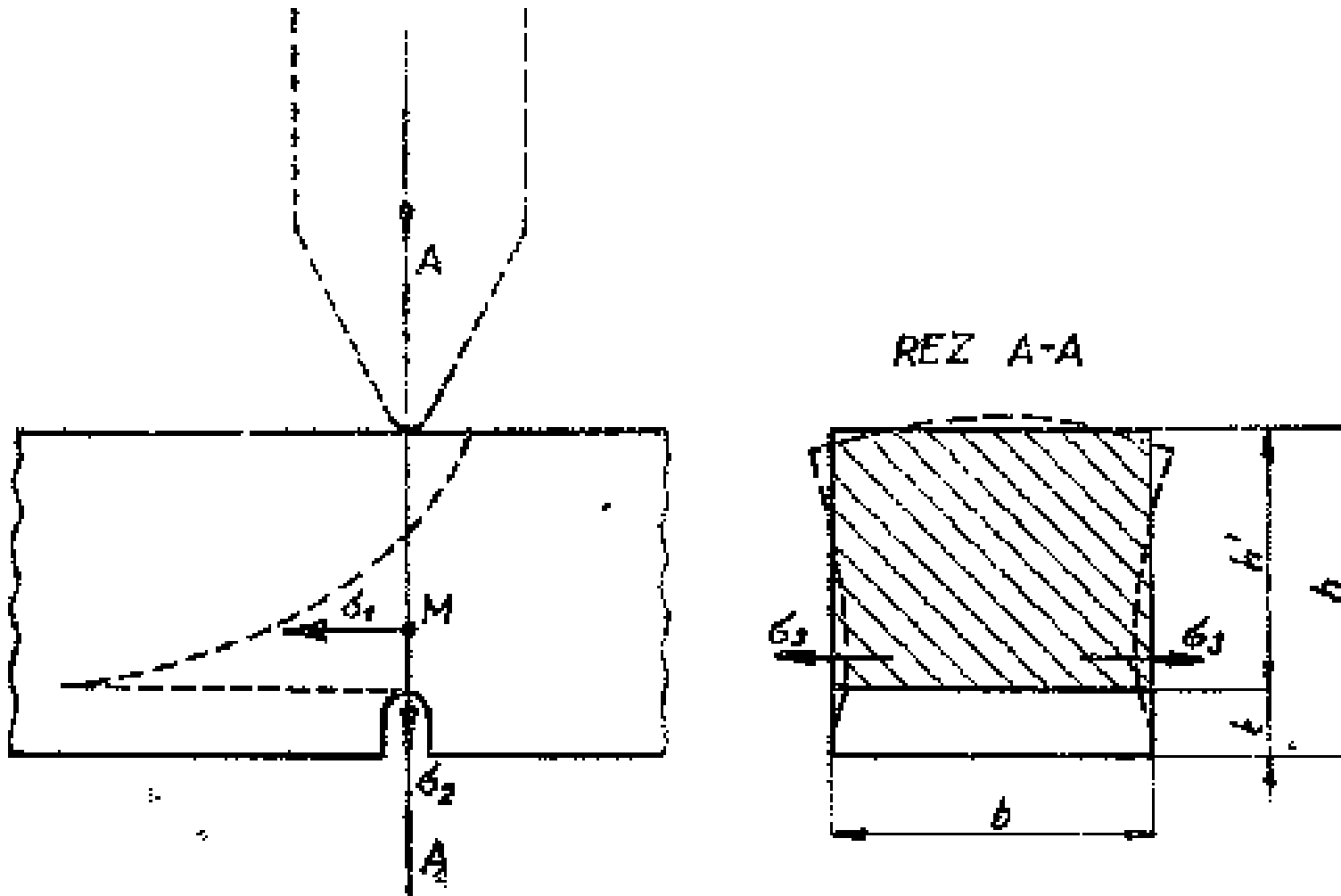
**Zkouška houževnatosti rázová v tlaku:**

## Zkouška rázová v ohybu - vzorek bez vrubu:

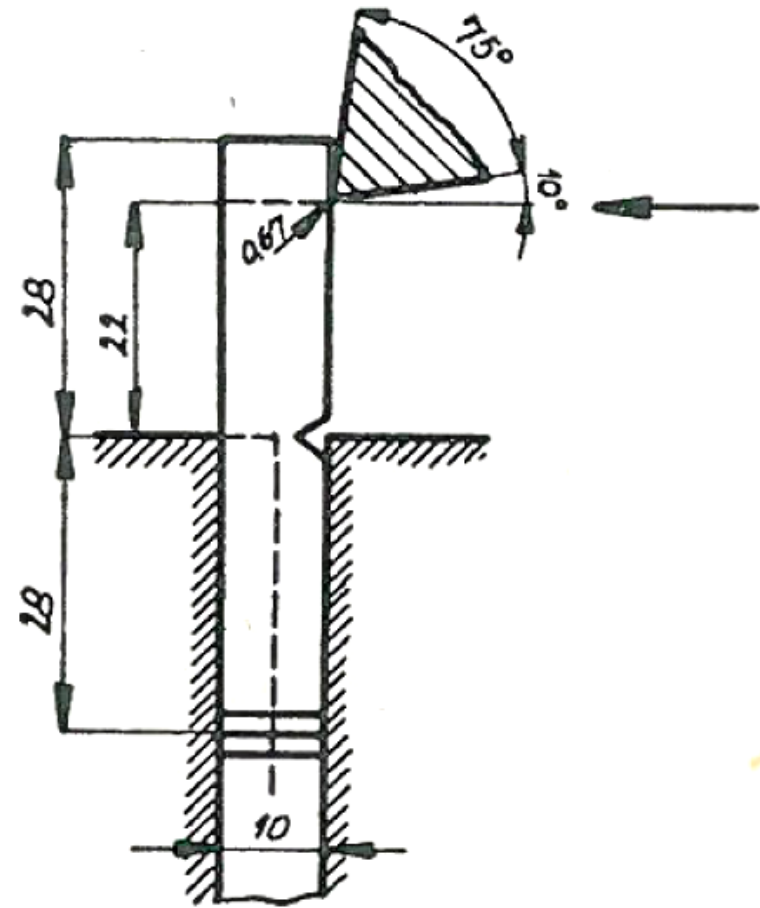
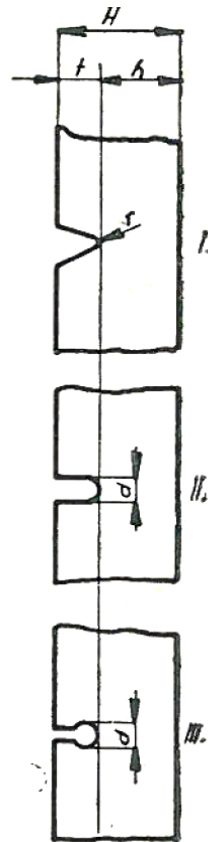
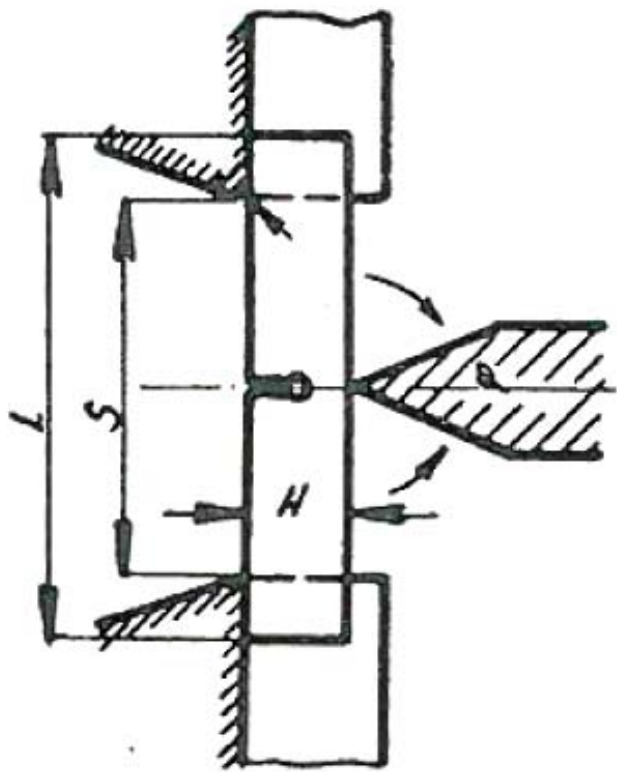


např. Rázová zkouška kolejnic:

# Zkouška rázová v ohybu - vzorek s vrubem: (Průběh napětí v místě vrubu v okamžiku rázu)

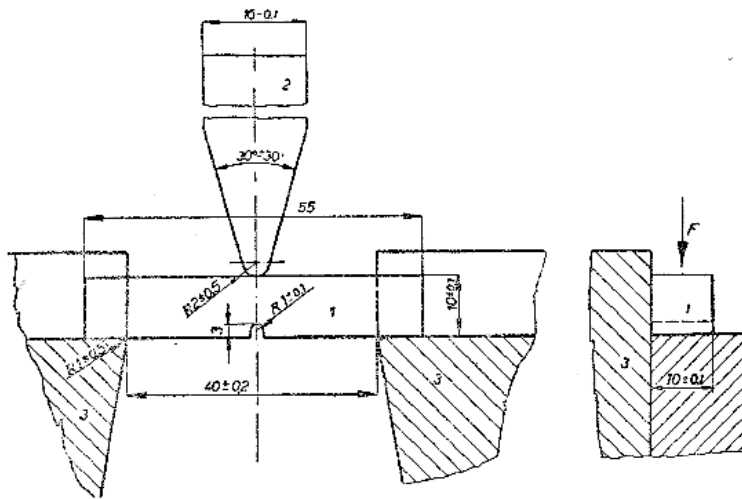
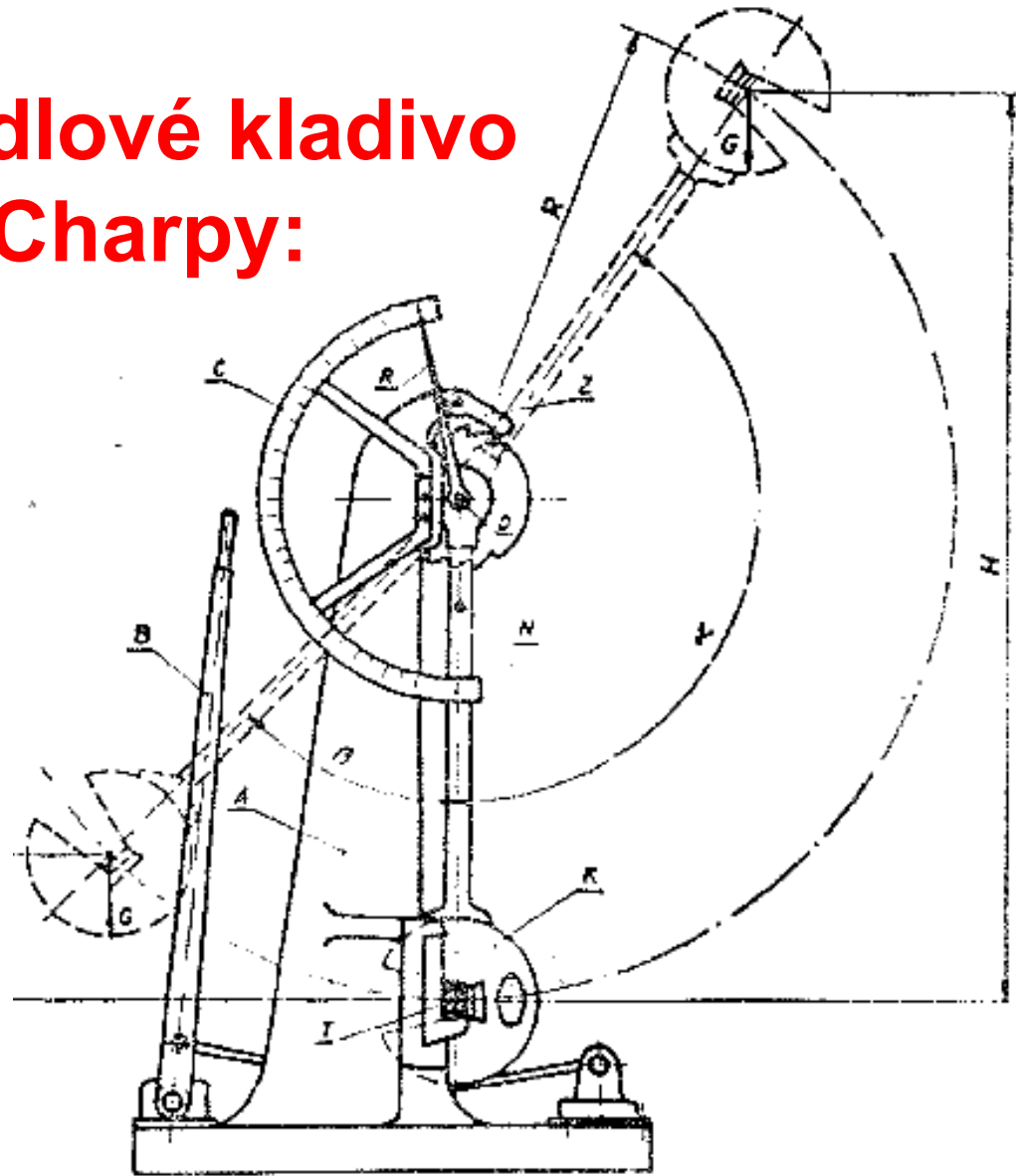


**Charpy, Amsler (Evropa) x Isod (USA, Anglie):**





# Kyvadlové kladivo Charpy:



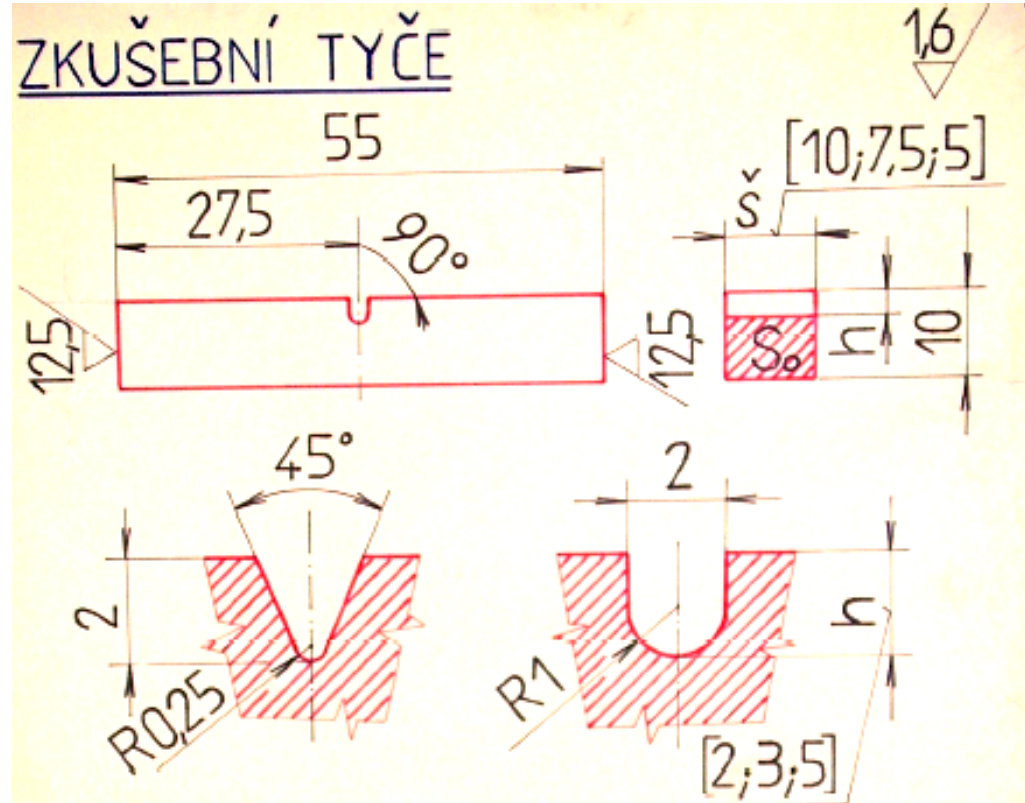
5, 10, 50, 100, 150, 300 J



# Zkouška houževnatosti rázová ohybem:

## (uložení vzorku při zkoušce)

- **Nárazová práce je práce, která se spotřebuje na přeražení zkušební tyče.**
- **Vrubová houževnatost je podílem nárazové práce a počátečního příčného průřezu v místě vrubu.**
- **Zkouška spočívá v přeražení zkušební tyče jedním nárazem kyvadlového kladiva.**
- **Zkušební tyč má uprostřed V- nebo U- vrub a je položena na dvou opěrách.**
- **Vrub je umístěn na odvrácené straně úderu kladiva.**
- **Jako výsledek zkoušky se určuje buď nárazová práce nebo vrubová houževnatost.**



## Zkušební tyče:

Tvar vrubu	Rozměry		Náraz. práce [J]	Vrub. houžev. [J·cm <sup>2</sup> ]	Dřívce
	š [mm]	h [mm]			
U	10	2	KU2	KCU2	R2
	10	3	KU3	KCU3	R3
	10	5	KU	KCU	R5
	5	2	KU2/5	KCU2/5	RT
V	10	2	KV	KCV	RV

## Provedení zkoušky:

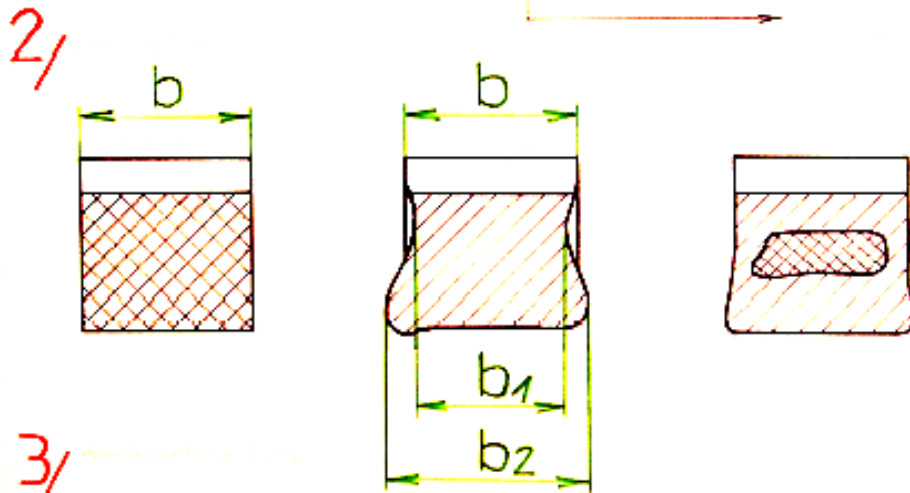
- **Nejdříve zkontrolujeme provedení zkušebních tyčí (jejich označení) a stanovíme plochu nejmenšího průřezu v místě vrubu  $S_0$ .**
- **Před začátkem zkoušky je třeba zkontrolovat polohu ukazatele energie nárazu nebo úhlu překyvu při volném kyvu kyvadlového kladiva. Ukazatel musí být v rozmezí  $\pm 0,5\%$  největší energie nárazu, avšak nejvýše 1 J.**
- **Zkušební tyč se položí kolmo k podpěrám, rovina souměrnosti vrubu musí být vzdálena nejvýše 0,5 mm od roviny souměrnosti mezi podpěrami.**
- **Zkouška se koná při teplotě  $20 \pm 10^\circ\text{C}$ . (Při arbitrážních zkouškách v oblasti mírného podnebí musí být teplota  $20 \pm 2^\circ\text{C}$ , v oblasti tropického podnebí  $27 \pm 2^\circ\text{C}$ ).**
- **Jestliže se v průběhu zkoušky tyč úplně nezlomila, pak se hodnota vrubové houževnatosti považuje za neurčenou. V tomto případě se v protokole uvede, že se tyč při spotřebované práci .....J nezlomila.**

# Vyhodnocení zkoušky:

1/

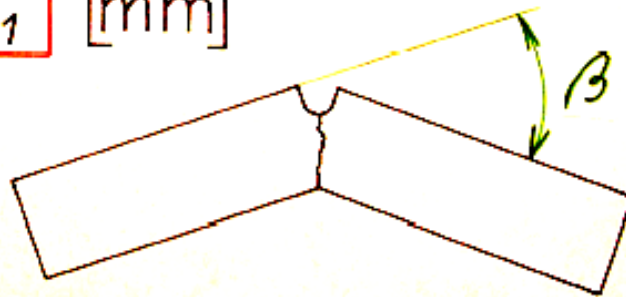
$$K_C(U,V) = \frac{K(U,V)}{S_0} \quad [\text{J} \cdot \text{cm}^{-2}]$$

Příklad: KCU 150/2/7,5



3/

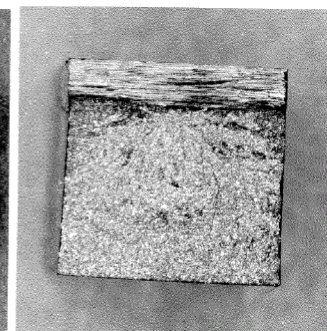
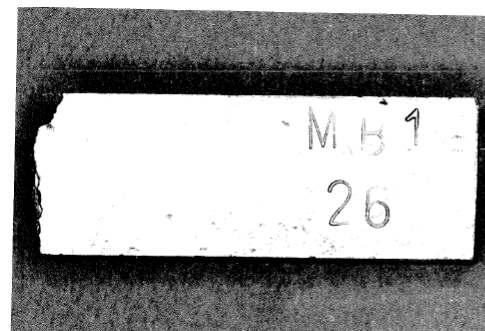
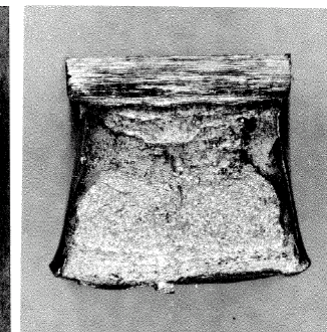
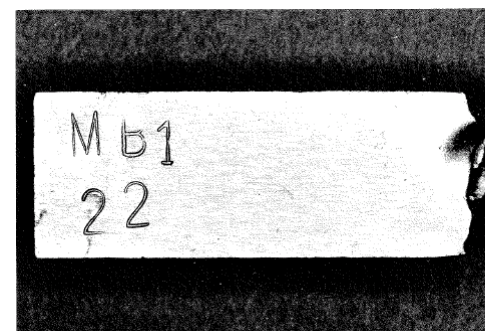
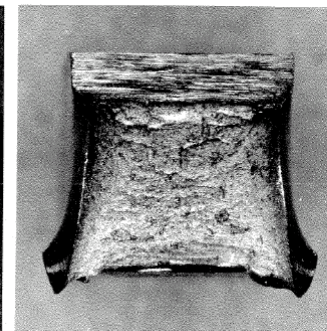
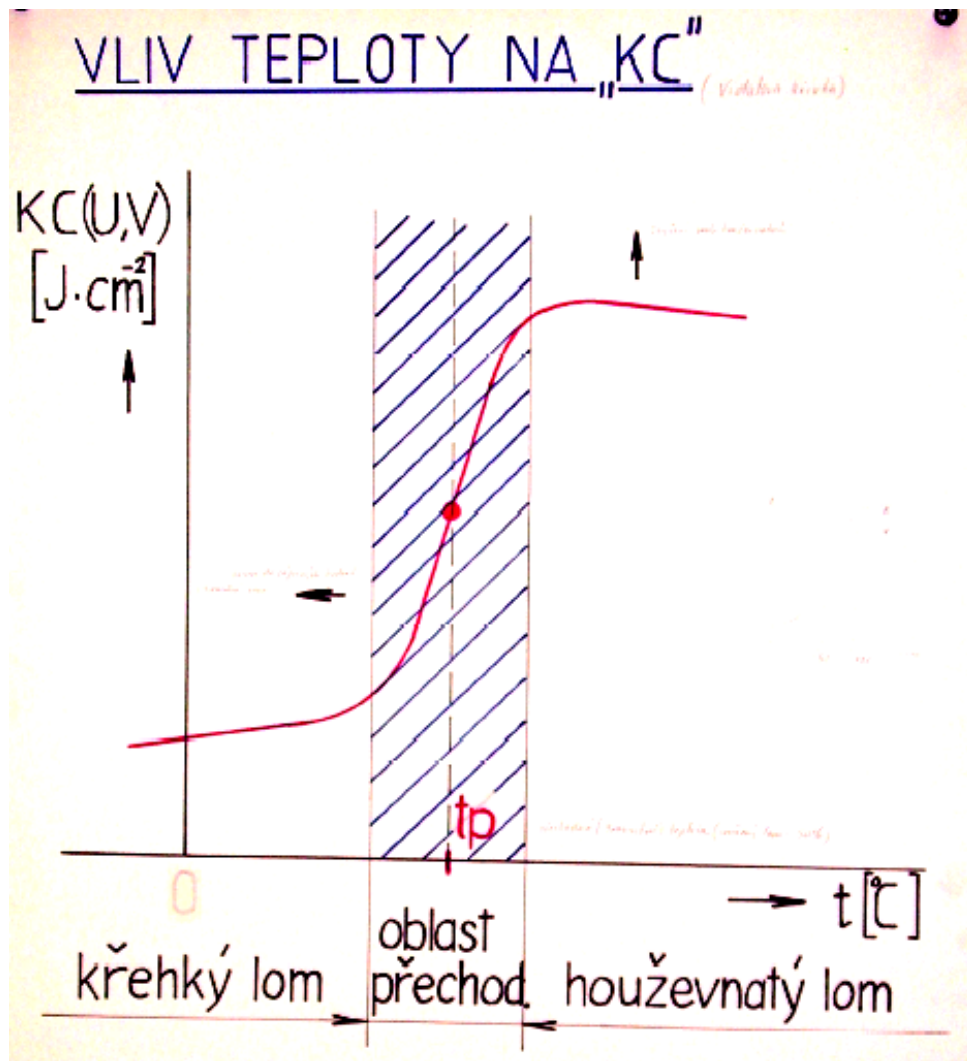
$$\Delta b = b_2 - b_1 \quad [\text{mm}]$$



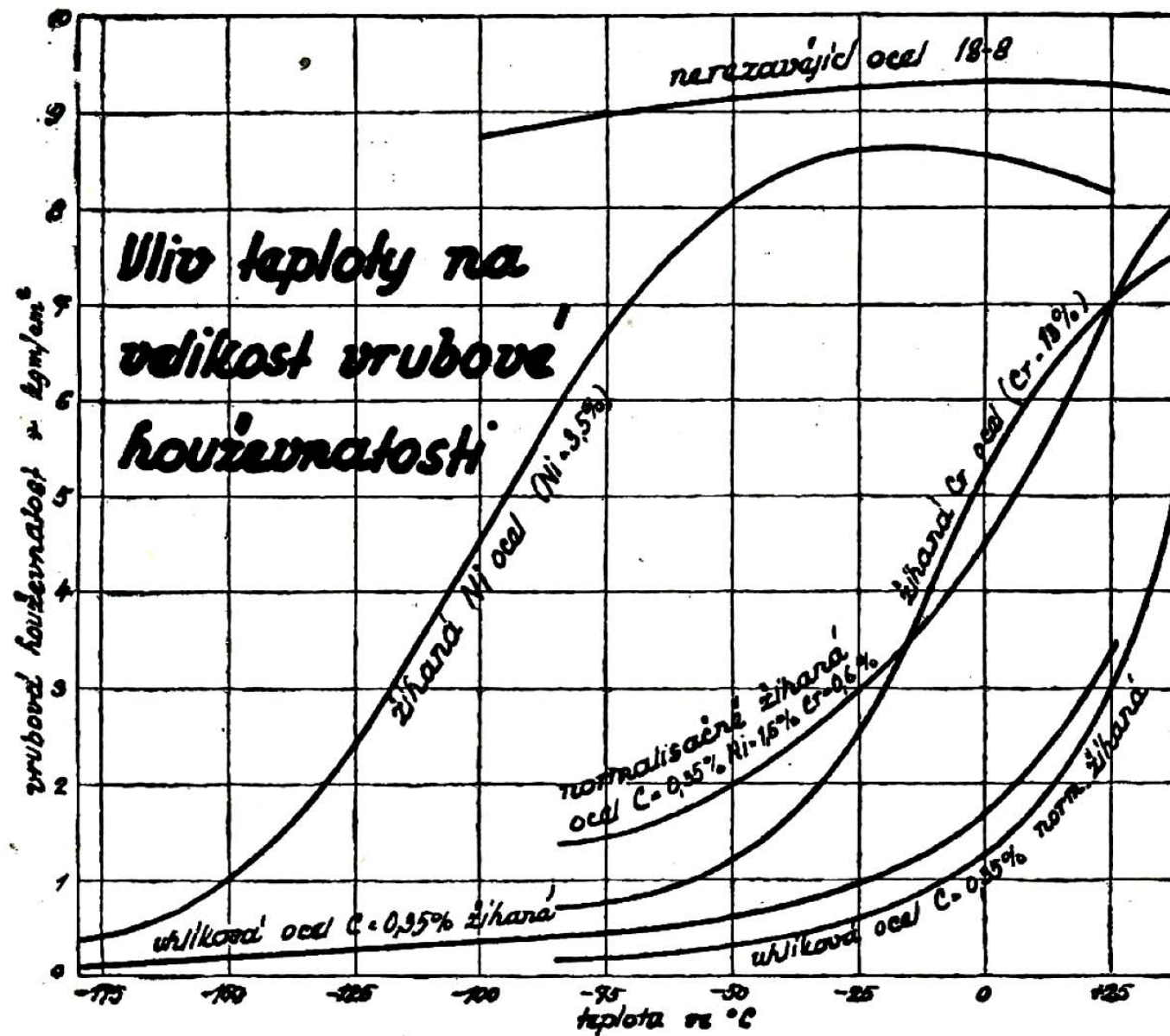
$$\beta \quad [^\circ]$$

- Největší energie rázu kladiva:
- Označení zkušební tyče (materiál, stav, směr vláken. číslo tavby apod.):
- Teplota:
- Tvar a rozměry zkušební tyče:
- Nárazová práce:
- Vrubová houževnatost: KC se uvádí s přesností: na 1 J.cm<sup>-2</sup> při KC větší než 10 J.cm<sup>-2</sup> na 0,1 J.cm<sup>-2</sup> při KC do 10 J.cm<sup>-2</sup>
- Deformační charakteristiky:
- Popis lomové plochy:

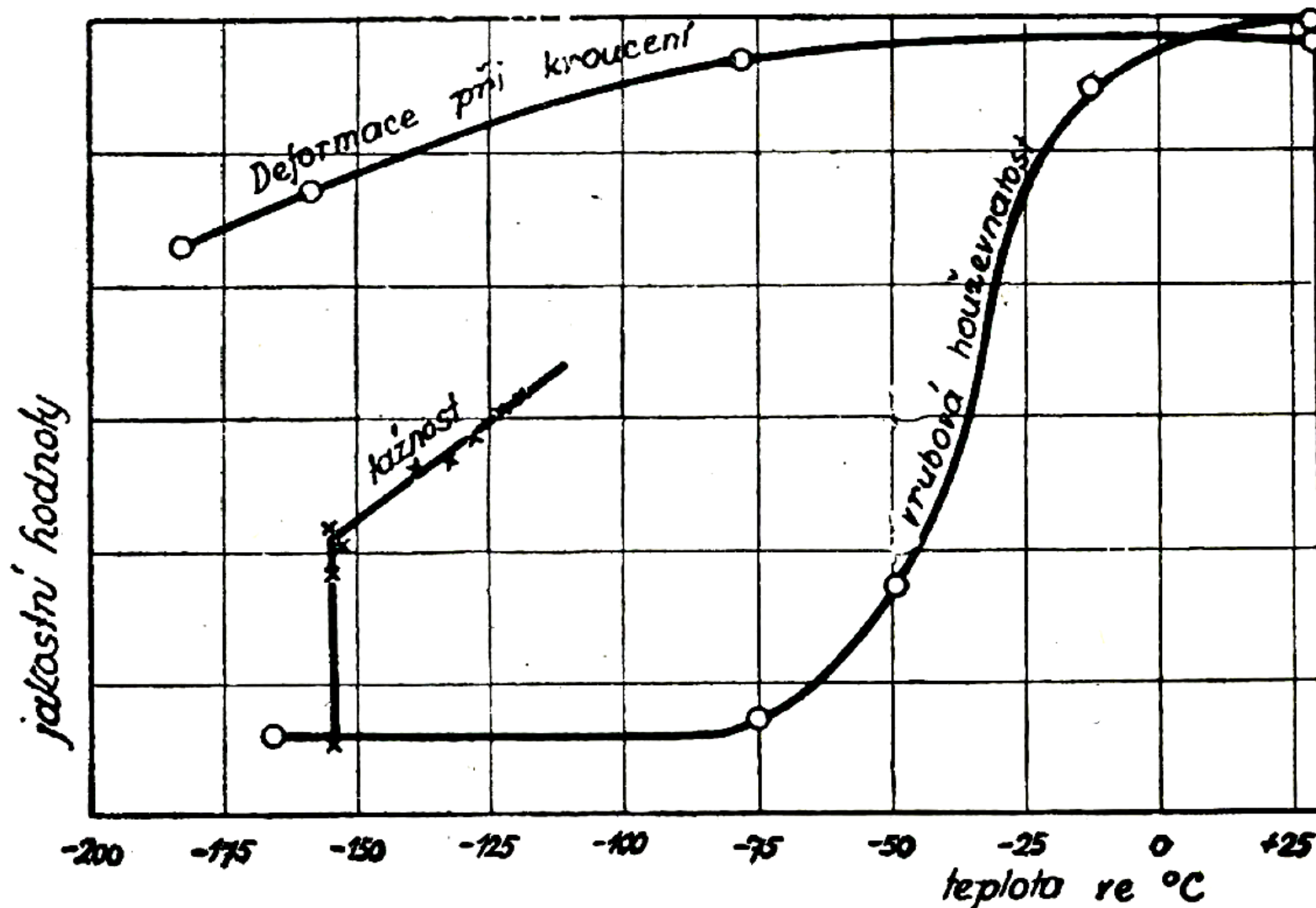
# Vliv teploty na vrubovou houževnatost: (Vidalova křivka)







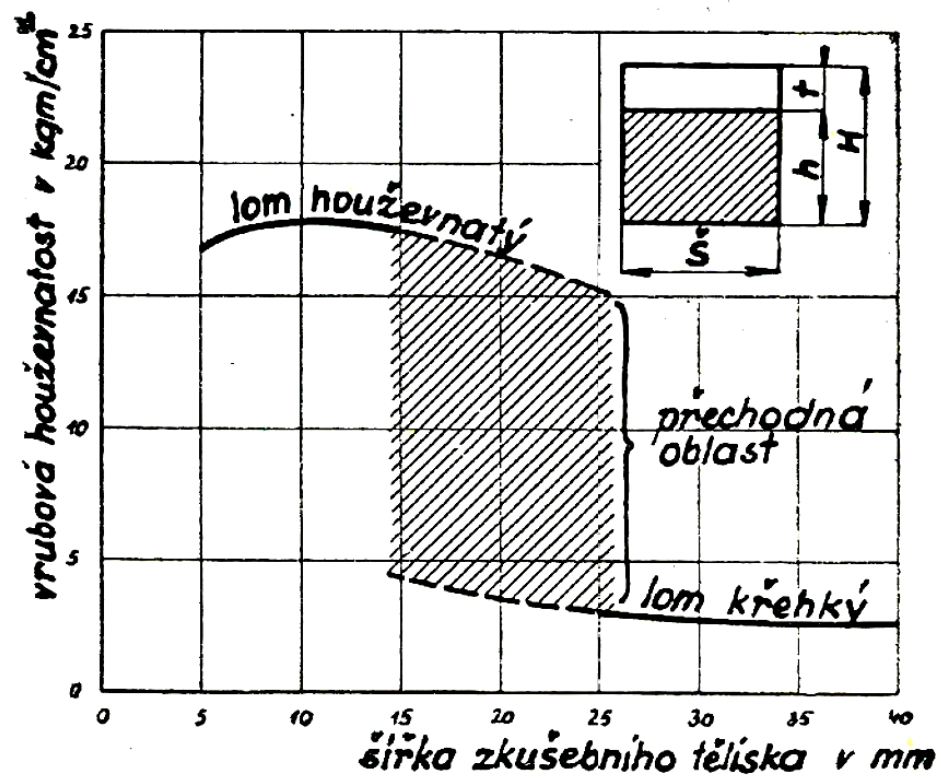
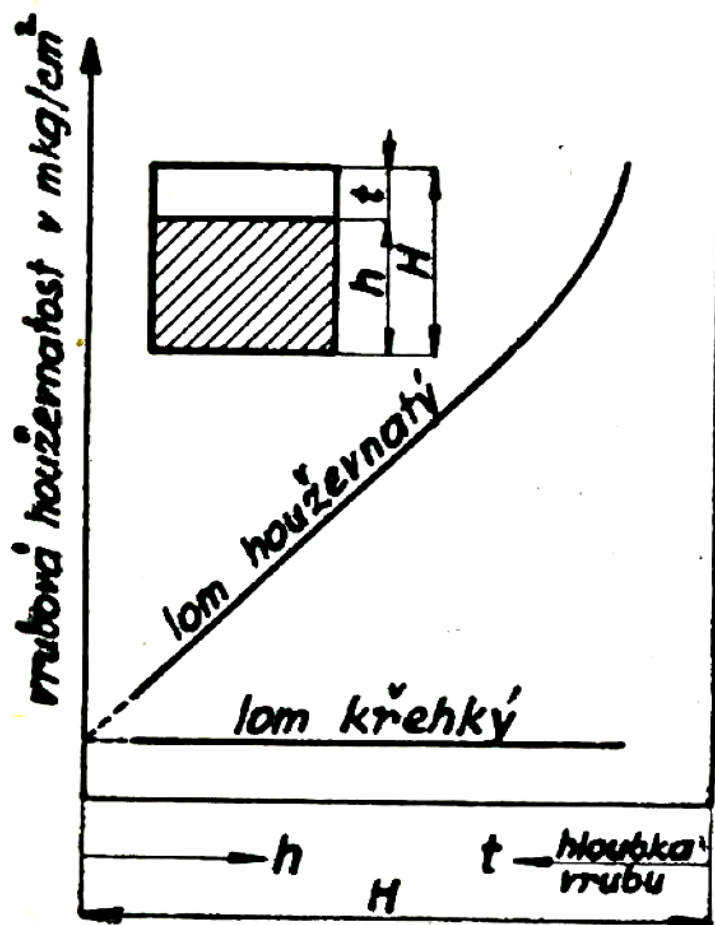
**Vliv teploty na velikost vrubové houževnatosti:**

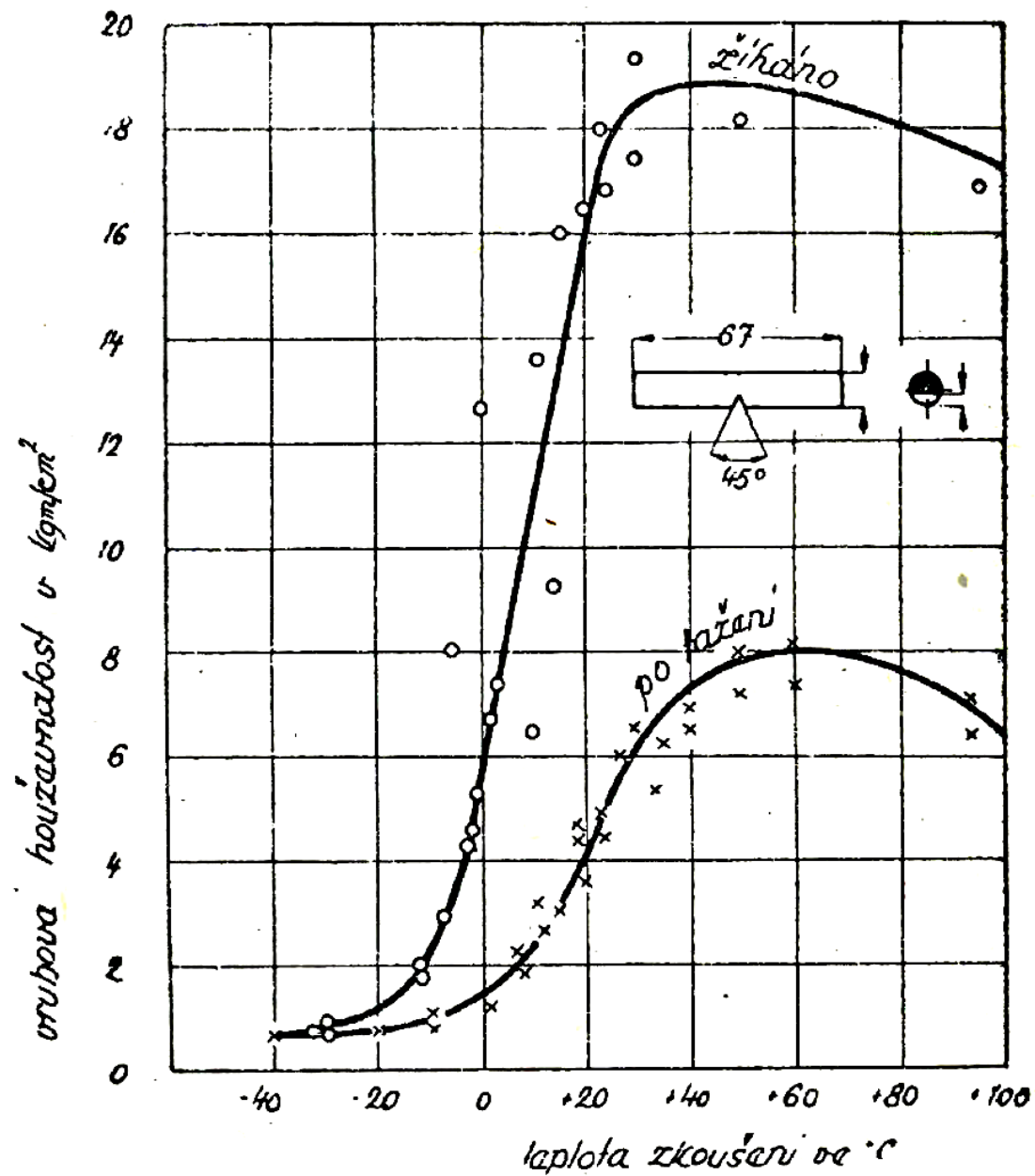


Vliv teploty na houževnatost zjištěnou při trhacích rázových, vrubových a krouticích zkouškách:



## Vliv hloubky vrubu a šířky tyče na KC:






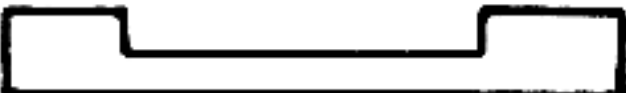


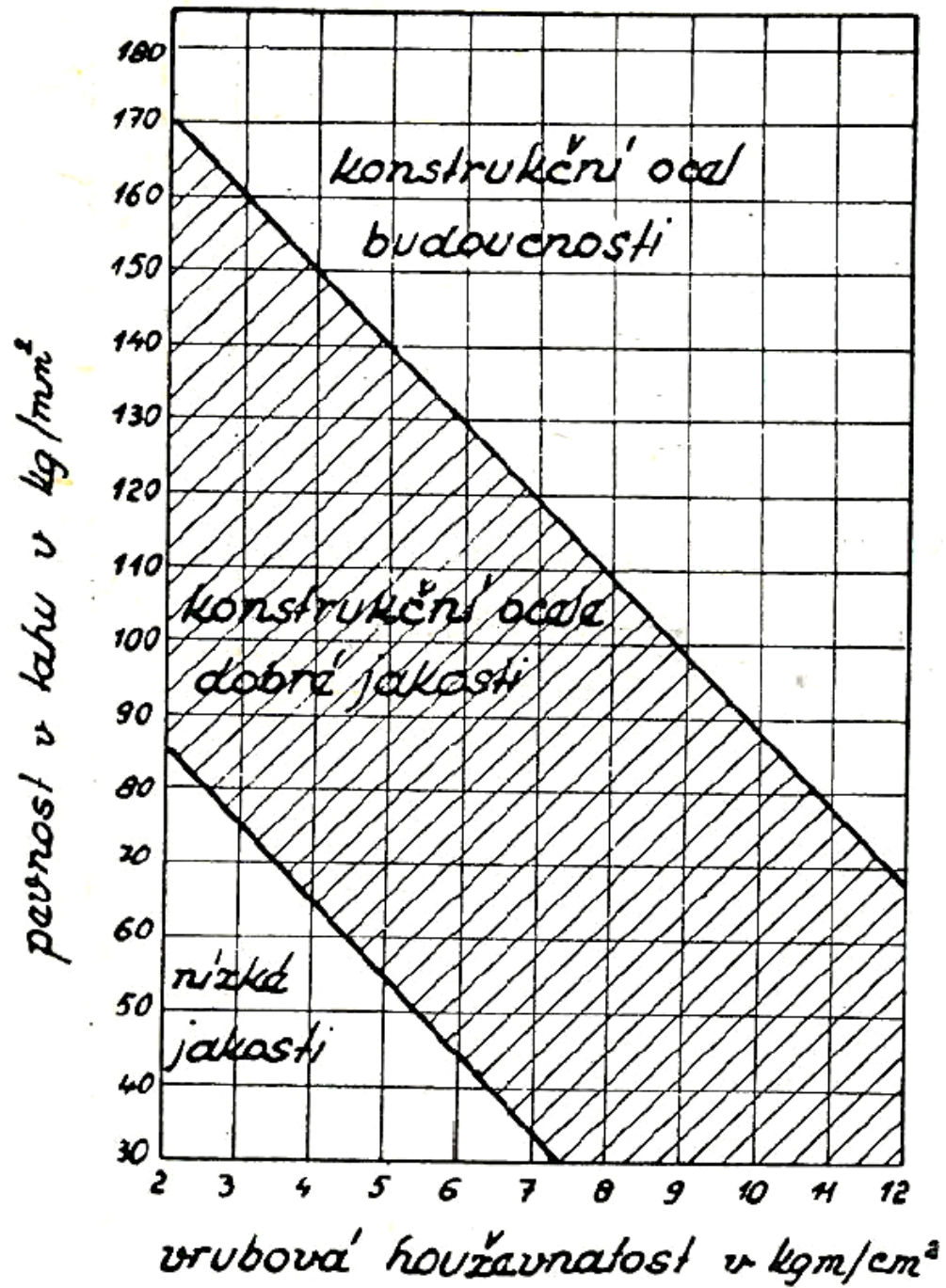


**Vliv tažení za studena na snížení vrubové houževnatosti:**

## **Vliv poloměru vrubu a úhlu vrubu na KC:**

## Vliv tvaru vrubu a úhlu vrubu na KC:

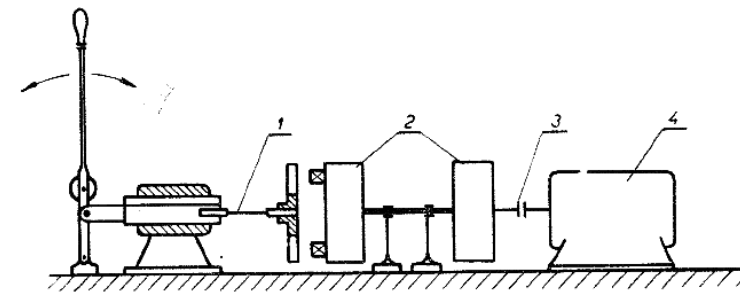
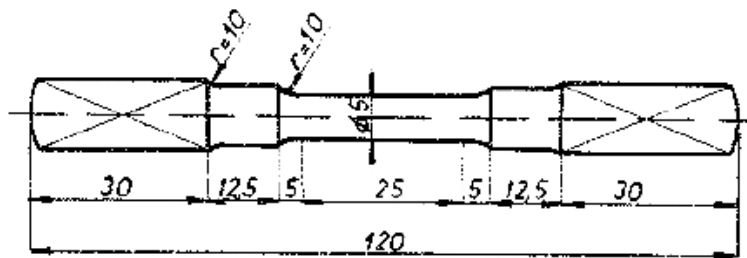
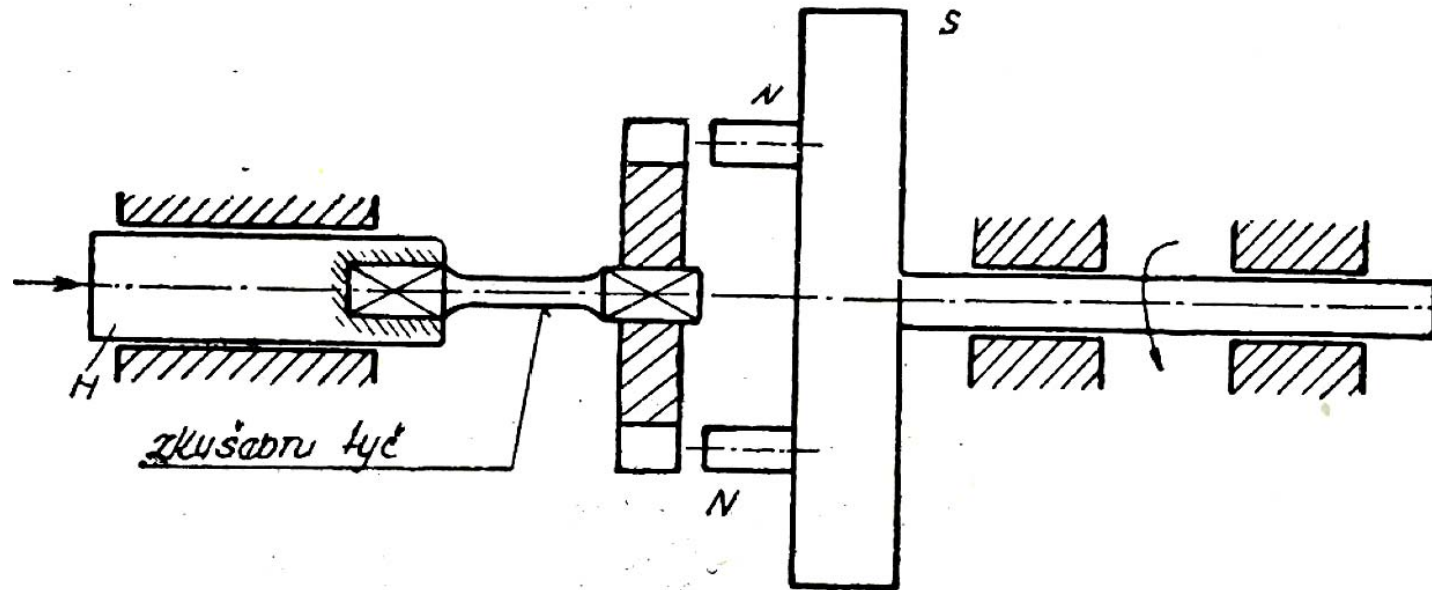
Úhel vrubu	Vzorek	Vrubová houževnatost [J/cm <sup>2</sup> ]
30°		64
60°		67
90°		71
120°		115
150°		183
180°		174



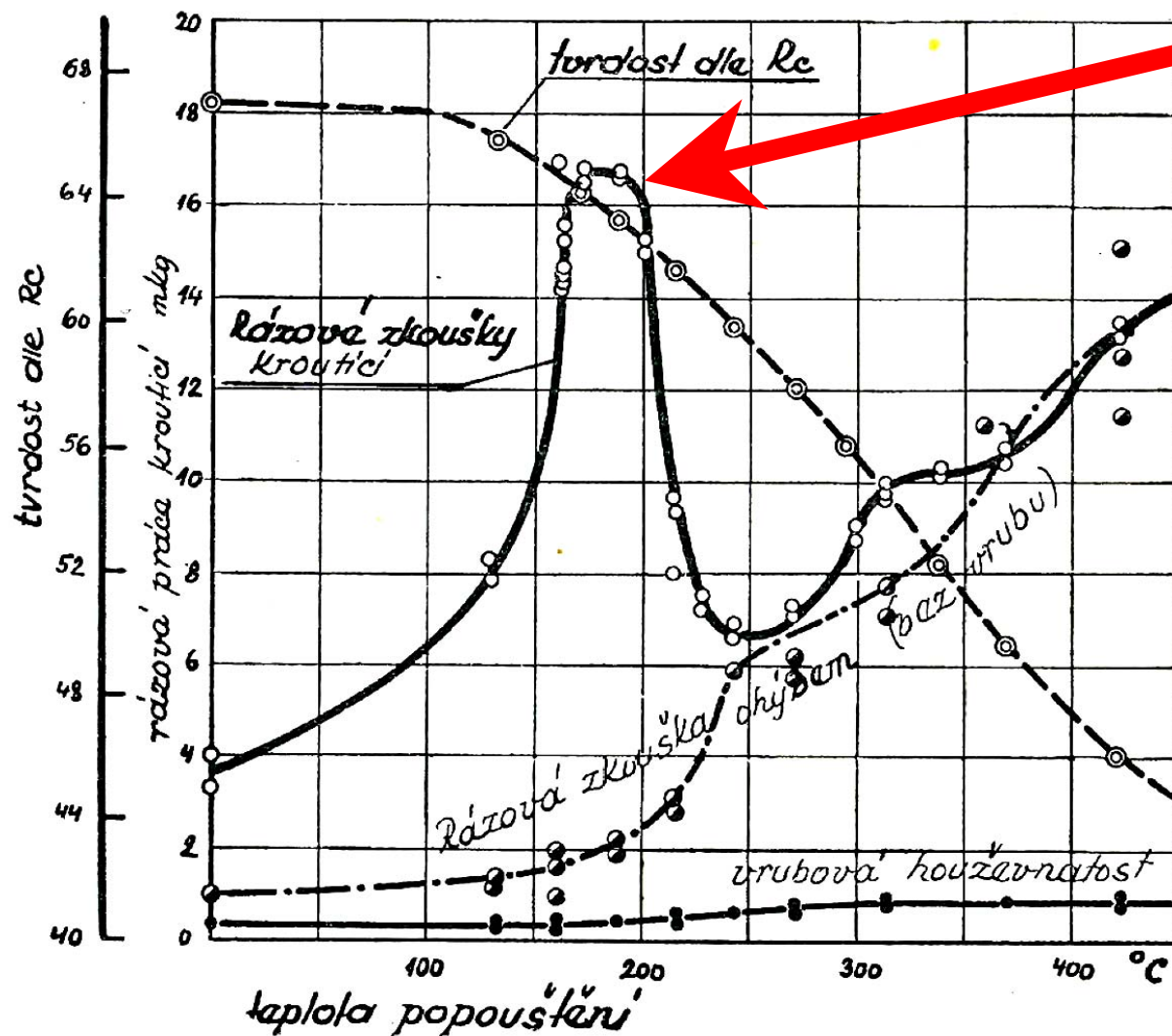
**Závislost mezi pevností v tahu vrubovou houževnatostí:**

# Zkouška rázová kroucením:

(nástrojových ocelí především vrtáků, výstružníků apod. malých rozměrů)



# Zkouška rázová kroucením:



Změna mechanických vlastností kalené uhlíkové nástrojové oceli po nízkoteplotním popouštění:

## „Interaktivní prvky“:

- Překreslete si vyučujícím určená schémata atp.;
- V průběhu výkladu si pečlivé poznamenávejte klíčové informace;
- Popište vlastními slovy jednotlivé snímky (vysvětlete funkci, atp.);
- Pokuste se nalézt v právě probrané prezentaci nepřesnosti, pro svůj názor správně formulujte argumenty;



## Související literatura:

- ANONYMUS. *Plakáty pro výuku předmětu Kontrola a měření*. SPŠS Sokolská 1. Brno, nedatováno.
- DORAZIL E., *Nauka o materiálu I., návody a cvičení*. VUT Brno 1989.
- FRISCHHERZ A., SKOP P., KNOUREK J. *Technologie zpracování kovů*. Praha: Wahlberg, 1993. ISBN 80-901657-2-9.
- CHOCHOLA K., SLACH J., ŠULC J. *Laboratorní cvičení*. Praha: STNL 1961.
- MARTINÁK, M. *Kontrola a měření*. Praha: STNL 1989.
- ŠULC, J. *Technologická a strojnická měření*. Praha: STNL 1982.
- ŠULC, J., VYSLOUŽIL, Z. *Laboratorní cvičení technologická a strojní*. Praha: STNL 1970.
- VÁCLAVOVIČ A., *Měření a kontrola ve strojírenství*. Praha: SNTL, 1967.
- VYSLOŽIL Z., ZELKO J. *Meranie v strojárstve*. Bratislava: SVTL 1962.
- VYSLOUŽIL Z., KOVAL J. *Technologické a strojnické merania*. Bratislava: Alfa, 1978.
- WALLA V. *Zkoušení ocelí a ostatních kovů*. Praha: Práce 1952.