

# **ISPITIVANJE UDARNE RADNJE LOMA**

**Ispitivanjem udarne radnje loma određuje se ponašanje materijala (metalnih i polimernih) u uvjetima udarnog opterećenja.**

**Vrijednost udarne radnje loma pokazuje hoće li se materijal ponašati žilavo ili krhko u uvjetima udarnog opterećenja.**

**Često se ispituje pri sniženim temperaturama jer kod nekih materijala temperatura značajno utječe na iznos udarne radnje loma.**

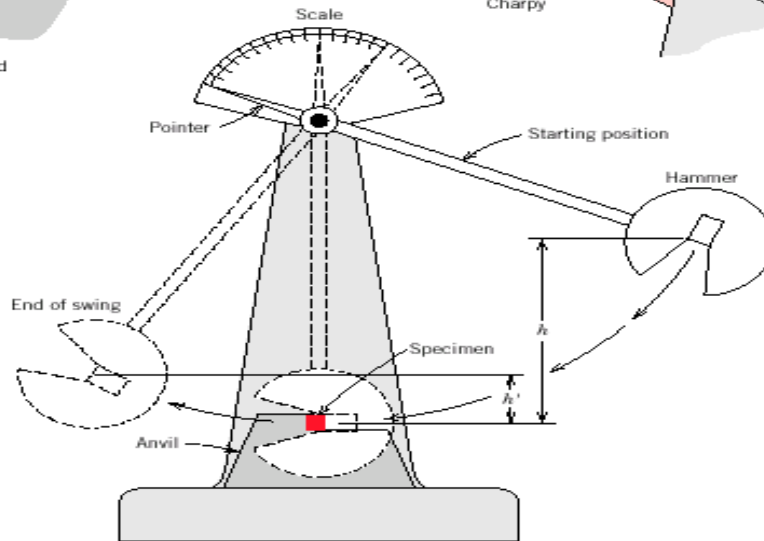
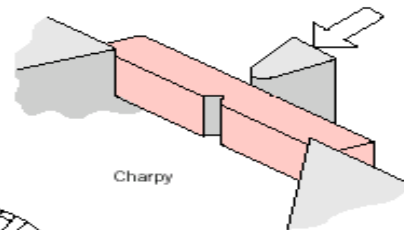
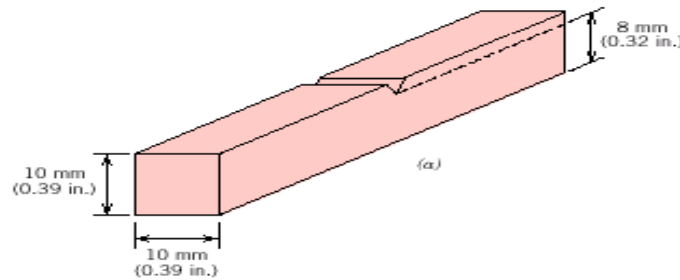
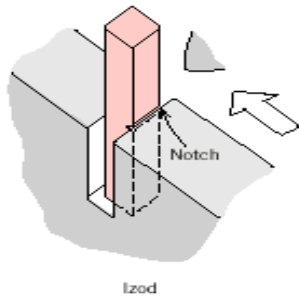
- **Materijal koji pokazuje veliki otpor pri ispitivanju udarne radnje loma je žilav materijal.**
- **Žilavost je sposobnost materijala da se pri iznenadnom naglom udaru velikom silom suprotstavi toj sili bez loma i deformacije.**
- **Žilavost je kombinacija čvrstoće i duktilnosti, istezljivosti materijala.**
- **Žilavi materijal mora imati i dobru čvrstoću i istezljivost kako bi se suprotstavio lomu i deformaciji pod djelovanjem udarne radnje loma.**

# METODE ZA ISPITIVANJE UDARNE RADNJE LOMA

Za ispitivanje udarne radnje loma koriste se dvije metode: Izodova i Charpyjeva.

Češće je u upotrebi Charpyjeva metoda.

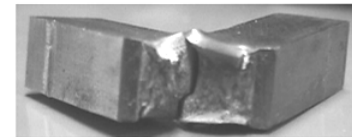
Izod



Charpy

Ispitni uzorak oslonjen na dva oslonca savojno se opterećuje udarcem brida bata u sredini raspona nasuprot utoru, zarezu.

Zbog udarca ispitni uzorak pukne u korijenu utora ili ga oštrica bata provuče između oslonca.

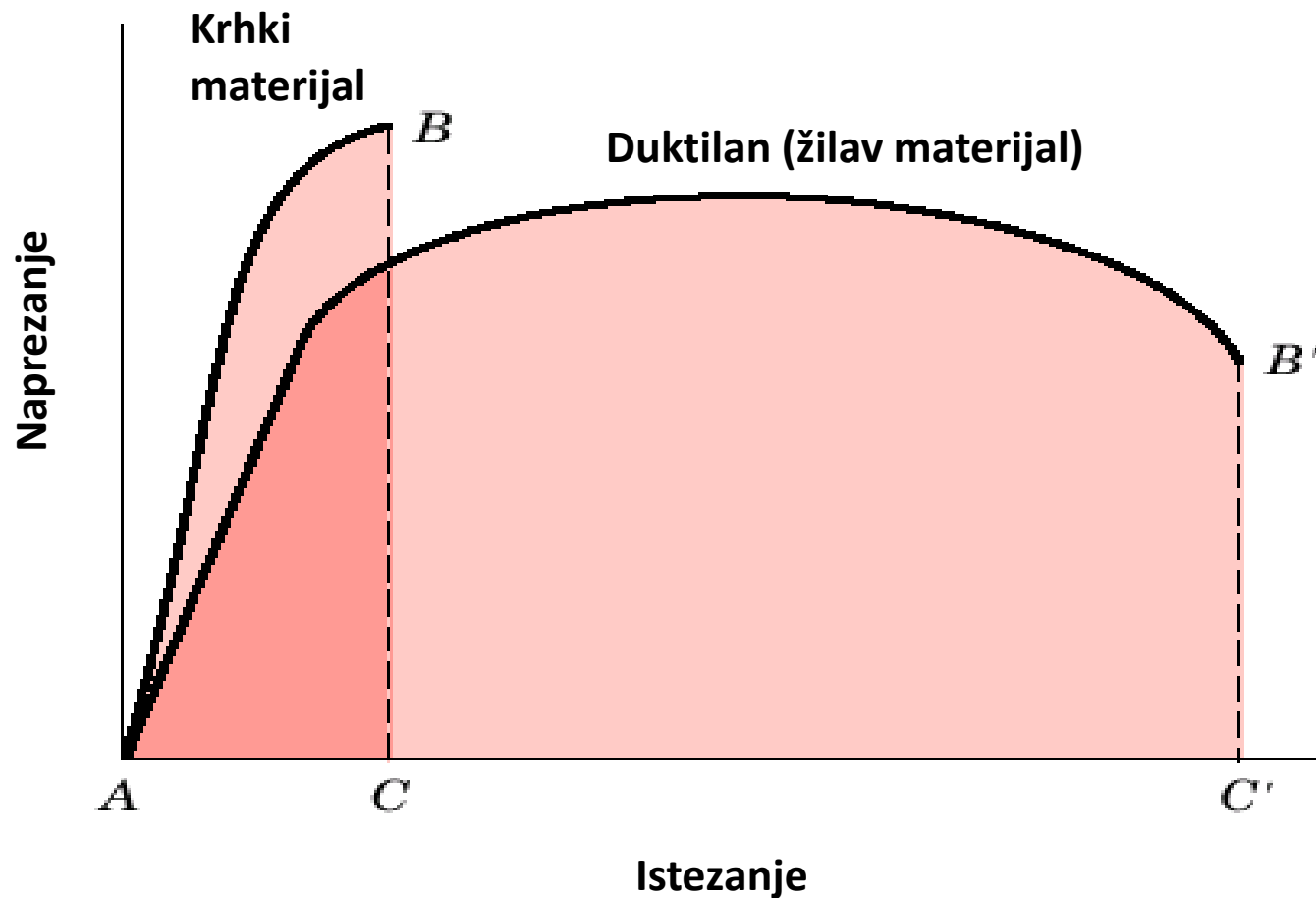


Uzorak nakon loma

- **Ispitivanje metala udarnom radnjom loma daje informacije načinu loma metala kod iznenadnog opterećenja pri velikoj brzini.**
- **Energija apsorbirana pri lomu tumači se površinom ispod naprezanje – koja se naziva žilavost materijala.**
- **Krhki materijali imaju malu površinu ispod krivulje naprezanje – deformacija (zbog njihove male žilavosti) i jer je apsorbiran mali iznos energije tijekom udarne radnje loma.**
- **Kako raste sposobnost plastične deformacije materijala (duktilnost) raste i površina ispod krivulje naprezanje – deformacija, a također raste i apsorbirana energija te žilavost materijala.**

-

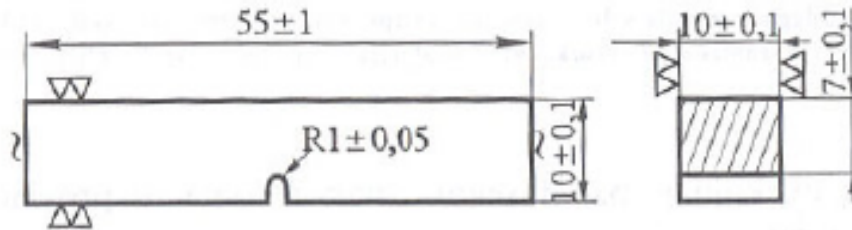
- Duktilni materijali – prije loma se izrazito plastično deformiraju uz veliku apsorpciju energije (žilavost)
- Krhki materijali – prije loma se vrlo malo plastično deformiraju uz vrlo malu apsorpciju energije



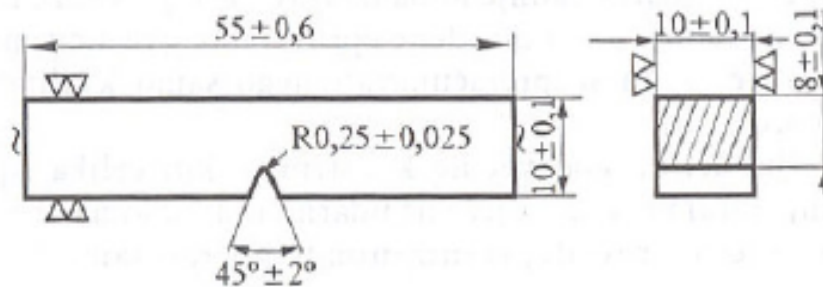
# Oblici dimenzije ispitnih uzorjaka za ispitivanje udarne radnje loma

Dva najčešće korištena oblika ispitnog uzorka pri ispitivanju udarne radnje loma su:

Ispitni uzorak s U-zarezom (DVM)



Ispitni uzorak s V-zarezom (ISO-V)



Kada nema dovoljno materijala koriste se ispitni uzorci manjih dimenzija.

Najčešće se upotrebljavaju ispitni uzorci s V-zarezom za ispitivanje žilavih materijala, kao što su čelici s malim postotkom ugljika.

Ispitni uzorak s U-zarezom upotrebljava se za ispitivanje krhkih materijala.

Zarez koji se nalazi u sredini ispitnog uzorka osigurava da se lom dogodi baš na tom mjestu.

**Kada nema dovoljno materijala koriste se ispitni uzorci manjih dimenzija.**

**Najčešće se upotrebljavaju ispitni uzorci s V-zarezom za ispitivanje žilavih materijala, kao što su čelici s malim postotkom ugljika.**

**Ispitni uzorak s U-zarezom upotrebljava se za ispitivanje krhkih materijala.**

**Zarez koji se nalazi u sredini ispitnog uzorka osigurava da se lom dogodi baš na tom mjestu.**



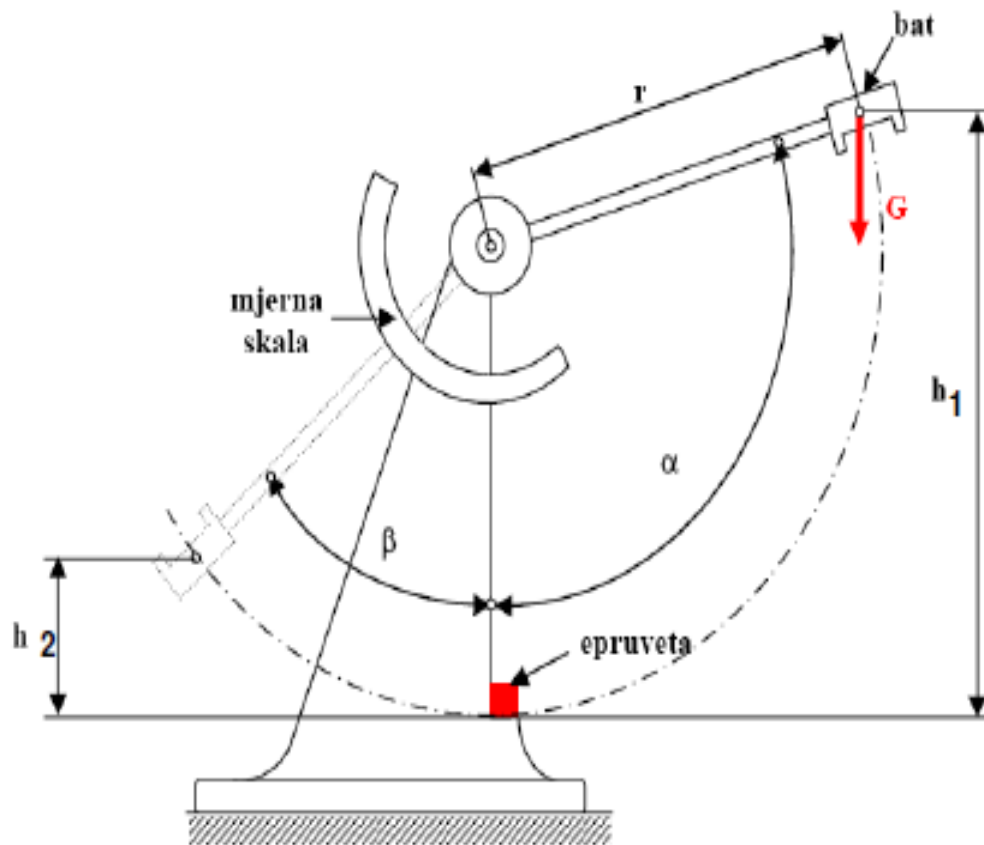
# Charpyjeva metoda

Udar na radnja loma predstavlja energiju potrebnu da brid Charpyjeva bata prelomi ispitni uzorak ili ga provuče između oslonaca.

Kod Charpyjeve metode ispitivanja bat (težine  $G$ ,  $N$ ) se spušta s početne visine  $h_1$  (koja odgovara kutu pada) i udara u ispitni uzorak.

Kutovi se određuju pomoću kazaljke na mjernoj skali.

Bat se ne zaustavlja nego nastavlja kretanje, lomi ispitni uzorak te dolazi na konačnu visinu  $h_2$ , koja odgovara kutu  $\beta$ .



## Udarna radnja loma računa se iz izraza:

$$KV \text{ ili } KU = G \cdot (h_1 - h_2), J$$

$$KV \text{ ili } KU = G \cdot r (\cos\beta - \cos\alpha), J$$

$$G = m \cdot g, N - \text{težina bata}$$

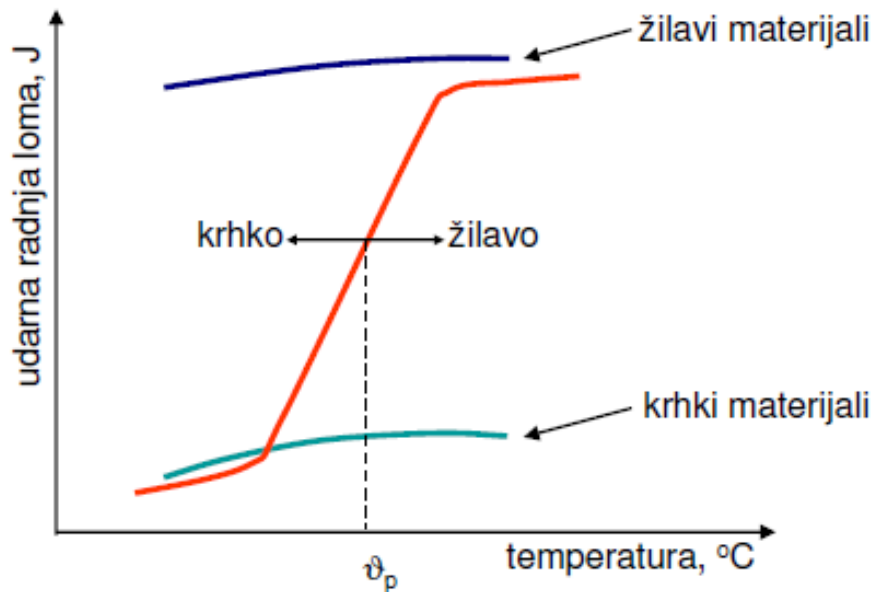
Ova energija se može očitati direktno na mjernoj skali pomoću kuta  $\beta$ .

Ukoliko se primjenjuju standardni ispitni uzorci (ISO-V ili DVM) žilavost se izražava samo u J, a ukoliko su korišteni ispitni uzorci manjih dimenzija, onda se izražava u  $J/cm^2$  i računa po izrazu:

$$K = \frac{KU \text{ (ili } KV)}{S}, J/cm^2$$

gdje je S – površina nosivog presjeka ispitnog uzorka izražena u  $cm^2$ .

## Utjecaj temperature na žilavost materijala



Žilavost materijala općenito opada sa snižavanjem temperature ispitivanja.

Kod vrlo žilavih metala s FCC rešetkom (Al, Cu, Ni, austenitni čelici) opadanje žilavosti je neznatno te su oni zato deformabilni u širokom temp. intervalu.

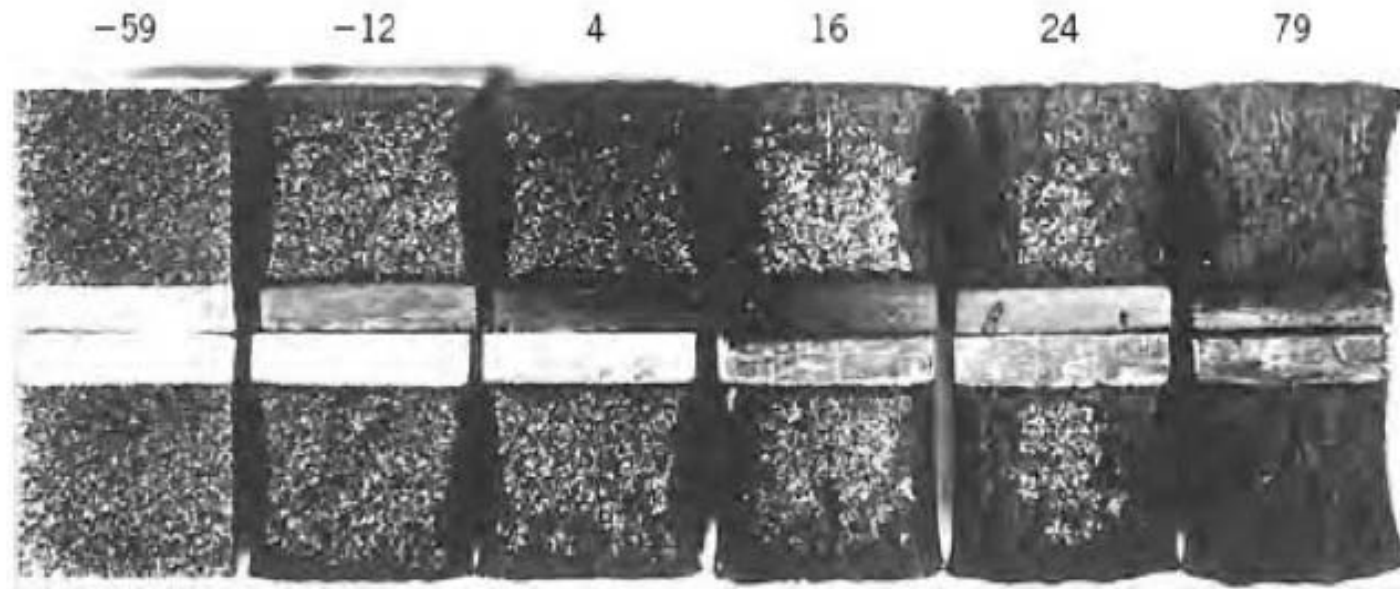
Krhki materijali (visokočvrsti čelici, staklo i keramika) imaju nisku žilavost i deformabilnost bez obzira na temp. ispitivanja.

Legure metala s BCC rešetkom (većina konstrukcijskih čelika) i polimeri imaju karakterističnu krivulju s izraženom prijelaznom temperaturom ( $\vartheta_p$ ).

Prijelazna temperatura ( $\vartheta_p$ ) je temperatura na kojoj materijal prelazi iz žilavog u krhko područje.

Na višim temperaturama čelici s BCC rešetkom imaju tzv. plastični ili žilavi lom s karakterističnim izgledom vlaknaste strukture i jako deformiranim presjekom na mjestu prijeloma ispitnog uzorka.

S padom temperature dolazi do krhkog loma s izraženom zrnastom kristalnom strukturom i vrlo malo deformiranim presjekom.



Vrste prijeloma: krhki (lijevo) i žilavi (desno)

# Fracture Energy vs. Temperature for Various Metals

