

Predmet:
GRADIVA

Tema:
**Fizikalno-mehanička svojstva
gradiva**

SVEUČILIŠTE
JOSIPA JURJA STROSSMAYERA
U OSIJEKU



JOSIP JURAJ STROSSMAYER
UNIVERSITY OF OSIJEK

Fizikalno-mehanička svojstva gradiva su:

- elastičnost/plastičnost
- naprezanje i deformacije
- čvrstoća
- žilavost
- tvrdoća

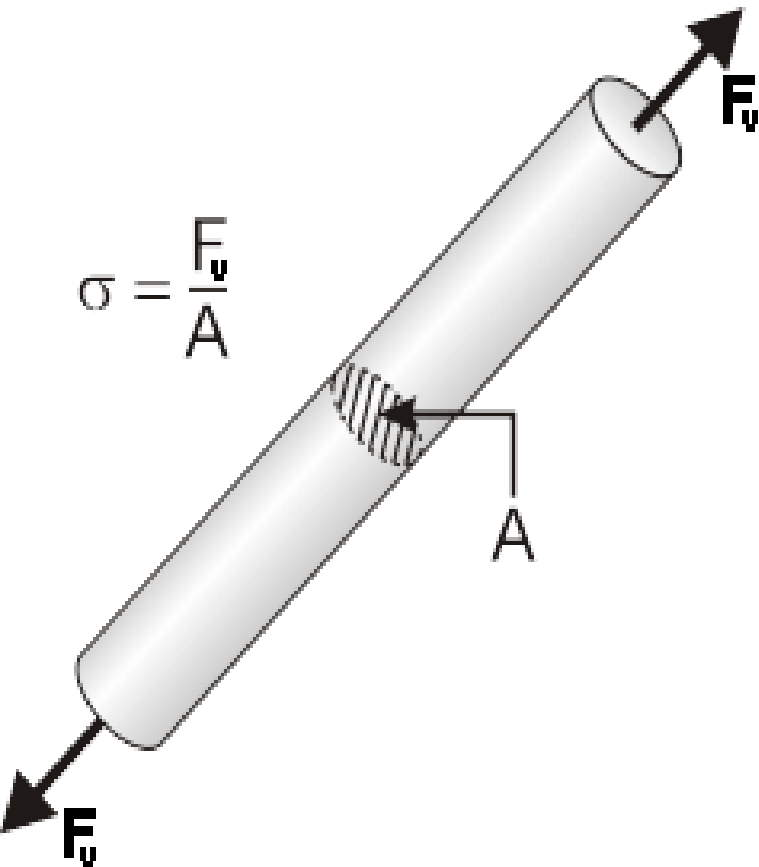
ELASTIČNO/PLASTIČNO PONAŠANJE

Elastičnost je svojstvo materijala ili elementa koje omogućuje da se on vraća svom prvobitnom obliku nakon prestanka djelovanja sile koja ga je deformirala.

Tijelo može biti:

- **potpuno elastično**, ako se nakon prestanka opterećenja potpuno vraća u svoj prvobitni oblik
- **djelomično elastično**, ako nakon uklanjanja opterećenja deformacija ne iščezava potpuno
- **plastično**, ako se tijelo nakon prestanka opterećenja trajno deformira

NAPREZANJE



Slika 1. Osnovno opterećeni štap
vlačnom silom F_v

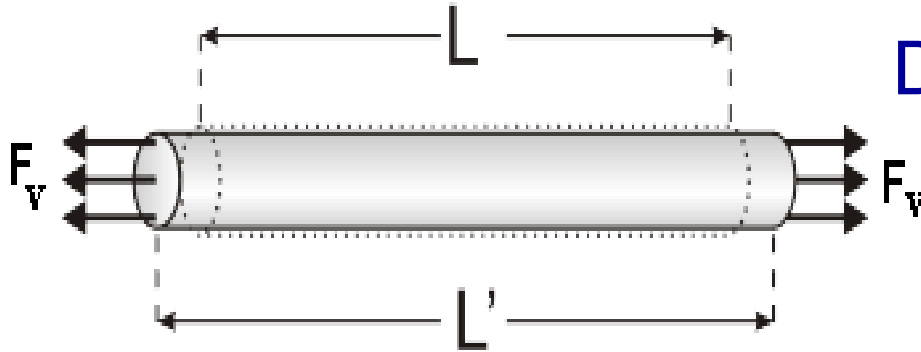
Naprezanje (σ) je sila po jedinici ploštine.

$$\sigma = \frac{F_v}{A} \text{ (} N \text{ mm}^{-2} \text{)}$$

Prema djelovanju razlikuje se:

- normalno naprezanje
- posmično naprezanje

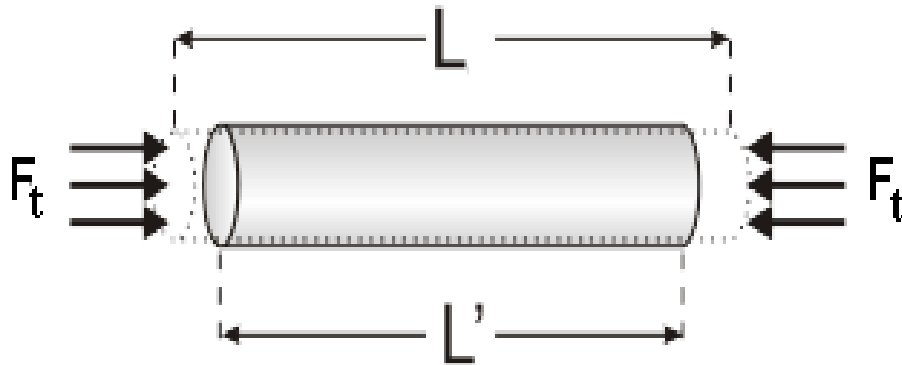
DEFORMACIJA



Slika 2. Izduljenje štapa pod djelovanjem vlačne sile F_v

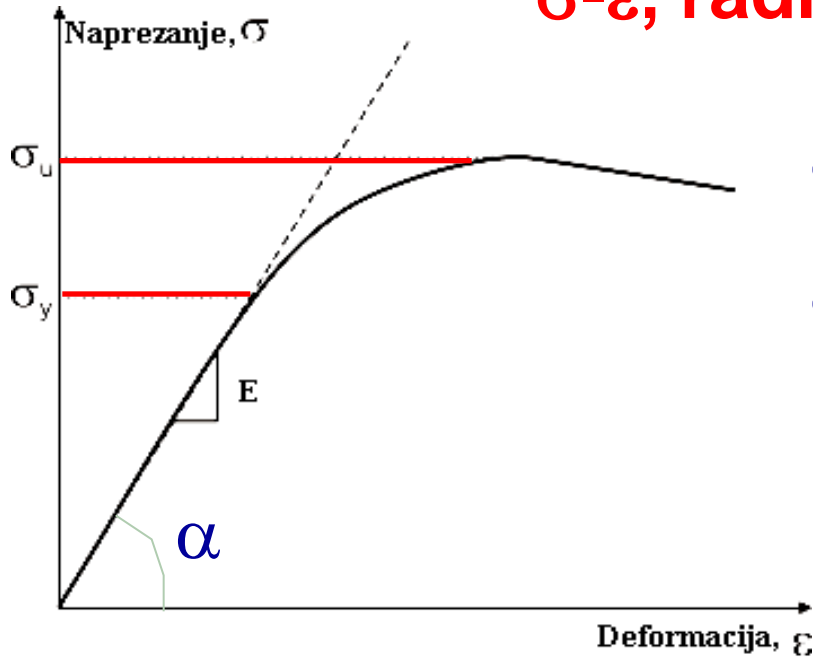
Deformacija (ε) predstavlja nastalo izduljenje po jedinici duljine štapa pod djelovanjem vlačne sile
 $\Delta L = L' - L$

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L} (\%, mm / m)$$



Slika 3. Skraćenje štapa pod djelovanjem tlačne sile F_t

σ - ε , radni dijagram



σ_y – granica proporcionalnosti

σ_u – vlačna čvrstoća

Hookeov zakon:

$$\sigma = E \cdot \varepsilon$$

Slika 4. $\sigma - \varepsilon$ radni dijagram

E - modul elastičnosti ili Youngov modul

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \text{konst.} = \tan \alpha = \frac{\frac{F_v}{A}}{\frac{\Delta L}{L}} = \frac{F_v \cdot L}{A \cdot \Delta L} \quad (\text{N} / \text{mm}^2)$$

ČVRSTOĆA MATERIJALA

Čvrstoća materijala je njegova sposobnost odupiranja djelovanju unutarnjih naprezanja koja se javljaju pod utjecajem opterećenja.

Tlačna čvrstoća (R_{mt})

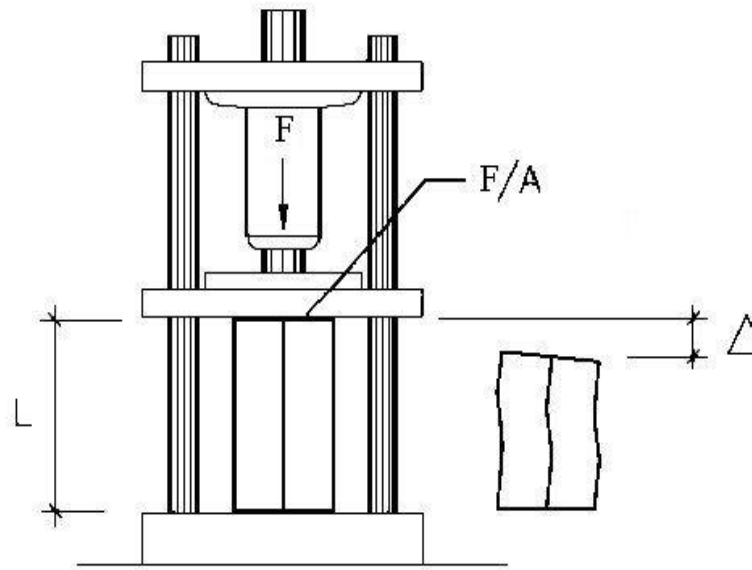
Tlačna čvrstoća uzorka materijala je sposobnost otpornosti na deformiranje skraćanjem.

$$R_{mt} = \frac{F_m}{A} = \frac{F_m}{a^2} \text{ (N / mm}^2\text{) ili (MPa)}$$

F_m – maksimalna sila (N)

A – ploština poprečnog presjeka podloge na koju djeluje sila (mm²)

Ispitivanje tlačne čvrstoće



Slika 5. Ispitivanje tlačne čvrstoće

$$R_{mt} = \frac{F_m}{a^2} (N / mm^2) \text{ za kocku} \quad R_{mt} = \frac{F_m}{r^2 \cdot \pi} (N / mm^2) \text{ za valjak}$$

Vlačna čvrstoća (R_m)

Vlačna čvrstoća uzorka materijala je sposobnost otpornosti na deformiranje izduljenjem.



$$R_m = \frac{F_m}{A} = \frac{F_m}{r^2 \cdot \pi} \text{ (N / mm}^2\text{)}$$

F_m – maksimalna sila (N)

A – ploština poprečnog presjeka (mm²)



Slika 6. Ispitivanje vlačne čvrstoće

Čvrstoća na savijanje (R_{ms})

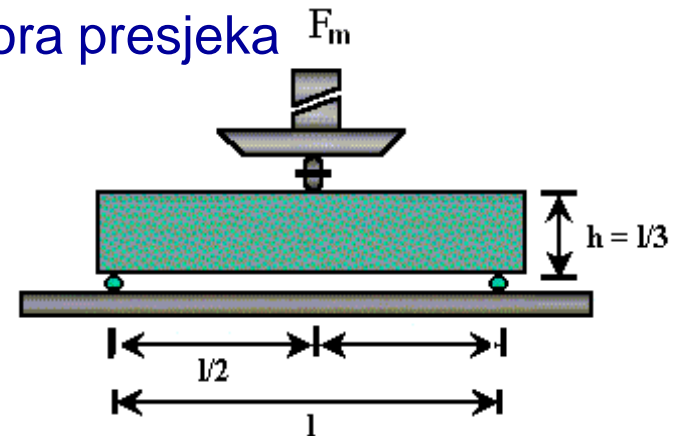
Čvrstoća na savijanje je sposobnost uzorka postavljenog na dva ležaja da se odupre deformiranju u ravnini okomitoj na glavnu os.



$$R_{ms} = \frac{M_s}{W} \quad (N \text{ mm}^{-2})$$

M_s – maksimalni moment savijanja

W – moment otpora presjeka F_m

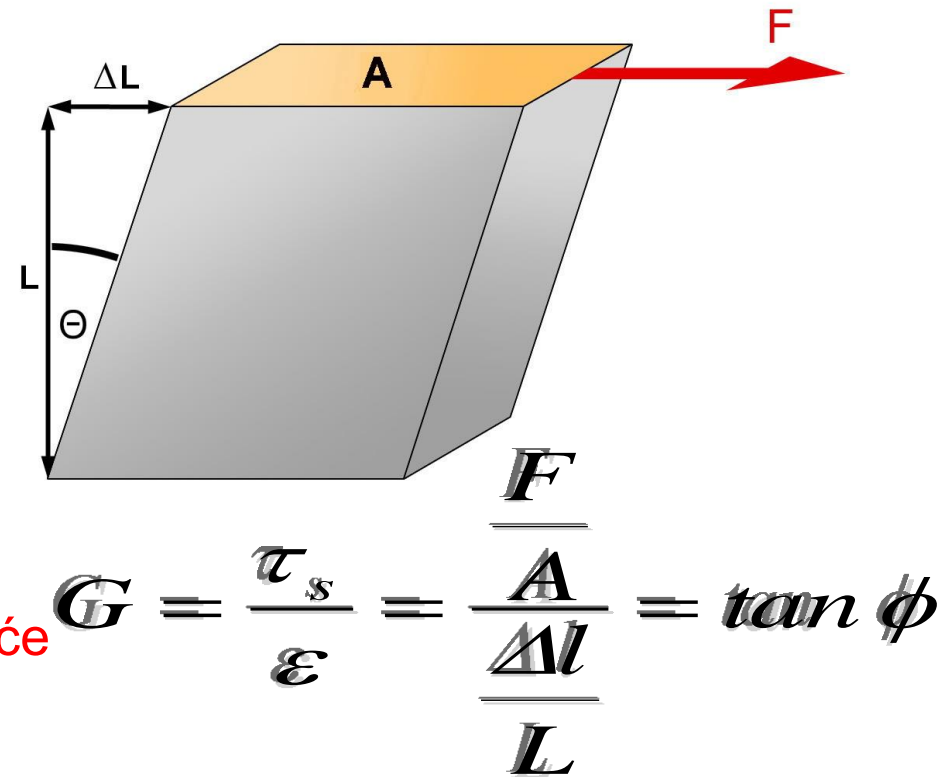


Slika 7. Ispitivanje čvrstoće na savijanje

$$R_{ms} = \frac{1,5 \cdot F_m \cdot l}{h^3} \quad (N \text{ mm}^{-2})$$

Posmična čvrstoća (τ)

Posmična čvrstoća je sposobnost uzorka materijala otpornosti posmiku.



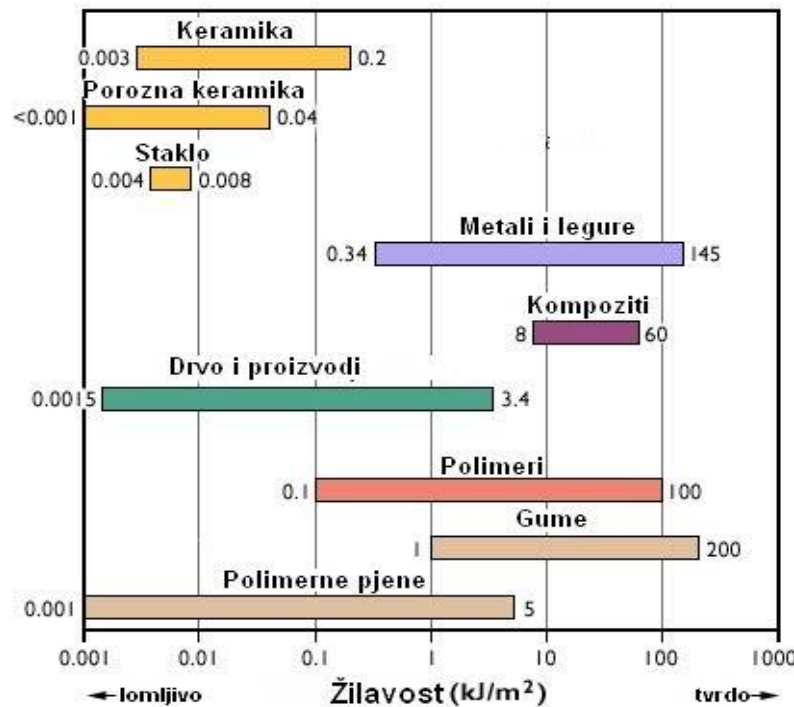
Slika 8. Ispitivanje posmične čvrstoće

τ_s - posmično naprežanje

ϵ - deformacija

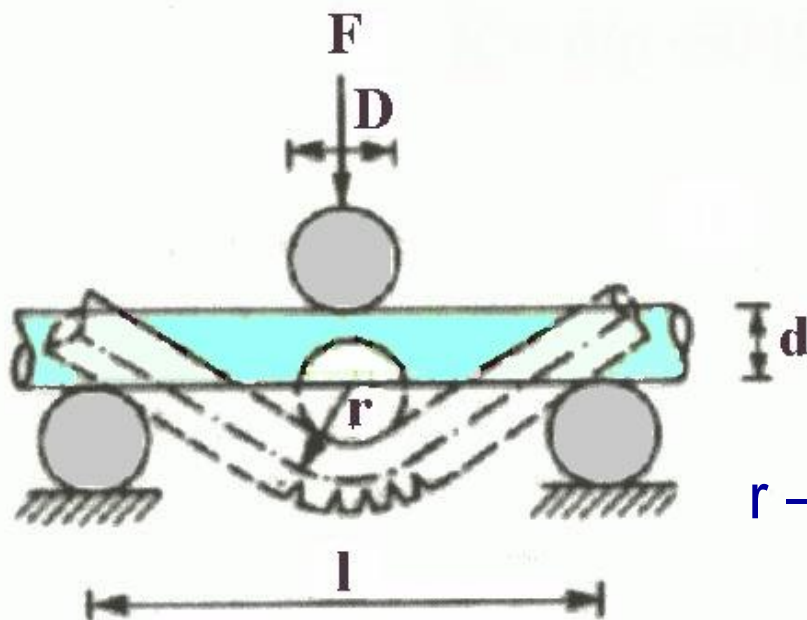
ŽILAVOST

Žilavost materijala je sposobnost materijala da plastičnom deformacijom razgradi naprezanje i na taj način povisi otpornost materijala na lom.



Slika 9. Žilavost nekih građevnih materijala

STATIČKO ISPITIVANJE ŽILAVOSTI MATERIJALA (K)



$$K = \frac{d}{r} \cdot 50(\%)$$

d – promjer štapa

r – radijus uvijenosti osi štapa

Slika 10. Statičko ispitivanje žilavosti

DINAMIČKO ISPITIVANJE ŽILAVOSTI (KV/KV)

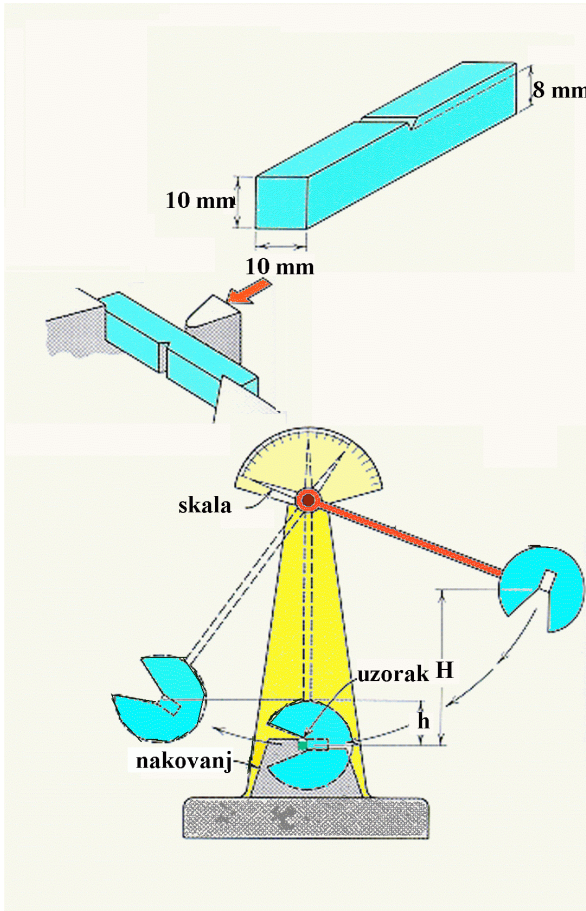
$$KV = \frac{m \cdot (H - h)}{A} \text{ (MJ / m}^2\text{)}$$

m – masa klatna (g)

A – ploština presjeka na mjestu prijeloma (mm^2)

H – početni položaj klatna (mm)

h – položaj klatna nakon udara (mm)



Slika 11. Charpyevo klatno

RAZLIČITI TIPOVI KLATNA



Slika 12. Različiti tipovi klatna

ZAMOR MATERIJALA

Zamor materijala je pojava razaranja materijala pod mnogo puta ponovljenim opterećenjem pri naprezanju manjem od statičke čvrstoće.

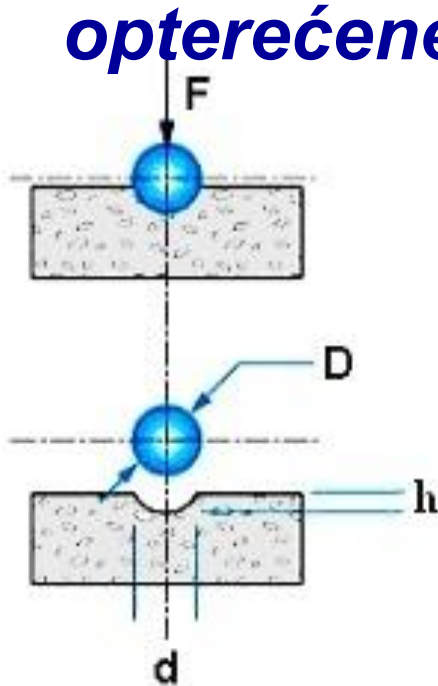
TVRDOĆA MATERIJALA

Tvrdoća materijala je otpornost materijala na prodiranje u njegovu sredinu.

- ispitivanje tvrdoće utiskivanjem po Brinellu (HB)
- ispitivanje tvrdoće utiskivanjem po Vickersu (HV)

ISPITIVANJE TVRDOĆE UTISKIVANJEM PO BRINELLU (HB)

Tvrdoća po Brinellu je mjera otpornosti što ga materijal pruža prodiranju kuglice promjera D opterećene silom F .



$$HB = \frac{0,204 \cdot F}{\pi \cdot D \cdot (D - \sqrt{D^2 - d^2})} \text{ (N / mm}^2\text{)}$$

$$HB = \frac{F}{\pi \cdot D \cdot h} \text{ (N / mm}^2\text{)}$$

F – sila (N)

D – promjer kuglice (mm)

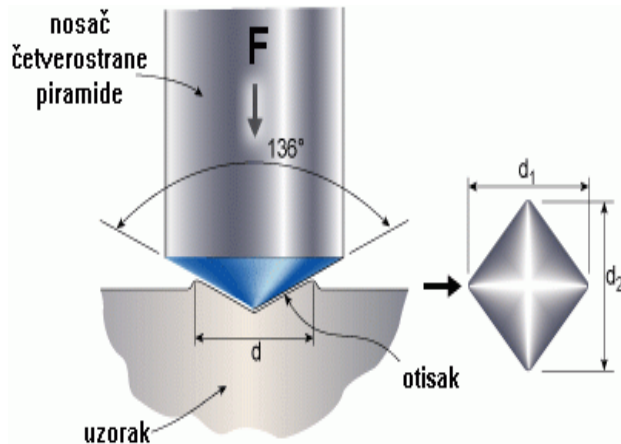
d – promjer utisnute kugline kalote (mm)

h – dubina udubljenja

Slika 13. Ispitivanje tvrdoće po Brinellu

ISPITIVANJE TVRDOĆE UTISKIVANJEM PO VICKERSU (HV)

Tvrdoća po Vickersu je mjera otpornosti što ga neki materijal pruža prodiranju dijamantne piramide opterećene silom F .



$$HV = 0,189 \cdot \frac{F}{d^2} \text{ za } d_1 = d_2$$

$$HV = 0,189 \cdot \frac{F}{d_1 \cdot d_2} \text{ za } d_1 \neq d_2$$

d_1 i d_2 – dijagonale rubova otiska (mm)

Slika 14. Uređaj za utiskivanje dijamantne piramide po Vickersu

MOHSOVA SKALA TVRDOĆE

Dijamant	10
Korund	9
Topaz	8
Kvarc	7
Ortoklas (Feldspat)	6
Apatit	5
Flourit	4
Kalcit	3
Gips	2
Talk	1

Predmet:
GRADIVA

Tema:
Trajnost gradiva

SVEUČILIŠTE
JOSIPA JURJA STROSSMAYERA
U OSIJEKU



JOSIP JURAJ STROSSMAYER
UNIVERSITY OF OSIJEK

TRAJNOST GRADIVA

Na trajnost gradiva utječu:

- a. klimatski čimbenici**
- b. biološki čimbenici**
- c. opterećenje**
- d. fizikalna i kemijska nespojivost**
- e. krivo korištenje**

KLIMATSKI ČIMBENICI

- zračenje: sunčevo, nuklearno, toplinsko
- temperatura: povišena, snižena, promjenjiva u ciklusima
- voda: snijeg, led, kiša, kondenzat, para (erozija gradiva)
- sastojci zraka: kisik, ozon, ugljikov dioksid
- onečišćivači zraka: sumporov dioksid, dušikovi oksidi, kiseline i lužine (korozija gradiva)
- smrzavanje-odmrzavanje

BIOLOŠKI ČIMBENICI

- insekti, mikroorganizmi, gljive, lišajevi, bakterije

OPTEREĆENJA

- stalno, prolazno, izvanredno
- opterećenje vodom: kiša tuča snijeg
- opterećenje vjetrom

FIZIKALNA I KEMIJSKA NESPOJIVOST

- dva materijala u kompozitnom materijalu različitih fizikalnih i kemijskih svojstava

KRIVO KORIŠTENJE

- pogrešna uporaba gradiva od strane korisnika

Kraj!