

VYSOKÁ ŠKOLA TECHNICKÁ A EKONOMICKÁ  
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
*Ústav technicko - technologický*



# Změna tvrdosti materiálu vlivem tepelného opracování

---

Autor práce: Tomáš Holý  
Vedoucí práce: Ing. Monika Karková, PhD.  
Oponent práce: doc. Ing. Ladislav Socha, PhD.

# CÍL PRÁCE

---



- Cílem bakalářské práce je podrobně popsat mechanické zkoušky tvrdosti materiálů. V aplikační části se bakalářská práce zabývá realizací experimentu zvoleného materiálu a jeho hodnocením. Výsledkem práce je zjištění a zhodnocení změn vybraných mechanických vlastností na zvoleném materiálu vlivem působení tepla.

# TEORETICKO – METODOLOGICKÁ ČÁST

---



- Statické zkoušky tvrdosti
  - Podle Brinella
  - Podle Vickerse
  - Podle Rockwella
  - Podle Knoop
- Dynamické zkoušky tvrdosti
  - Poldi kladívko
  - Baumanovo kladívko
  - Shoreho skleroskop
- Vrypové zkoušky tvrdosti
  - Scratch test

# METODIKA PRÁCE

---

- Charakteristika testovaných vzorků
- Změření tvrdosti nekalené a kalené oceli
- Zamrazení vzorků
- Změření tvrdosti nekalené a kalené oceli po zmrazení
- Vyhodnocení experimentu

# APLIKAČNÍ ČÁST

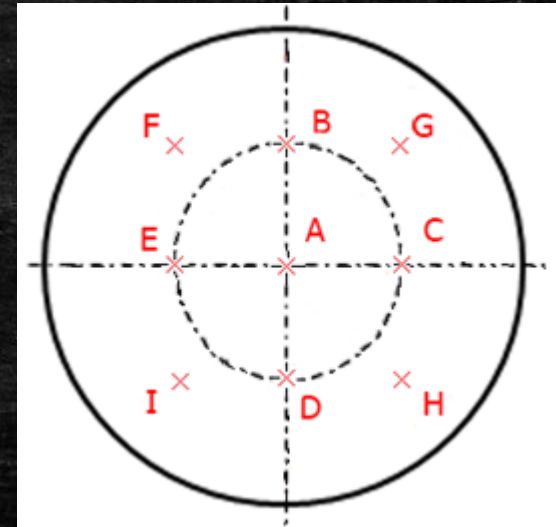
- Konstrukční ocel 11 375
  - 14 vzorků
    - 7 vzorků kaleno
- Kalení
  - Anizotermicky
    - Nejednotný rozpad austenitu
- Zmrazování
  - Náhlé zmrazování z  $T_K$  na  $T_M$
  - Zmrazování po dobu 36 dní



| Parametry                                  | Hodnota |
|--|---------|
| Teplota okolí / vzorku před kalením $-T_o$ | 20°C    |
| Kalící teplota $-T_K$                      | 750°C   |
| Čas ohřevu na $T_K - t_o$                  | 82 min  |
| Výdrž na $T_k - T_v$                       | 10 min  |
| Kalící médium                              | Voda    |
| Teplota kalícího média $-T_M; T_M = T_o$   | 20°C    |

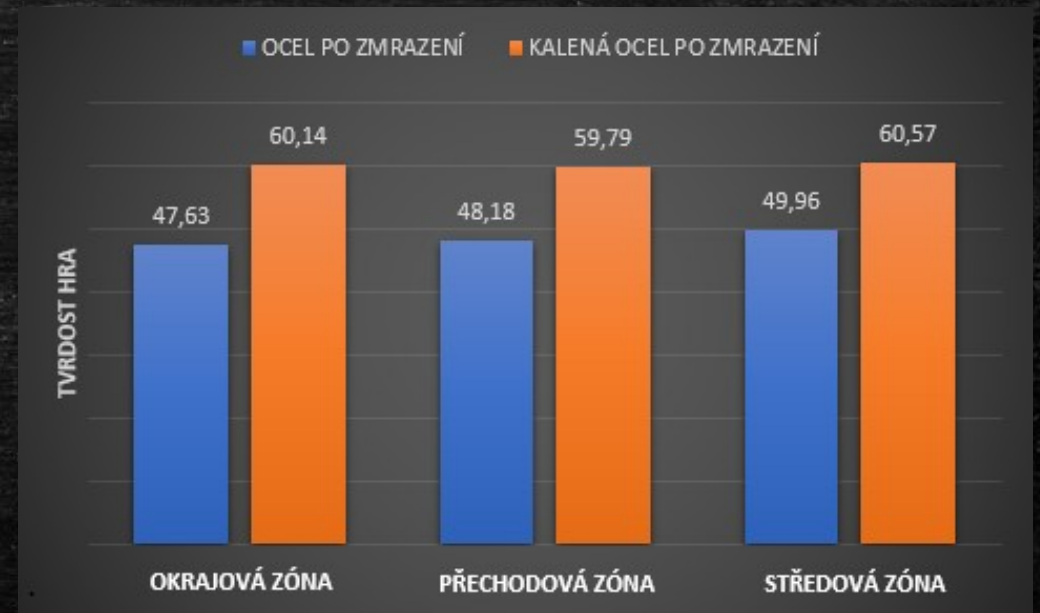
# APLIKAČNÍ ČÁST

- Měření tvrdosti
  - Digitální tvrdoměr Wilson Rockwell 574
    - Indentor: Diamantový kužel s úhlem 120
    - Počáteční zatížení: 98,07 N
    - Testovací zatížení: 588,4 N
    - Doba zatížení: 2 sec
  - Měřeno ve stupnici HRA
- Místa měření tvrdosti
  - Zvolená za účelem sledování tvrdosti v průřezu vzorkem



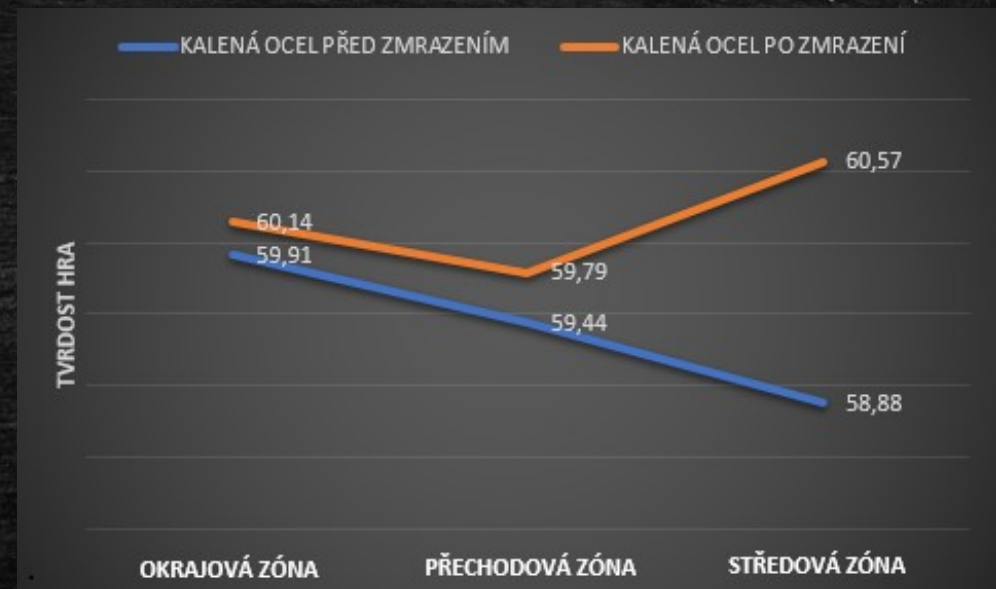
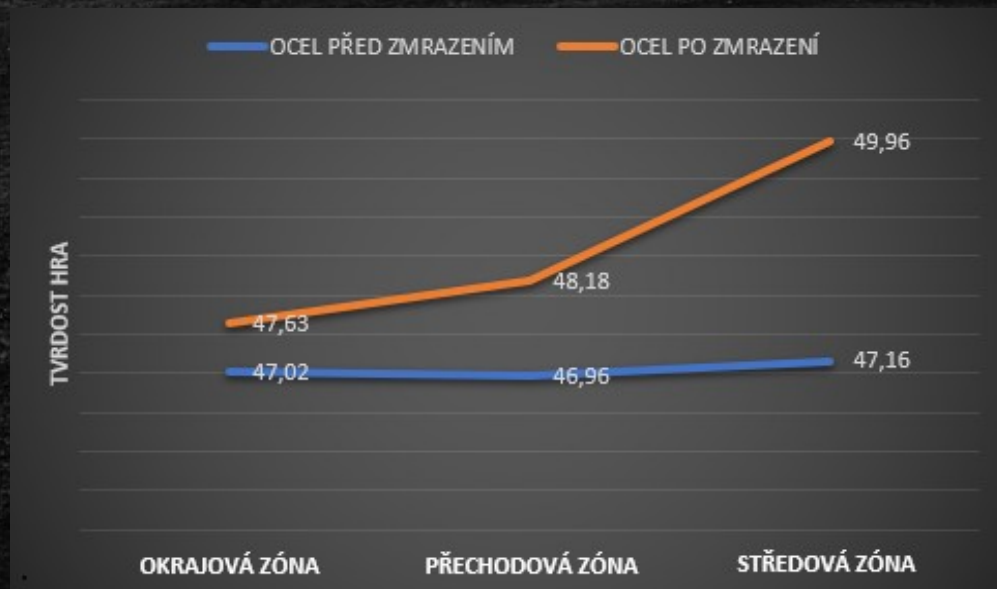
# APLIKAČNÍ ČÁST

- Tvrdost při teplotě 20 °C a – 20 °C
  - NEKALENÁ OCEL
  - KALENÁ OCEL



# DISKUSE VÝSLEDKŮ

- Nekalené vzorky před zmrazením  $\varnothing$  47,01 j a po zmrazení nárůst o  $\varnothing$  1,52 j
- Kalené vzorky před zmrazením  $\varnothing$  59,41 j a po zmrazení nárůst o  $\varnothing$  1,03 j





# DISKUSE VÝSLEDKŮ

- Procesem kalení nárůst tvrdosti o  $\varnothing$  12,35 j
- Procesem zmrazení nárůst tvrdosti o  $\varnothing$  1,03 j



DĚKUJI ZA POZORNOST

---



# Doplňující dotazy



- Vedoucí BP:
  - „Čím je způsobená změna tvrdosti materiálu po úpravě kalením?“
- Oponent BP:
  - „Charakterizujte následující zkoušky tvrdosti dle zatížení: statické, dynamické a vrypové.“
  - „Uvedte, pro jaké typy materiálů lze použít zkoušky dle Brinella, Vickerse a Rockwella.“