



## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

### Vlastnosti materiálu

#### **Rozdělení vlastností :**

Abychom mohli správně a hospodárně použít materiál, musíme dobře znát jeho vlastnosti ( některé typické vlastnosti přímo určují jeho použití např. el. Vodivost, pevnost, magnetické vlastnosti )

#### **Základní rozdělení vlastností :**

**Fyzikální** – těmito vlastnosti se zabývá fyzika a patří sem např. teplota tání, délková a objemová roztažnost, tepelná vodivost atd.

**Chemické** – těmito vlastnostmi se zabývá chemie a patří sem např. **žáruvzdornost** – je to schopnost materiálu odolávat žáru a **žarupevnost** – schopnost materiálu dlouhodobě přenášet větší namáhání za vyšších teplot

**Mechanické** – jsou vlastnosti, které musí mít materiál, který musí odolávat jednomu ze způsobu namáhání ( tah, tlak, ohyb, krut, stříh )

**Technologické** – jsou vlastnosti, které musí mít materiál vhodný ke zpracování např. slévatelnost, tvárnost, svařitelnost, obrobitelnost a odolnost proti opotřebení

### Mechanické vlastnosti

Materiály jsou při zpracování vystaveny různému způsobu namáhání jako je **tah, tlak, ohyb, krut stříh**. Aby materiál mohl odolávat těmto namáháním musí mít určité vlastnosti jako je **pevnost, tvrdost, pružnost**, které řadíme mezi nejdůležitější mechanické vlastnosti. Podle způsobu působení zatěžující síly rozdělujeme zkoušky pevnosti na **zkoušky pevnosti v tahu, tlaku, ohybu, krutu a stříhu ( smyku)**.

Obr. Základní způsoby namáhání


## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

### Zkoušky pevnosti

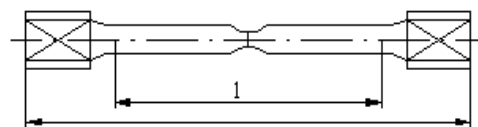
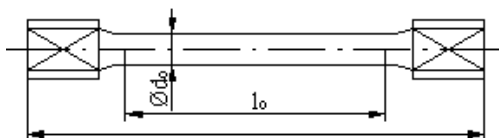
**Definice pevnosti** : pevnost je schopnost materiálu odolávat mechanickým silám, které se snaží porušit celistvost materiálu.

### Zkouška pevnosti v tahu

Tato zkouška patří mezi nejrozšířenější a zjišťujeme jí pevnost v tahu, poměrné prodloužení, tažnost a zúžení. Zkouška se provádí na zkušebních tyčích na trhacích strojích, které v průběhu zkoušky kreslí na mm papír pracovní diagram udávající závislost poměrného prodloužení ( $\epsilon$ ) na napětí ( $\sigma$ ).

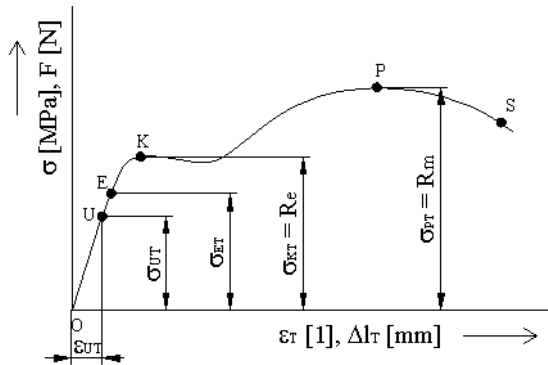
Obr. trhací stroj

Schéma zkušební tyče před a po zkoušce



## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

### Základní vzorce :



### Napětí na mezi pevnosti v tahu

$$R_m = \frac{F_{MAX}}{S_0} \text{ [MPa]}$$

### Celkové prodloužení tyče

$$\Delta l = l - l_0 \text{ [mm]}$$

### Poměrné prodloužení

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$$

### Tažnost materiálu

$$A = \frac{\Delta l}{l_0} \cdot 100 \text{ [%]}$$

### Zúžení materiálu ( kontrakce )

$$Z = S_0 - \frac{S}{S_0} \cdot 100 \text{ [%]}$$

### Definice mezí :

$\sigma_{ut}$  – **mez úměrnosti** : je to mezní napětí, při němž je prodloužení přímo úměrné napětí a platí zde Hookův zákon :  $\sigma = E \cdot \varepsilon$  ( MPa )

$\sigma_{Et}$  – **mez pružnosti** : je to mezní napětí, které po odtižení ( odlehčení ) nevyvolává trvalé deformace

$\sigma_{Kt}$  (**Re**) – **mez kluzu** : je to nejmenší napětí, při němž nastávají podstatné trvalé deformace, které někdy dočasně pokračují, aniž se zvyšuje napětí

$\sigma_{Pt}$  (**Rm**) – **mez pevnosti** : je maximální napětí, které materiál ještě snese. Je to poměr největší zatěžující síly k původnímu průřezu

**S** – je napětí, při kterém dojde k přetržení materiálu, toto napětí je menší než mez pevnosti v tahu

### Zkouška pevnosti v tlaku

Probíhá stejně jako v tahu, akorát zatěžující síly působí proti sobě. Pracovní diagram u houževnatých materiálů vykazuje stejnou mez kluzu v tlaku jako u tahu. Za mezí kluzu má křivka odlišný tvar, bude chybět koncový bod S, protože se neporuší mez pevnosti (stlačováním velmi měkkých materiálů vznikne placka). Při stlačování křehkých materiálů jako je například litina vznikne v pracovním diagramu pouze mez pevnosti, která je až čtyřnásobně větší než mez pevnosti v tahu.

### Zkoušky tvrdosti

**Definice tvrdosti** : je to odpor, který klade materiál proti vnikání cizího tělesa. Tvrdost zjišťujeme těmito základními zkouškami :

- vrypovými
- vnikacími
- odrazovými

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

### Zkoušky vrypové

Používají se převážně pro tvrdé a křehké materiály. Patří sem :

**1. Zkouška podle Mohse ( HMo )** – zjišťuje tvrdost materiálu podle stupnice tvrdosti, kdy děláme vryp do zkoušeného materiálu a vzorky používáme vždy od nejtvrdších po nejméně tvrdé. (mstek, kamenná sůl, vápenec, kazivec, apatit, živec, křemen, topas, korund, diamant).

**2. Zkouška podle Martense (HMa)** – spočívá v přitlačování kuželového diamantového hrotu měnitelným tlakem na leštěný povrch tak dlouho, dokud neprovedeme vryp široký 0,01 mm. Mírou tvrdosti je síla, kterou potřebujeme k vytvoření vrypu.

### Zkoušky vnikací

Jsou to nejpoužívanější zkoušky. U těchto zkoušek vtlačujeme do zkoušeného materiálu velmi tvrdé těleso a měřítkem tvrdosti je velikost vzniklého vtisku. Nejznámější vnikací zkoušky jsou :

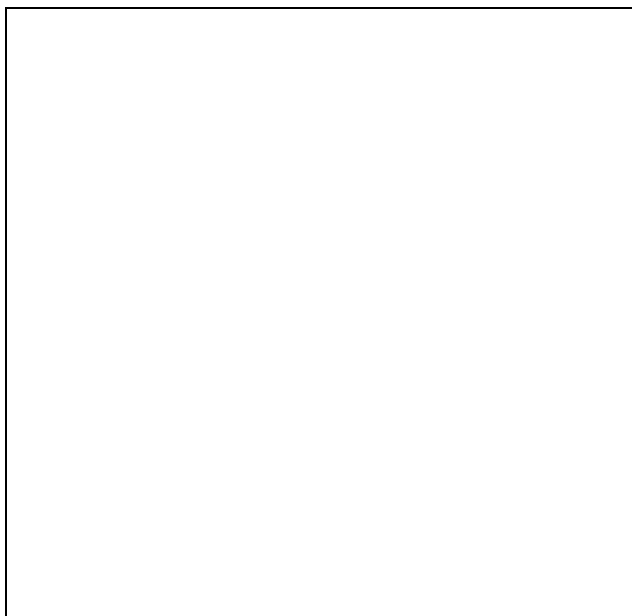
- 1. Rockwellova zkouška ( HRC )** – zjišťuje se na Rockwellově tvrdoměru jako rozdíl hloubky vtisku diamantového kužele mezi dvěma stupni zatížení

**.Podstata ( HRC ) :**

- dotkneme se očištěného povrchu zkoušeného vzorku
- provedeme předběžné zatížení 100 N ( tím se zbavíme povrchových nerovností a pružné deformace )
- vyvodíme celkové zatížení 1500 N
- provedeme odlehčení zpět na 100 N a výslednou tvrdost zjistíme přímo na Rockwellově tvrdoměru jako rozdíl mezi dvěma 100N zatíženími
- 

**Použití :** tato metoda není příliš přesná, proto se používá k roztřídění materiálu na měkké ( 0 – 32 HRC ) a tvrdé ( 33 – 68 HRC )

Obr. Rockwellova zkouška



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

## 2. Brinellova zkouška (HB)

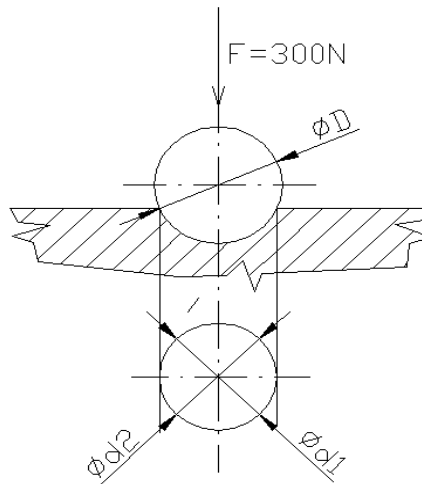
**Podstata** : spočívá ve vtláčování ocelové nebo spékané kuličky, určitého průměru, určitou silou po určitou dobu do zkoušeného materiálu. Mírou tvrdosti je velikost vtisku, kterou kulička zanechá.

$$\text{Vzorec pro výpočet HB : } \mathbf{HB} = \frac{\mathbf{F}}{\mathbf{S \cdot g}}$$

F.....zatěžující síla (N)  
S.....plocha vtisku (mm )  
g .....tíhové zrychlení

**Použití** : pro zjištění tvrdosti měkkých materiálu

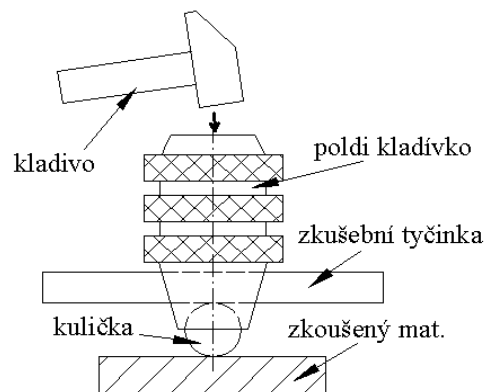
Obr. Brinellova zkouška



## 3. Tvrdoměr Poldi

**Podstata**: podstata je založena na principu Brinellovy metody. Tvrdoměr přiložíme ke zkoušenému předmětu a kladívkem udeříme na úderník. Ocelová kulička se úderem kladiva zatlačí do zkoušeného materiálu a vytvoří v něm větší nebo menší visk. Zároveň se však kulička vtiskne do vložené porovnávací tyčinky. Lupou změříme průměry vtisků na zkoušeném materiálu i na porovnávací tyči a podle tabulek najdeme výsledek.

Obr. Tvrdoměr Poldi



#### 4. Vickersova zkouška ( HV )

**Podstata** : spočívá ve vtačování diamantového pravidelného čtyřbokého jehlanu s vrcholovým úhlem 136 do zkoušeného materiálu, určitou silou po určitou dobu. Mírou tvrdosti je velikost chlop vzniklého vtisku.

Vzorec pro výpočet HV :

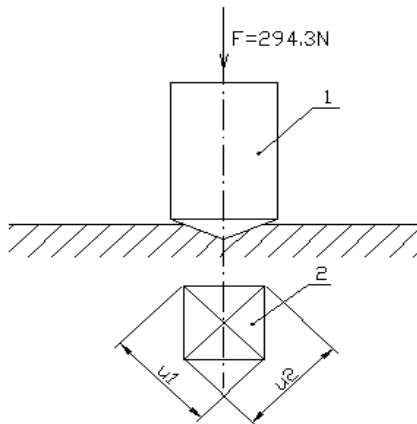
$$HV = \frac{F}{S \cdot g} = 0,189 \cdot \frac{F}{Ustř^2}$$

$$Ustř = \frac{U1 + U2}{2}$$

F ..... zatěžující síla  
S ..... plocha vtisku  
g ..... tíhové zrychlení  
Ustř ..... střední úhlopříčka

**Použití** : pro zjištění tvrdosti u tvrdých materiálů

Obr. Vickersova zkouška



#### Zkoušky odrazové

##### 1. Shoreho zkouška (HSh)

**Podstata** : touto metodou zjišťujeme tvrdost z velikosti odskoku závaží spuštěného z určité výšky od zkoušeného materiálu. Mírou tvrdosti je výška odskoku (čím je materiál tvrdší, tím je odskok vyšší). Přístroj na kterém se zkouška provádí se nazývá Shoreův skleroskop.

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

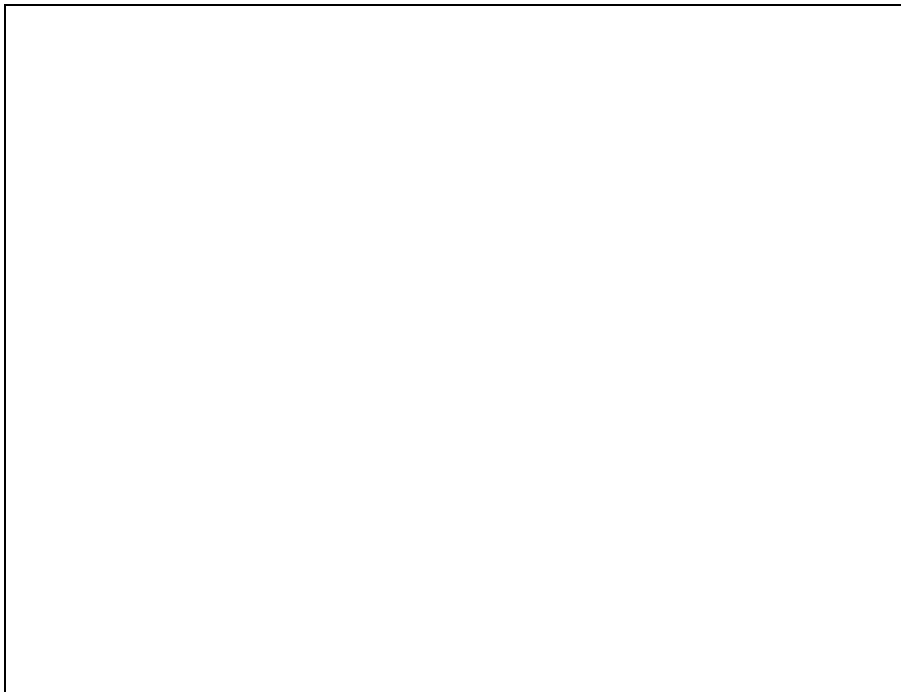
### Zkouška vrubové houževnatosti

**Definice houževnatosti** : houževnatost je schopnost materiálu odolávat rázům. Opakem houževnatosti je křehkost.

**Podstata** : těžké kladivo, otočné kolem své osy se zdvihne do určité výšky a upevní se do výchozí polohy. Po uvolnění kladiva z výchozí polohy se kladivo pohybuje po kruhové dráze, narazí na zkoušený vzorek ( tyč s vrubem ), přerazí ji a vykývne se do konečné polohy. Tato poloha je vždy nižší než poloha výchozí. Práce, která se spotřebovala k přeražení zkoušeného vzorku se nazývá spotřebovaná nárazová práce  $A_r$ .

Definice vrubové houževnatosti : je to podíl nárazové práce  $A_r$  a původního nejmenšího průřezu v místě vrubu.

Obr. Zkouška vrubové houževnatosti



Vzorce :  $A_r = G \cdot (H - h)$  ( J )

$A_r$  ..... nárazová práce  
 $G$  ..... tíha kladiva  
 $H$  ..... výchozí výška kladiva  
 $h$  ..... konečná poloha kladiva  
 $S_0$  ..... nejmenší plocha vzorku

$$K C_{u(v)} = \frac{A_r}{S_0} \quad ( J/cm^2 )$$

**Použití:** pro tepelně zpracované oceli, svary, plasty určené k lisování

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

### Technologické vlastnosti

Jsou to vlastnosti, které souvisí se zpracováním materiálu. Patří sem :

1. **Tvárnost** – je to schopnost materiálu, změnit trvale svůj tvar působením vnějších sil, aniž by došlo k porušení celistvosti materiálu. Tvárnost zjišťujeme pomocí zkoušek za studena nebo tepla ( zkouška lámavosti, ohýbáním, hloubením ), které jsou uvedeny v ČSN
2. **Svařitelnost** – je schopnost materiálu vytvořit nerozebíratelné spojení požadované jakosti jedním ze způsobu svařování. Obtížná svařitelnost se projevuje nečistým, málo pevným svarem, nebo zkřehnutím materiálu v okolí svaru. U oceli se svařitelnost určuje podle množství uhlíku. Do 0,25 % C jsou dobře svařitelné, nad 0,5% C jsou nevhodné pro svařování. Svařitelnost zjišťujeme pomocí zkoušek, které jsou zahrnuty v ČSN a rozdělují svařitelnost do 4 skupin : zaručená, podmíněně zaručená, dobrá a obtížná
3. **Slévatelnost** – je schopnost materiálu litím zcela vyplnit předem vytvořenou formu, která má tvar budoucího výrobku tzv. odlitku. Materiál určený k lití musí mít tyto vlastnosti : dobrou tekutost, nesmí tvořit bubliny a musí mít malou smrštitelnost. Slévatelnost materiálu se určuje pomocí zkoušek, které jsou zahrnuty v ČSN.
4. **Obrobitelnost** – je vlastnost, která nám ukazuje jak se chová materiál při obrábění. Obrobitelnost posuzujeme podle toho jak snadno lze oddělit třísku, jak se chová tříska vzhledem k nástroji ( jestli dochází k ulpívání třísky na nástroji ) a na velikosti řezného odporu. Obrobitelnost zkusíme normalizovaným nástrojem na měřících supotech ,při různých rychlostech a stejných řezných podmínkách.
5. **Odolnost proti opotřebení** – je vlastnost, kterou musí mít materiál u něhož požadujeme rozměrovou stálost. Opotřebení je nežádoucí oddělování miniaturních částek materiálu, k němuž dochází na povrchu součástí strojů, přístrojů, nástrojů působením tření mezi tuhými tělesy nebo mezi pevnou látkou a kapalinou. Zkoušky se dělají podle různých metod na speciálních zkušebních strojích a přizpůsobují se podmínkám provozu.

Obr. základní zkoušky tvárnosti

lámavosti	ohýbání drátů	ohýbání plechů	smáčknutí
hloubení	rozhánění	lemování	pěchování





evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost



## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

### Otázky a úkoly:

1. Jaké znáte typy namáhání?
2. Definujte pevnost.
3. Vysvětlete a znázorněte zkoušku pevnosti v tahu.
4. Jaké meze můžeme najít v pevnostním diagramu trhací zkoušky?
5. Vysvětlete co jednotlivé meze znamenají?
6. Vysvětlete a znázorněte zkoušky tvrdosti.
7. Vysvětlete a znázorněte zkoušku vrubové houževnatosti.
8. Jaké znáte technologické vlastnosti? Definujte tyto vlastnosti.

Zde začněte psát svůj text.

**Nadpisy – 1. úroveň – Arial tučný 12**

***Nadpisy – 2. úroveň – Arial tučný kurziva 11***

**Nadpisy – 3. úroveň – Arial tučný 11**

Normální text – Arial 10