

Ovaj standard je u saglasnosti sa preporukom Međunarodne organizacija za standardizaciju ISO/R 400, izdatom u novembru 1964.

1. Predmet standarda

Ovim standardnom propisuje se metoda ispitivanja zatezanjem gnječenih i livenih proizvoda od bakra i bakarnih legura, koji imaju prečnik jednak ili veći od 5 mm, odnosno debljinu jednaku ili veću od 2,5 mm.

Ovaj standard ne odnosi se na žicu prečnika ispod 5 mm, ni na cjevi.

2. Princip ispitivanja

Epruveta propisanog oblika podvrgava se rastućim zateznim naprezanjima po pravilu do prekida, da bi se odredila jedna ili više mehaničkih osobina.

Po ovom standardu ispituju se :

a) Svojstva otpornosti:

- granica elastičnosti (σ_2)
- granica 0,2 % ($\sigma_{0,2}$)
- zatezna čvrstoća (σ_m)

b) Sposobnost deformacije:

- izduženje (δ_5 , odnosno δ_{10})
- kontrakcija (ψ)

3. EPRUVETA

3.1. Oblik i veličina epruvete

3.11 Poprečni presjek epruvete može biti okrugao, kvadratan, pravougaon, šestoougaon, ili u posebnim slučajevima i drugih oblika.

Preporučuje se da odnos širine prema debljini epruvete sa pravougaonim poprečnim presjekom ne pređe vrednost 4:1

3.12 Epruveta ima mjerni (prizmatični ili cilindrični) dio na kom se vrši posmatranje, i krajeve (glave) za uklješćivanje koji dolaze u čeljusti mašine za kidanje. Glave mogu biti bilo kojeg oblika pogodnog za uklješćivanje, s tim da prelaz od krajeva prema mjernom dijelu mora imati postepeno zakrivljenje sa radijusom koji omogućava da se izbjegne koncentracija unutrašnjih napona na mjestu između krajeva i mjernog dijela.

3.13 Epruvete se mogu pripremiti isjecanjem iz uzoraka bez naknadne ili sa naknadnom mašinskom obradom, ili izrađivati livenjem. Livene epruvete i epruvete od proizvoda kao što su profili, šipke itd. mogu se ispitivati bez ikakve prethodne mašinske obrade. Epruveta poslije isjecanja i mašinske obrade ne smije imati nikakve zareze ni oštećenja na mjernom i prelaznim dijelovima.

3.131 Preporučuje se da prečnik mašinski obrađivanih okruglih epruveta ne bude manji od 6 mm.

3.132 U toku mašinske obrade epruvete treba voditi računa da se izbjegne svako pretjerano zagrijavanje materijala ili hladna prerada površina.

Ako je potrebno da se mašinski obrađuju epruvete manjih prečnika, treba preduzimati posebne mjere da bi se izbjegla deformacija materijala.

3.133 Strane i glave pljosnatih epruveta moraju biti ravne.

3.14 Cilindrični , odnosno prizmatični dio l_p (vidi sl. 1 i 2) mašinski obrađivane epruvete mora biti obrađen sa najvećim dozvoljenim odstupanjem od 0,05 mm od srednje vrednosti prečnika, odnosno širine.

Debljina između površina prizmatičnog dijela mašinski neobrađivane epruvete ne smije odstupati za više od 0,25 mm od svoje srednje vrijednosti.

3.15 Dužina mjernog dijela epruvete l_0 (sl. 1) određuje se po obrascu:

$$l_0 = k\sqrt{A_0}$$

gdje je :

A_0 = površina presjeka mjernog dijela epruvete, u mm^2

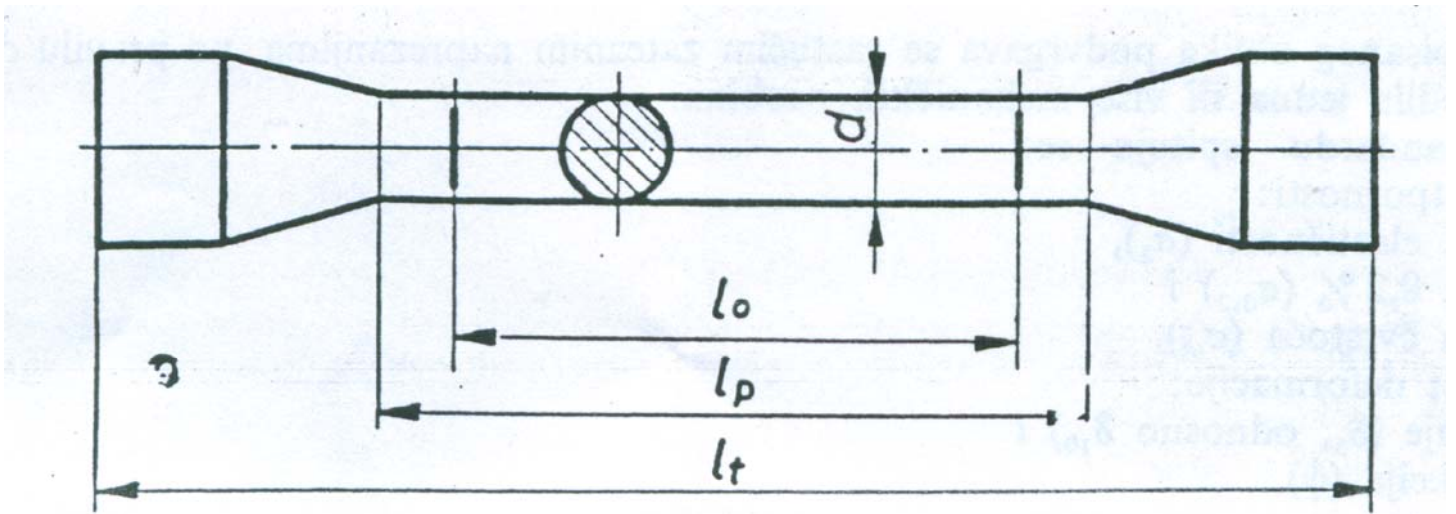
K = jedna od veličina: 4; 4,5; 5,65; 8,16 ili 11,3 (v. tač. 3.151). Epruvete sa ovakvom mjernom dužinom nazivaju se proporcionalne epruvete.

Dimenzije mjerne dužine l_0 (vidi sl. 1 i 2), dobivena računskim putem, zaokružava se ka bližem 5 mm.

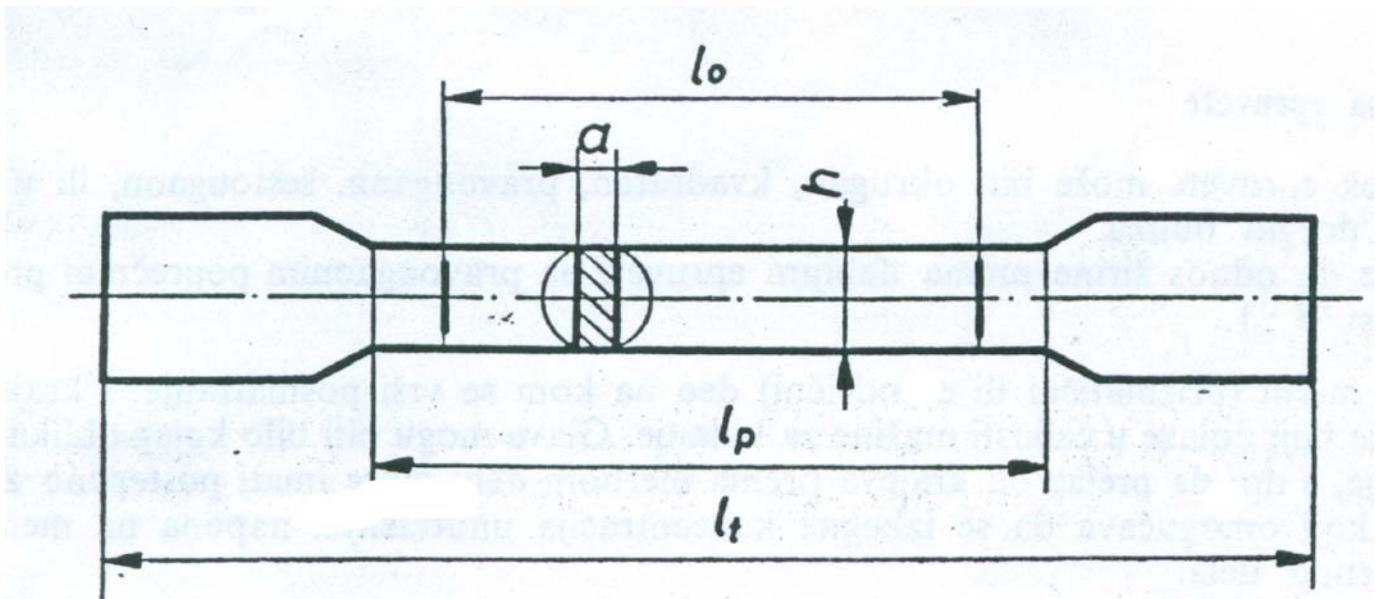
3.151 Preporučuje se uzimanje vrednosti $k=5,65$, izuzev za proizvode malih presjeka, ako izračunata mjerna dužina izade manja od 25 mm. U ovakvim slučajevima treba uzimati vrednosti $k=11,3$. Ostale vrednosti $k= 4; 4,5$ i $8,6$ mogu se upotrebljavati samo ako je to posebnim sporazumom predviđeno za odnosni proizvod.

3.152 Dužina prizmatičnog, odnosno cilindričnog produženog dijela epruvete l_p mora ležati između $l_0 + d/2$ i $l_0 + 2d$.

Vrijednost d za epruvete koje nisu okruglog preseka jednaka je prečniku najmanjeg opisanog kruga koji potpuno obuhvata celu periferiju poprečnog presjeka, ali ne mora prelaziti kroz više od 2 tačke (vidi sl. 2).



Slika 1



Slika 2

Ako se epruvete pravougaonog presjeka uzimaju od grupe profila raznih mjera, može se za l_p uzeti bilo koja vrijednost koja leži između $l_0 + d$ i $l_0 2d$; pri ovome se vrednosti za l_0 i d uzimaju od epruvete sa najvećim presjekom.

Ako ima dovoljno materijala, pri arbitražnim ispitivanjima treba uvijek uzimati $l_p = l_0 + 2d$.

3.153 Po posebnom dogovoru i u izuzetnim okolnostima, mogu se primjeniti i epruvete čije mjere ne odgovaraju proporcionalnim epruvetama. U ovom slučaju mjerna dužina i površina poprečnog presjeka epruvete mora biti navedena u zapisniku o ispitivanju.

4. Način ispitivanja

4.1 Temperatura na kojoj se vrši ispitivanje

Ako nije drugačije propisano, ispitivanje se vrši na sobnoj temperaturi. Pod sobnom temperaturom podrazumjeva se temperatura 20°C , mjerena na sredini sobe na visini 1,5 m iznad poda, sa dozvoljenim odstupanjem $+ 5^{\circ}\text{C}$

4.2 Mjerenje epruvete

Površina poprečnog presjeka epruvete izracunava se na osnovu snimljenih mjera sa greškom koja ne smije biti veća od $\pm 0,5\%$ za svaku mjeru.

Ako se ova tačnost ne može postići, metoda mjerenja epruvete mora biti propisana osnovnim standardom za odnosni proizvod.

4.3 Brzina porasta sile

Brzina porasta sile, ako se smatra da je od značaja, predmet je posebnog dogovora zainteresovanih strana.

Međutim, ako se određuju granica elastičnosti i granica 0,2 % (granica razvlačenja), brzina porasta sile ne smije ni u kome slučaju preći 1 kp/mm^2 u sekundi.

4.4 Mjerenje opterećenja

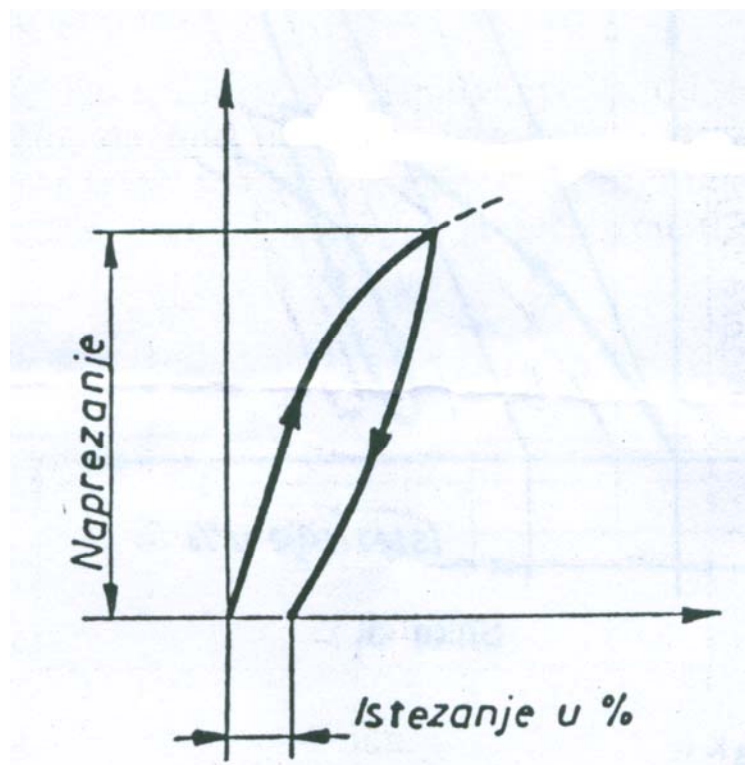
Sila kojom se opterećuje epruveta, a koja odgovara nekom specifičom naprezanju, mora se postići mašinom za kidanje koja u pogledu tačnosti mjerenja zadovoljava stepen 1,0 prema odredbama datim u JUS M.Z0.500

4.5 Određivanje granice elastičnosti

4.51 Granica elastičnosti određuje se metodom rasterećenja, na sljedeći način:

Epruveta se opterećuje postepeno rastućim silama. Sila se svaki put održava za vrijeme oko 10 sekundi. Po prestanku sile, svaki put se pogodnim ekstenzometrom izmjeri nastalo trajno izduženje epruvete. Opit se prekida čim je nastupilo propisano trajno izduženje 0,01 % ili 0,005 % (vidi sl.3).

Naprezanje koje odgovara propisanom trajnom izduženju izračunava se interpolacijom.



Slika 3

4.511 Posebno dogovorom se može ugovoriti određivanje granice elastičnosti metodom provjere na sljedeći način:

Epruveta se optereti silom koja odgovara granici elastičnosti za vrijeme 10 do 12 s. Zatim se , poslije rasterećenja, provjerava pogodnim ekstenzometrom da li nastalo trajno izduženje nije veće od propisane vrijednosti.

4.6 Određivanje granice 0,2 %

Granica 0,2% (granica razvlačenja) može se odrediti na jedan od sljedeća 2 načina:

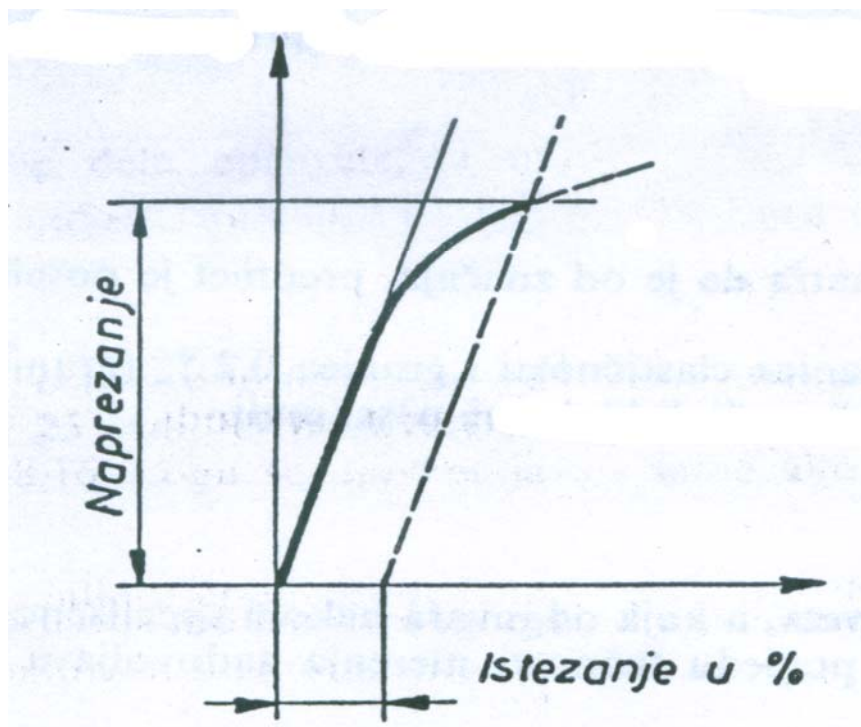
- a) grafičkom metodom, ili
- b) metodom triju tačaka.

4.61 Grafička metoda

Primjenom pogodnog ekstenziometra nacrtana se kriva očvršćenja. U dijagramu se primjenjene sile nanose kao ordinate, a odgovarajuća izduženja kao apscise. Zatim se na dijagramu povuče prava paralelna sa početnim pravim dijelom krive očvršćenja, na odstojanju koje odgovara izduženju 0,2% od prvobitne mjerne dužine epruvete (vidi sl.4), mjereno u pravcu apscise. Traženo naprezanje nalazi se u tački gdje se sijeku paralelna prava i kriva očvršćenja.

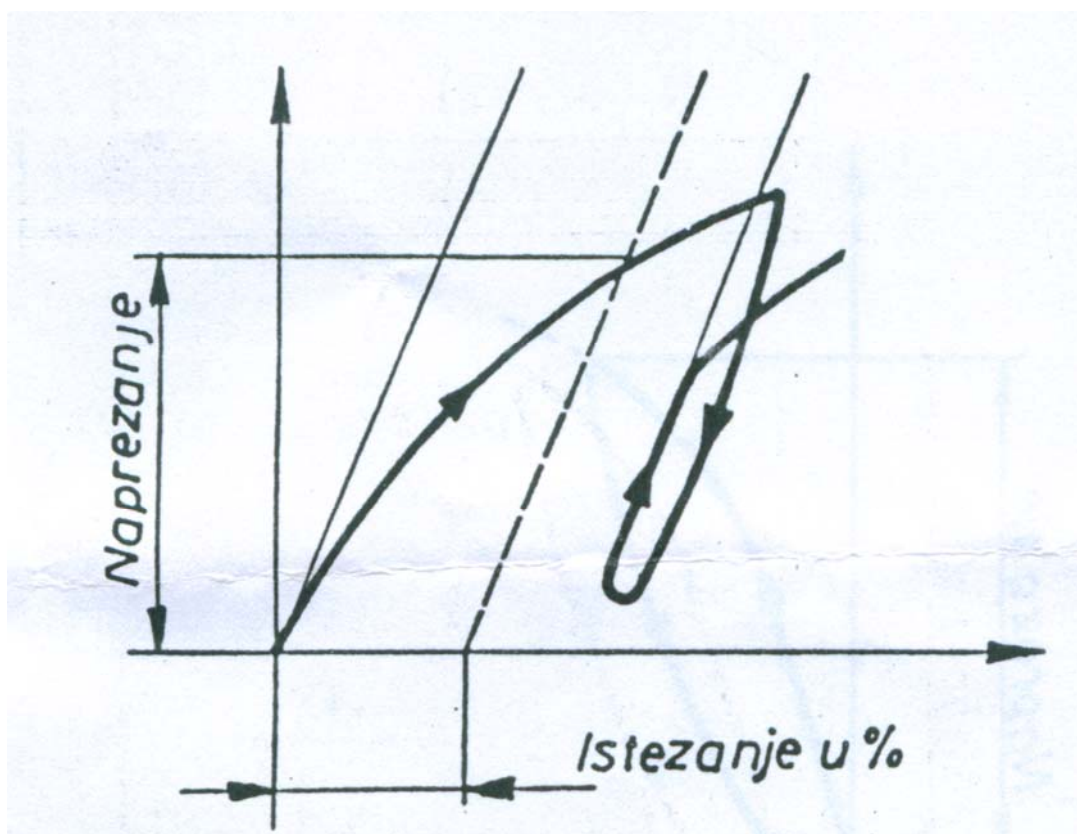
Granica 0,2% izračunava se po sljedećem obrazcu:

$$\sigma_{0,2} = \frac{F_{0,2}}{A_0} \text{ kp/mm}^2$$



Slika 4

4.611 U slučaju da početni dio krive očvršćenja nije prav, traženi nagib može biti određen tako, da se sila najprije poveća do nekog napreznja u blizini granice 0,25%, pa se zatim epruveta rastereti do neke male ostajuće sile. Zatim se ponovi opterećivanje epruvete, pri čemu se izduženje provjerava ekstenzometrom. Kriva ponovnog opterećenja ima najčešće jedan prav dio koji sa apscisom zaklapa traženi ugao (vidi sl.5).



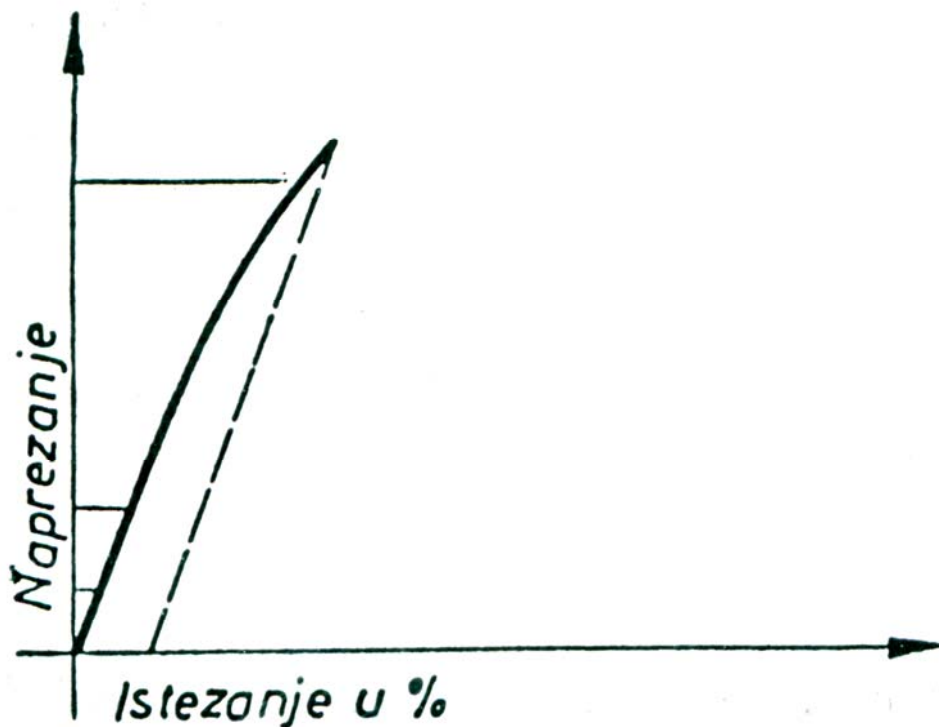
Slika 5

4.62 Metoda triju tačaka

Posebno se može ugovoriti da se granica 0,2 % proveri metodom triju tačaka na sljedeći način:

Epruveta se uzastopno tri puta podvrgava sili koja je svaki put veća i odgovara 5;25 i 100% od propisanog napreznja na granici 0,2 % i svaki put se utvrde odgovarajuća izduženja mjerenjem pogodnim ekstenzometrom. Povećanje izduženja između prvog i trećeg povećanja

sile ne smije biti veće nego propisano izduženje više 4,75 puta povećanje izduženja između prvog i drugog povećanja sile (vid sl.6):



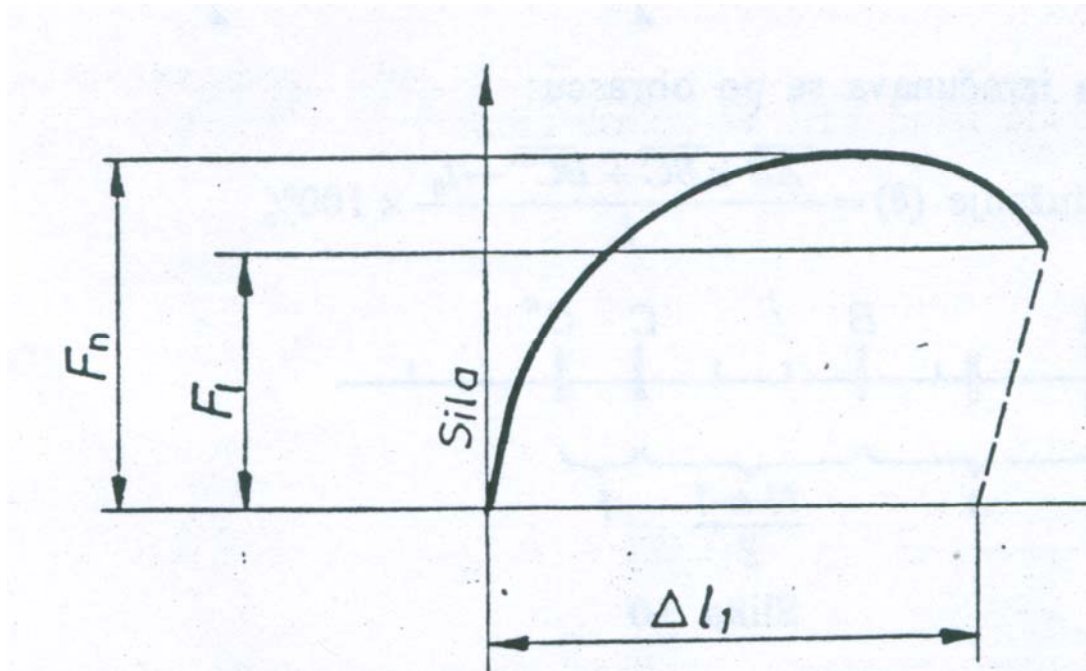
Slika 6

4.7 Određivanje zatezne čvrstoće

Pošto se izvršilo određivanje granice elastičnosti, odnosno razvlačenja, skine se ekstenzometar i povećava opterećenje do prekida epruvete. Tako se dobija maksimalna sila zatezanja F_m u kp (vidi sl.7)

Zatezna čvrstoća σ_m izračunava se dijeljenjem maksimalne sile zatezanja F_m sa površinom prvobitnog presjeka epruvete A_0 , u mm^2

$$\sigma_m = \frac{F_m}{A_0} \text{ kp} / \text{mm}^2$$

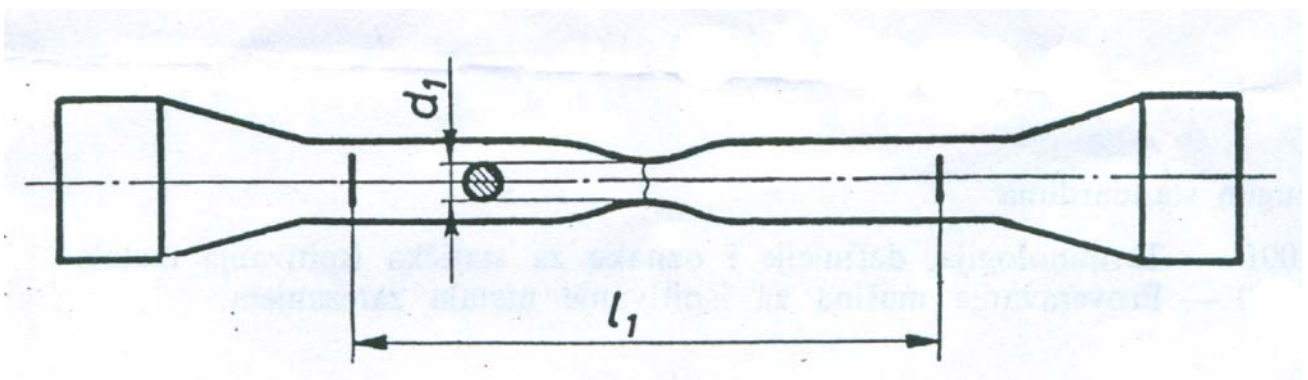


Slika 7

4.8. Određivanje izduženja poslije prekida

4.81 Mjerna dužina l_0 označi se na epruveti prije ispitivanja sa odgovarajućom tačnošću. Označavanje treba izvršiti na takav način, da ono ne bi prouzrokovalo prekid epruvete na mjestima oznake. Poslije prekida dijelovi epruvete tijesno se naslone jedan na drugi tako da leže u pravoj liniji (vidi sl.8).

Povećanje mjerne dužine poslije prekida mjeri se sa tačnošću 0,25 mm.



Slika 8

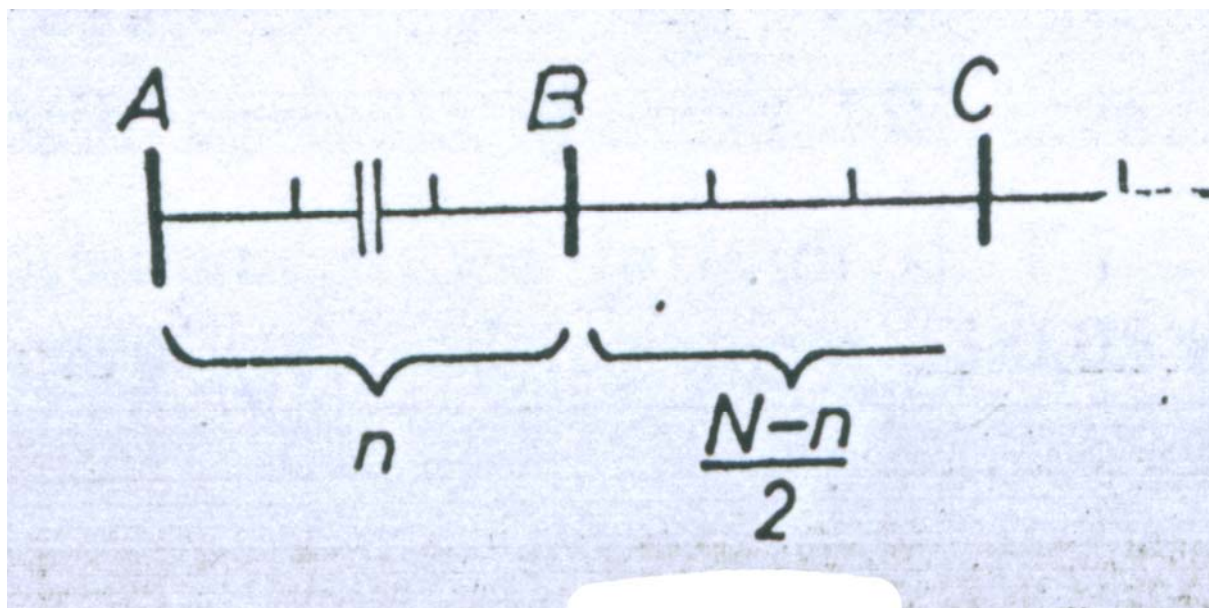
Ovaj način mjerenja mjerodavan je samo u slučaju ako je odstojanje mjesta prekida od bliže reporne tačke veće ili jednako $0,25 l_0$.

Međutim, mjerenje je u svima slučajevima punovažno ako nađeno izduženje zadovoljava propisanu vrijednost, bez obzira gdje je nastupio prekid epruvete.

4.82 Da bi se izbjegla moguća odbacivanja epruvete zbog toga što je došlo do prekida izvan granica propisanih u prethodnoj tački, preporučuje se primjena sljedeće metode:

Prije ispitivanja mjerna dužina epruvete l_0 podijeli se na N jednakih podjeljaka. Poslije prekida označi se sa A krajnja reporna tačka na kraćem dijelu epruvete. Na dužem dijelu epruvete označi se pomoćna tačka B , koja se nalazi na odstojanju koje je što približnije jednako odstojanju tačke A od mjesta prekida. Ako se sa n označi broj podjeljaka između tačaka A i B , izduženje poslije prekida određuje se na jedan od sljedeća 2 načina:

a) $N-n$ je paran broj (vidi sl.9)



Slika 9

Izmjeri se odstojanje između tačaka A i B i odstojanje između tačke B i nove pomoćne tačke C koja se nalazi na odstojanju $(N-n)/2$ podjeljaka od tačke B

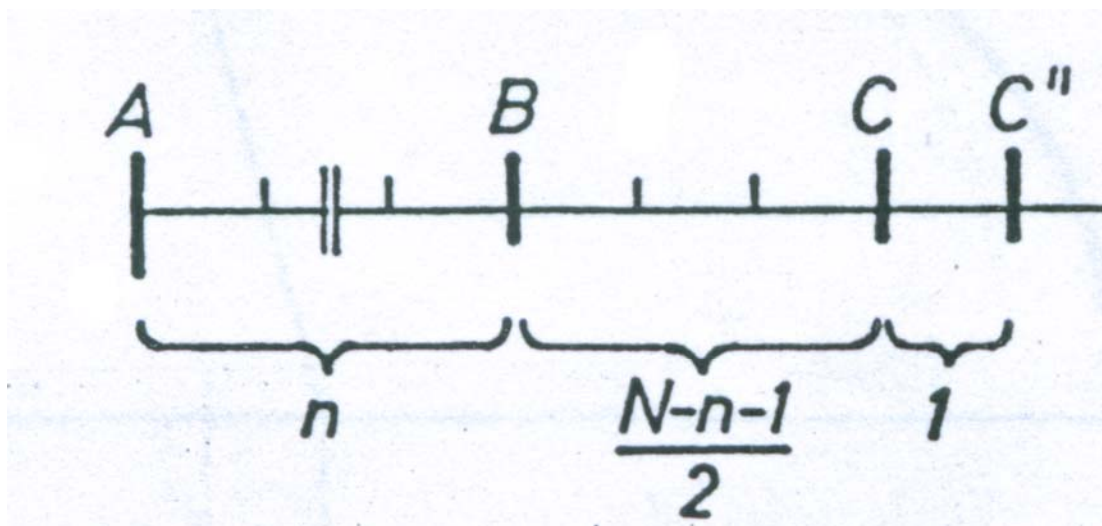
$$\text{Izduženje}(\delta) = \frac{\overline{AB} + 2\overline{BC} - l_0}{l_0} \times 100\%$$

b) N-n je neparan broj (vidi sl.10)

Izmjeri se odstojanje između tačaka A i B i odstojanje između tačke B i novih pomoćnih tačaka C i C'' koje se nalaze na odstojanju $(N-n-1)/2$ podjeljaka od tačke B.

Izduženje poslije prekida se izračunava po obrascu:

$$\text{Izduženje}(\delta) = \frac{\overline{AB} + \overline{BC} + \overline{BC''} - l_0}{l_0} \times 100\%$$



Slika 10

4.9 Određivanje kontrakcije

Oba dijela prekinute epruvete tijesno se prislone na mjestu prekida kao pri određivanju izduženja (sl.8). Izmjeri se prečnik, odnosno debljina i širina epruvete na najužem dijelu prekida. Na osnovu ovih podataka izračunava se površina presjeka A_1 , u mm^2 , na najsuženijem dijelu epruvete. Kontrakcija se izračunava po obrascu:

$$\text{Kontrakcija}(\psi) = \frac{A_0 - A_1}{A_0} \times 100\%$$

Veze sa drugim standardima

JUS C.A4.001 – Terminologija, definicije i oznake za statička ispitivanja metala

JUS M.Z0.500 – Provjeravanje mašina za ispitivanje metala zatezanjem