

ИСПИТИВАЊЕ МЕХАНИЧКИХ КАРАКТЕРИСТИКА МАТЕРИЈАЛА

ЗАШТО ?

Које су то особине, механичке особине материјала?

**Да ли је уопште могуће користити материјале без познавања њихових
механичких особина ?**

Исходи учења:

- ✓ Да ученик наведе врсте испитивања и карактеристике материјала
- ✓ Наведе карактеристике испитивања механичких карактеристика материјала
- ✓ Наведе и опише поједине поступке испитивања механичких карактеристика материјала

СТАТИЧКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ МАТЕРИЈАЛА

**Карактеристике добијене статичким испитивањем
(граница течења, гранична чврстоћа тврдоћа...)**

ДИНАМИЧКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ МАТЕРИЈАЛА

**Карактеристике добијене динамичким испитивањем
(динамичка чврстоћа, жилавост...)**

MEHANIČKA ISPITIVANJA

STATIČKA ISPITIVANJA

TEMPERATURA ISPITIVANJA
a) NORMALNA
b) POVIŠENA
c) SNIŽENA

DINAMIČKA ISPITIVANJA

STANDARNA

TVRDOĆA

SPECIJALNA ISPITIVANJA

SILOM PROMENLJIVE VREDNOSTI

UDARNA

ISPITIVANJE ZATEZANJEM

DRUGA ISPITIVANJA

STATIČKA ISPITIVANJA

DINAMIČKA ISPITIVANJA

BRINEL METODA

ROKVEL METODA

VIKERS METODA

MIKRO - TVRDOĆA

POLDI METODA

METODA OTISAKA

ENERGIJA PRSKOTINE

ϵ_p

ϵ_k

MEHANIKA LOMA

σ_c

λ_c

KOEFICIJENT INTEZIVNOSTI

K_1

K_2

K_w

RASTVARANJA PRSKOTINE

C_{90}

λ_c

ZAMOR MATERIJALA

DINAMIČKA ČVRSTOĆA

DINAMIČKA ŽILAVOST

UDARNA ŽILAVOST

UDARNA ČVRSTOĆA

ZATEZNA

SAVOJNA

SPECIJALNA

RAZDVAJANJE ENERGIJE LOMA

OSCILOSKOPSKA

TEMPERATURA HLADNOG LOMA

KOD i K_{10}

SVOJSTA ODPORNOSTI

ZATEZNA ČVRSTOĆA

GRANICA TEČENJA

GRANICA PRO - PORCIONALNOSTI

GRANICA ELASTIČNOSTI

MOČIL ELASTIČNOSTI

SPOSOBNOST DEFORMACIJE

IZDUŽENJE

KONTRAKCIJA

RAVNOBENNA DEFORMACIJA

ISPITIVANJE PRITISKIVANJEM

ISPITIVANJE SAVIJANJEM

ISPITIVANJE UVIJANJEM

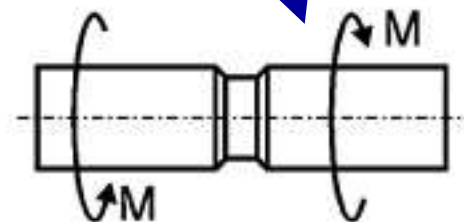
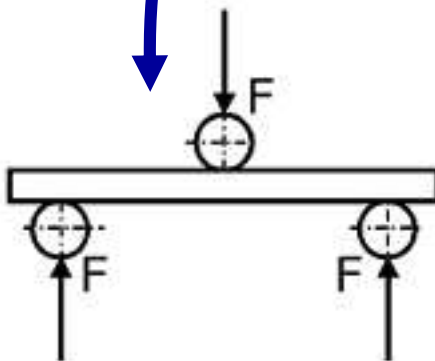
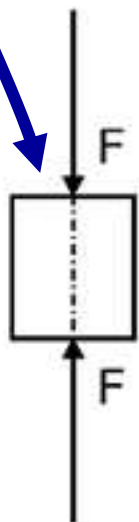
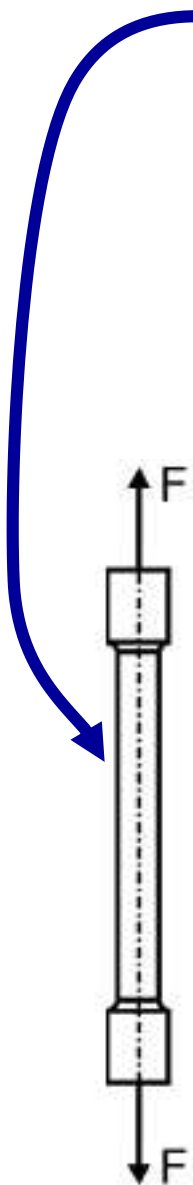
ISPITIVANJE SMICANJEM

■ **затезна чврстоћа**

■ **притисна чврстоћа**

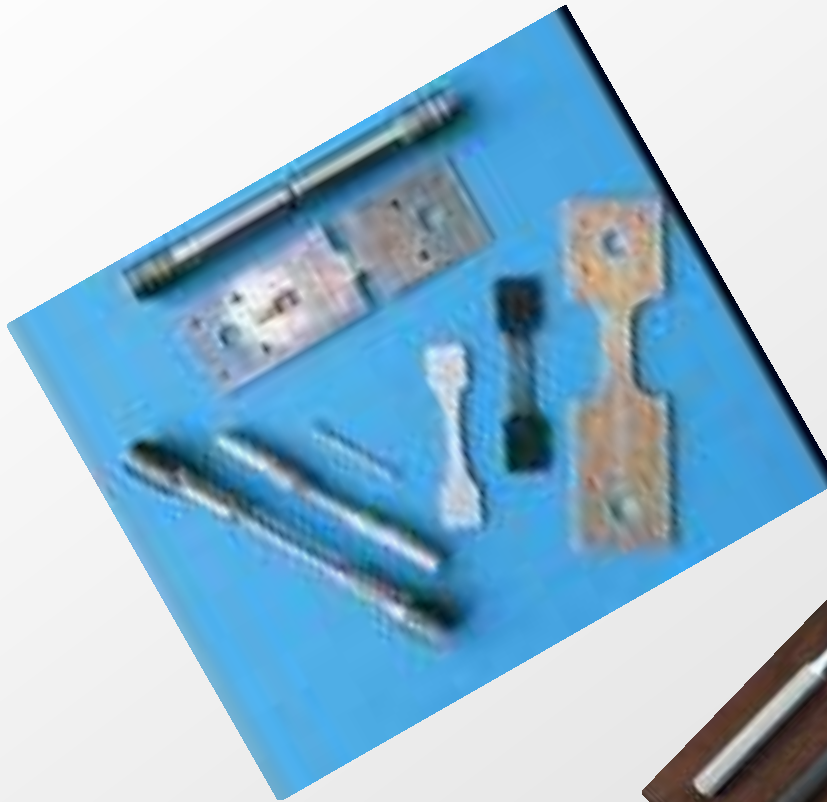
■ **савојна чврстоћа**

■ **увојна чврстоћа**



Испитивања се врше на

- епруветама стандардног облика и димензија
 - Моделима
 - Машинским деловима

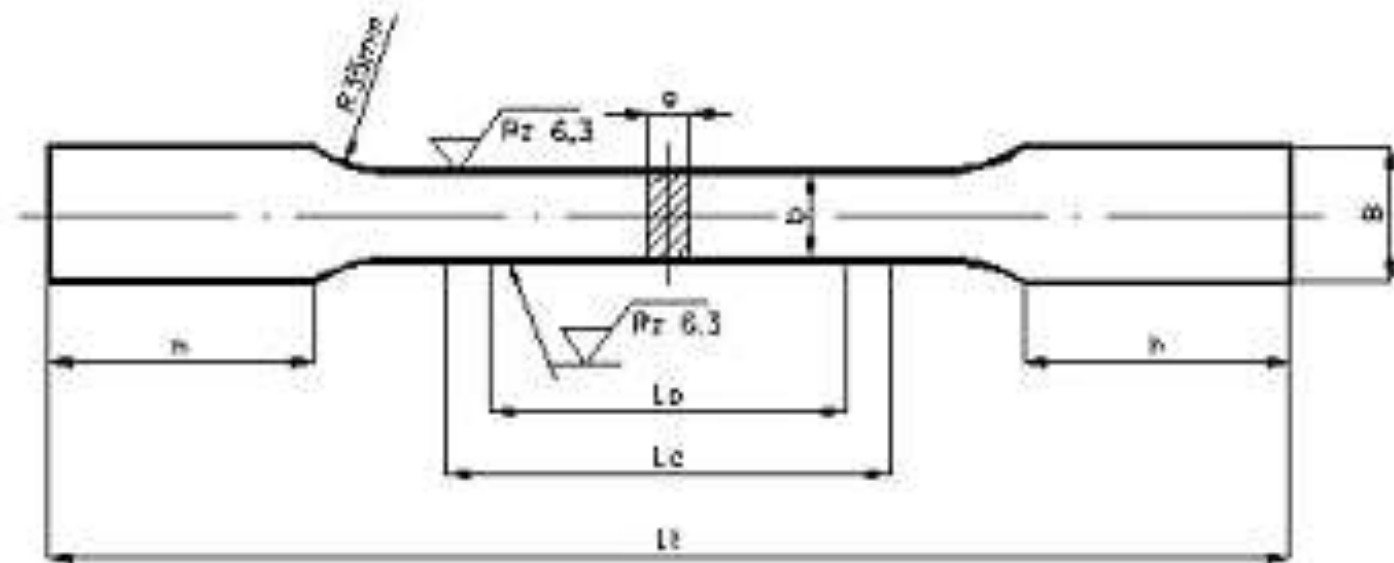


ИСПИТИВАЊЕ СТАТИЧКИХ КАРАКТЕРИСТИКА

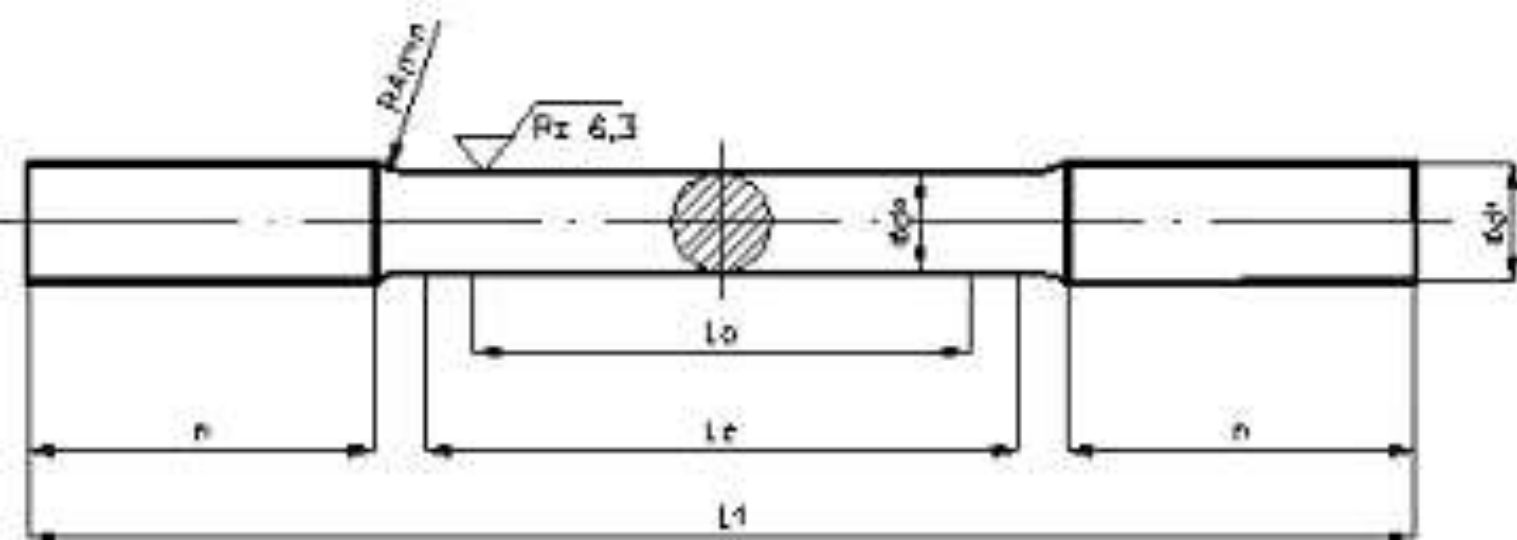
- Изводи се у лабораторијским условима
- На темеператури стандардној за испитивање, $20\pm 5\text{C}^\circ$
- На епруветама стандардних облика и димензија
- Епрувете су обрађене у квалитету брушења, без зареза
- Број испитиваних узорака је релативно мали
- Време испитивања кратко
- Трошкови испитивања ниски

ИСПИТИВАЊЕ ЗАТЕЗАЊЕМ





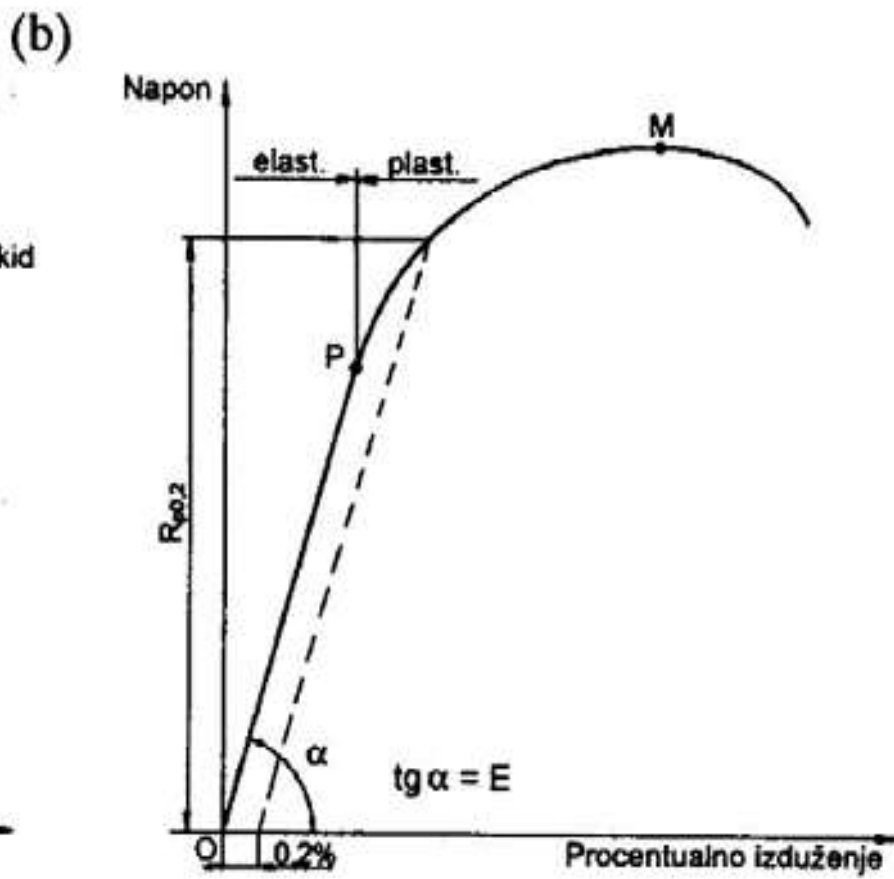
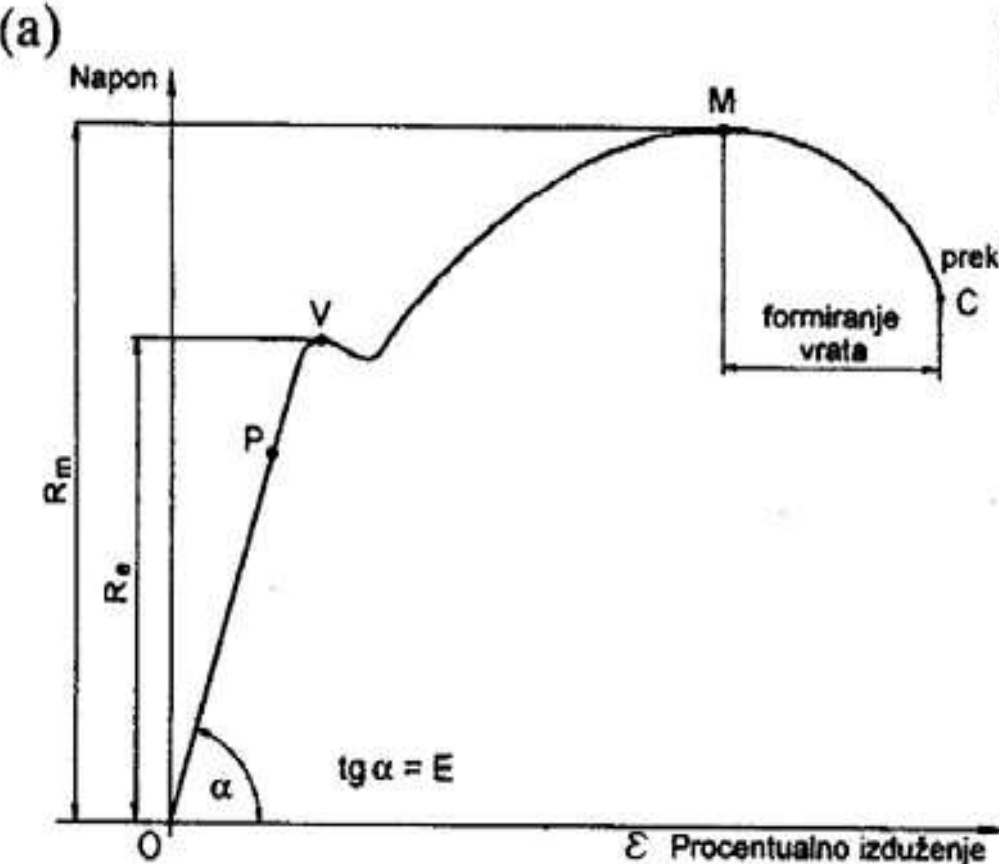
d	b	L_o	B min	H min	L_o min	L_t min
3	8	30	12	26	38	115
4	10	35	15	30	45	135
5	10	40	15	30	50	140
6	16	50	22	40	65	175
6	20	60	27	50	80	210
7	22	70	29	55	90	230
8	25	80	33	60	105	260
10	25	90	33	60	115	270
10	30	100	40	70	125	300
12	26	100	34	65	125	295
15	30	120	40	70	150	325
18	30	130	40	70	160	335



d_0	L_0	d_1 z	h min	L_0 min	L_1 min
4	20	5	16	24	65
5	25	6	20	30	80
6	30	8	25	36	95
8	40	10	30	48	115
10	50	12	35	60	140
12	60	15	40	72	160
14	70	17	45	84	185
16	80	20	50	96	205
18	90	22	55	108	230
20	100	24	60	120	250
25	125	30	70	150	300

РЕЗУЛТАТ ИСПИТИВАЊА:

дијаграм напон-деформација



R_m – zatezna čvrstoća
 R_e – napon tečenja
 $R_{p0,2}$ – konvencionalni napon tečenja
 E – modul elastičnosti

ϵ – jedinično izduženje
 M – tačka maksimalne vrednosti napona
 C – prelom epruvete
 P – granica proporcionalnosti

3.3 Karakteristike (pokazatelji) čvrstoće (E , R_v , R_m)

R_m [MPa] – zatezna čvrstoća

$$R_m = \frac{F_m}{S_0}$$

F_m [N] – maksimalna sila kojom je materijal opterećen u toku ispitivanja pri loma

S_0 [mm²] – početna površina poprečnog presjeka

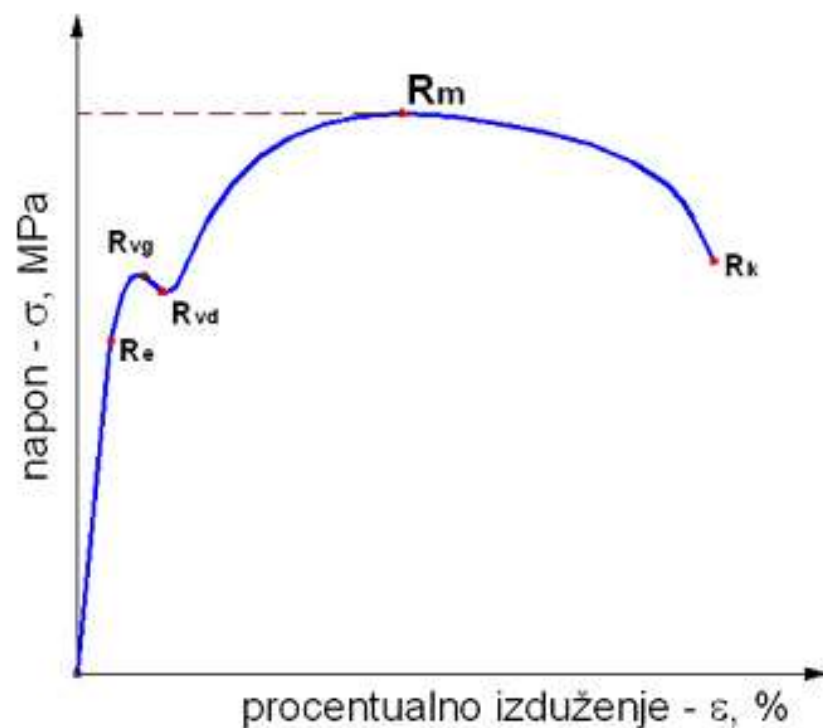
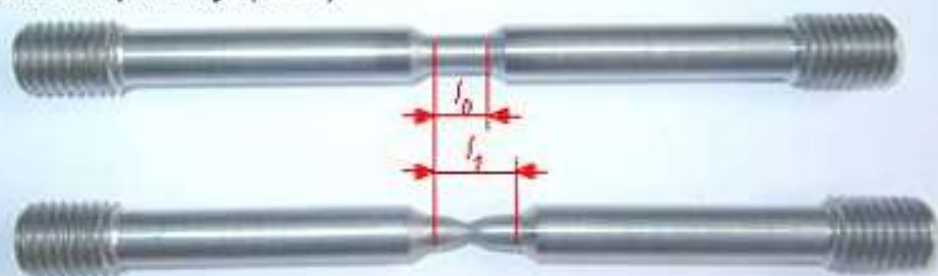
R_m [MPa] – zatezna čvrstoća

maksimalni napon koji materijal može podneti prije nego što dođe do loma pri zatezanju

Epruveta za ispitivanje zatezanjem

- prije ispitivanja

- nakon ispitivanja (loma)



3.3 Karakteristike (pokazatelji) čvrstoće (E , R_v , R_m)

E [GPa] – Young-ov modul elastičnosti

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad \begin{array}{l} \sigma \text{ [MPa]} - \text{ napon sa Hook-ovog pravca (do granice elastičnosti)} \\ \varepsilon - \text{ jedinično izduženje} \end{array}$$

Hook-ov zakon

definira linearnu zavisnost između napona i jediničnog izduženja

vrijedi za:

$\sigma_{\max} = \sigma_e$ [MPa] - granica elastičnosti

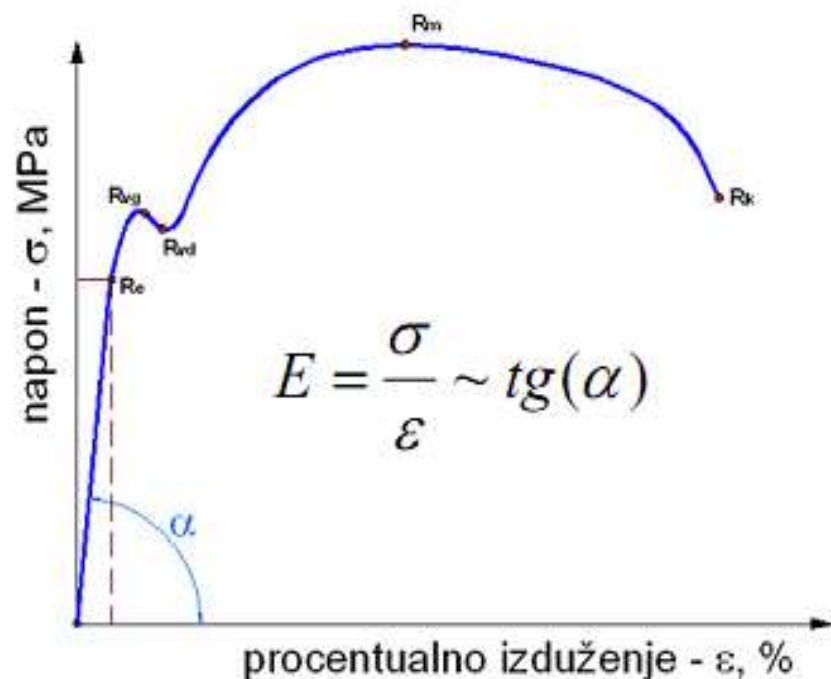
$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{\frac{F}{S_0}}{\frac{\Delta l}{l_0}} = \frac{F \cdot l_0}{S_0 \cdot \Delta l}$$

važi pri $\Delta l = l_0 \rightarrow E = \frac{F}{S_0}$

fiktivno:

Young-ov modul je napon potreban da se dužina epruvete dvostuko poveća

Young-ov modul karakteriše otpornost materijala prema deformisanju



3.3 Karakteristike (pokazatelji) čvrstoće (E , R_v , R_m)

R_v [MPa] – granica razvlačenja (gornja i donja granica razvlačenja, tehnička granica razvlačenja)

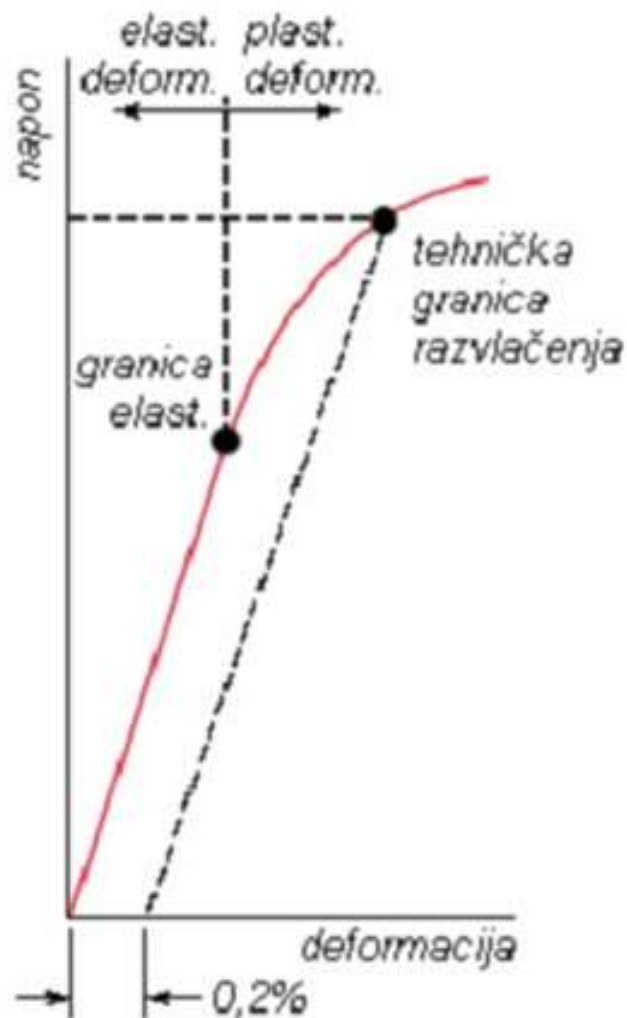
$$R_v = \frac{F_v}{S_0}$$

F_v [N] – sila pri kojoj dolazi do značajnije (plastične) deformacije u materijalu
 S_0 [mm²] – početna površina poprečnog presjeka

R_{vg} [MPa] – gornja granica razvlačenja

R_{vd} [MPa] – donja granica razvlačenja

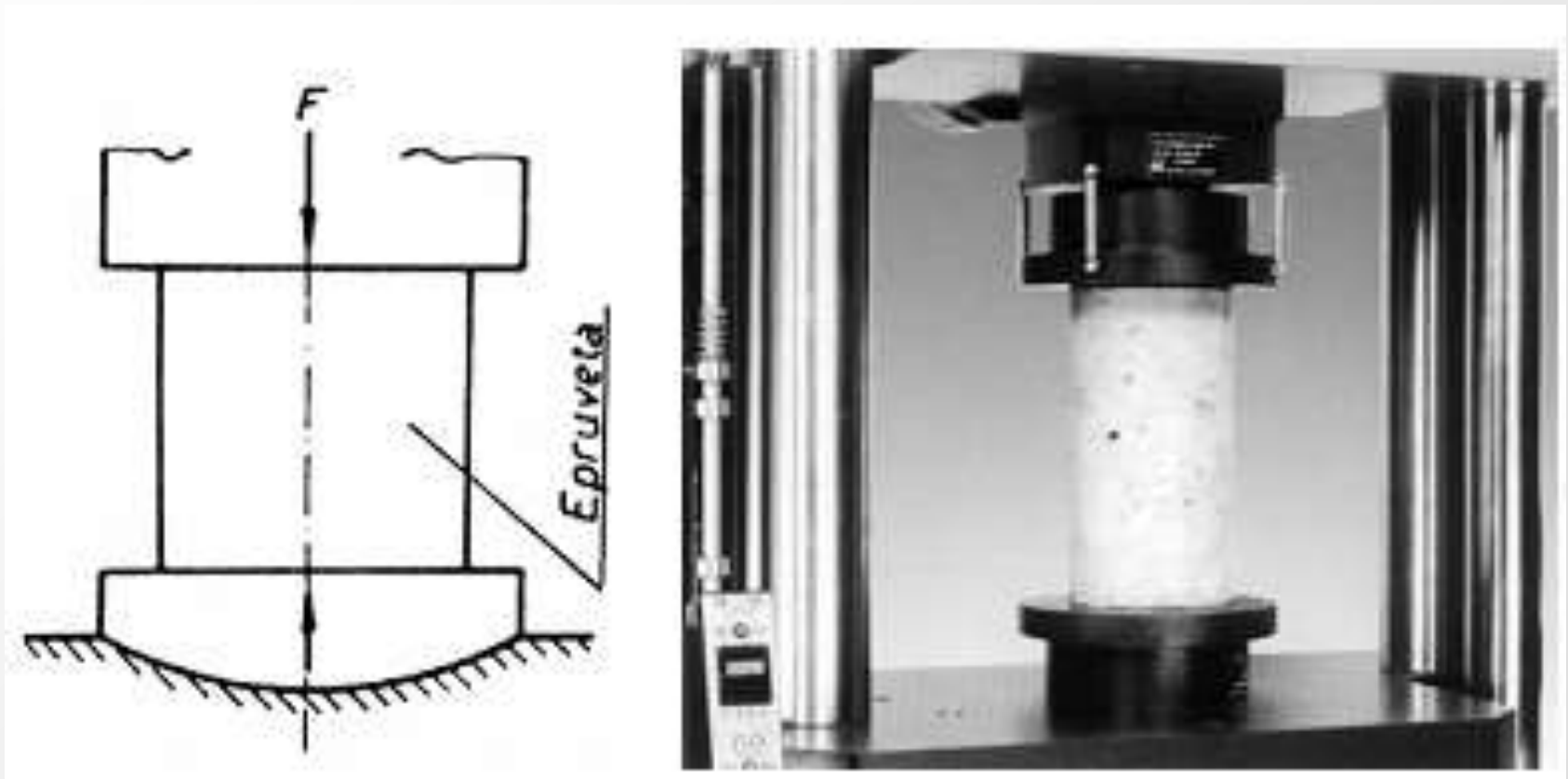
$R_{0,2}$ [MPa] – tehnička granica razvlačenja



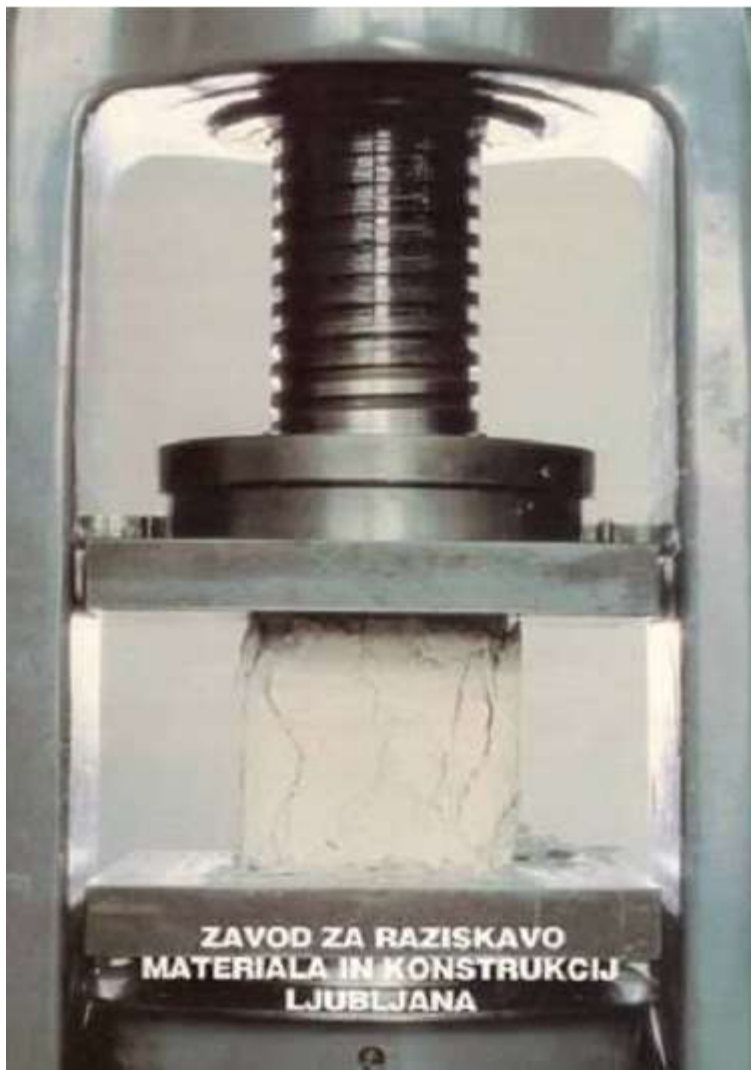
Дијаграм високо квалитетних челика
(алатни челици)

Испитивање притискивањем

Углавном се примјењује за крте (сиви лив, месинг, бетон, и сл.)

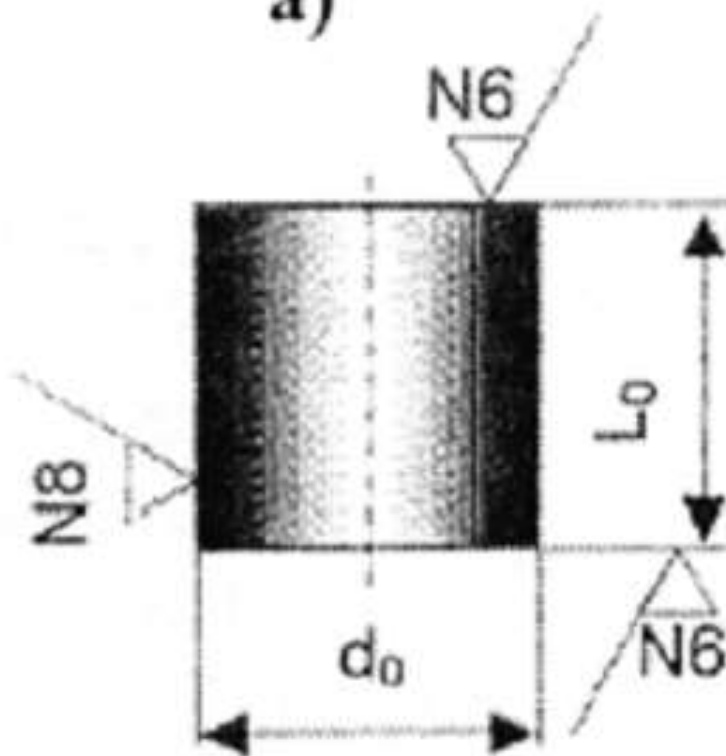


Стандардне епрувете за испитивање притиском у складу са DIN 50106



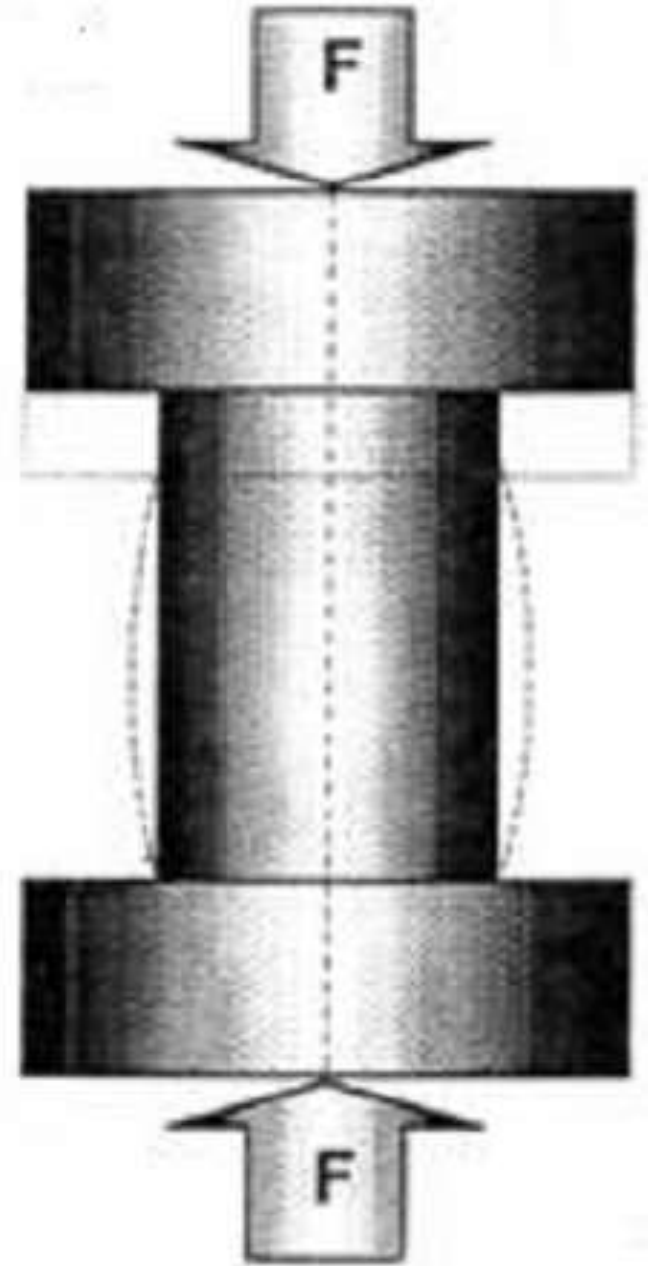
d_0 (mm)	10	30
L_0 (mm)	10	30

a)

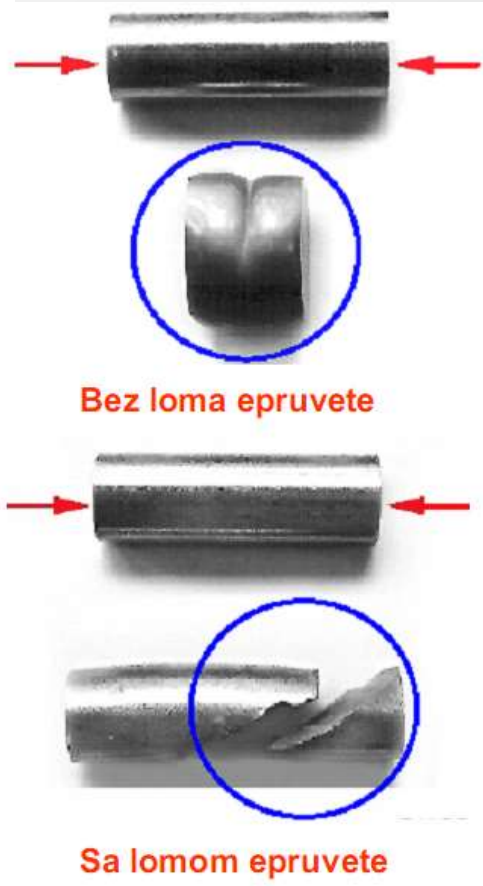
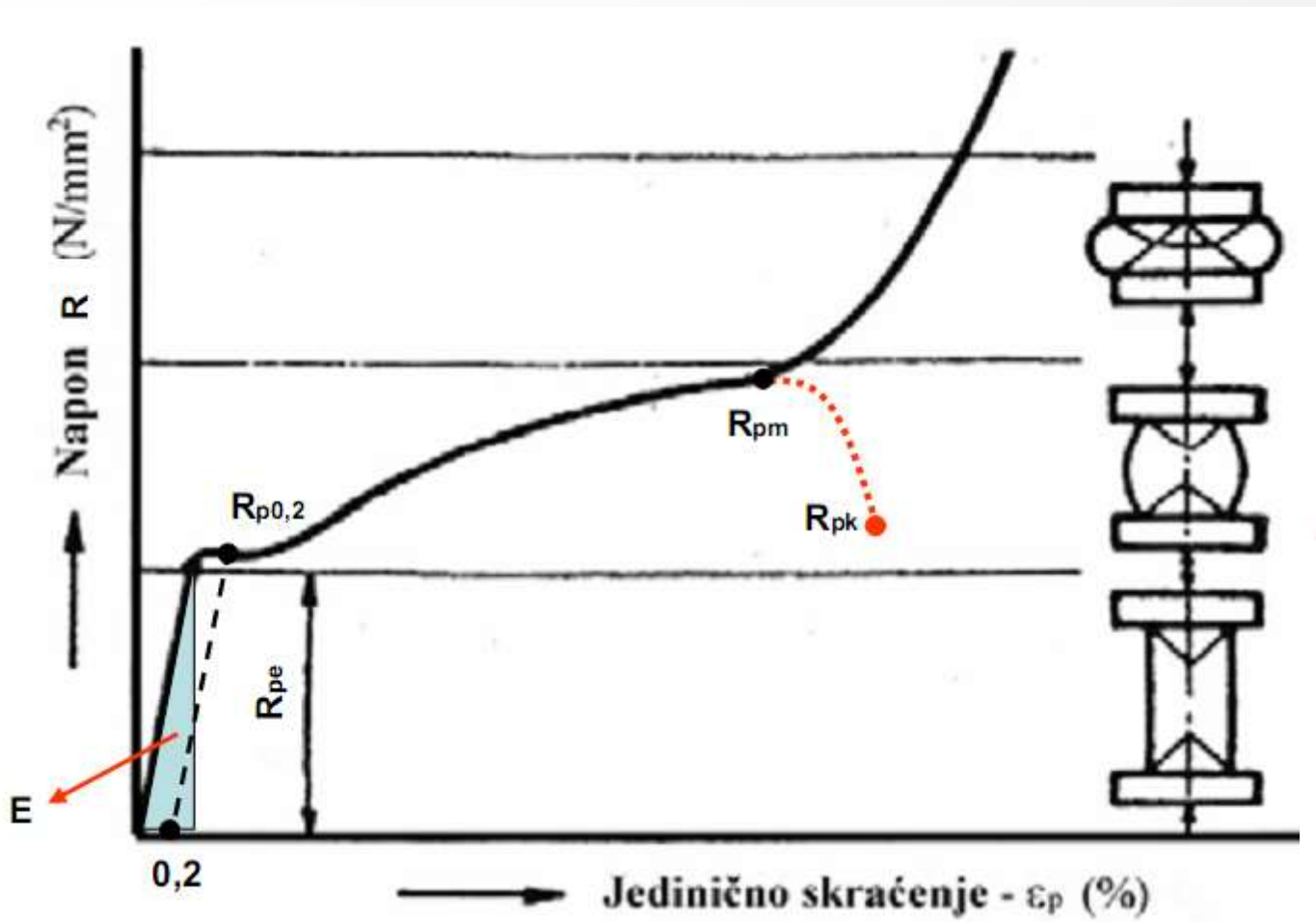


Добивени подаци се користе при одређивању потребних механичких особина, сила деформације и потребног деформационограда за поступке прераде метала у пластичном стању.

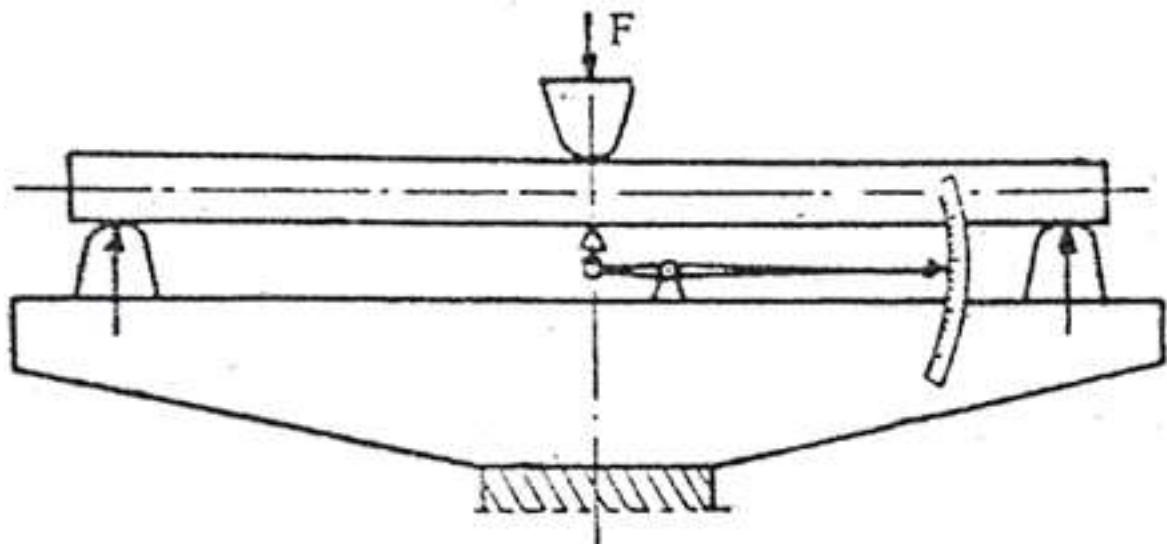
За испитивање притиском користе се универзалне машине за испитивање материјала или пресе.



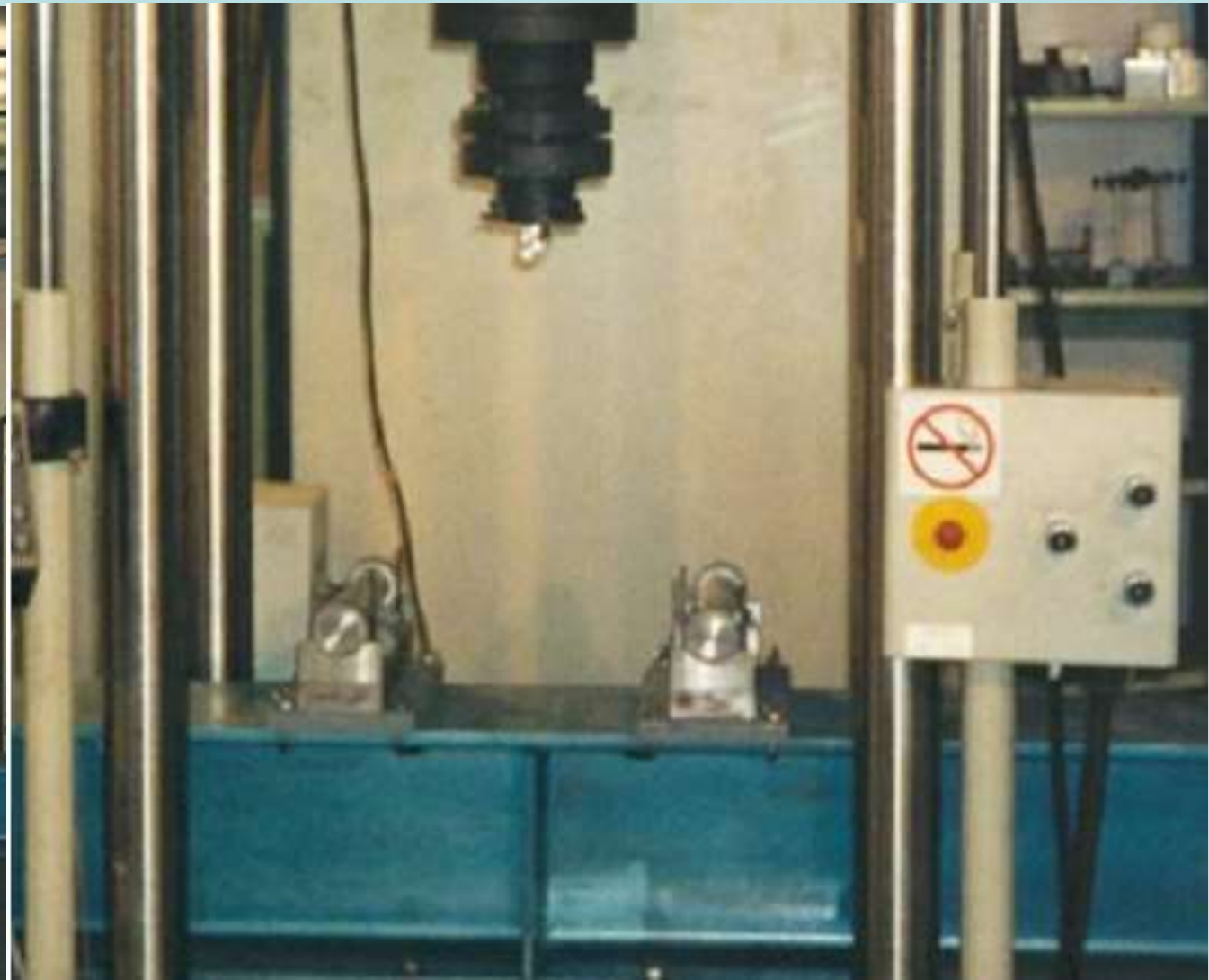
Типичан изглед Ноок-овог дијаграма са и без лома епрувете



ИСПИТИВАЊЕ НА САВИЈАЊЕ



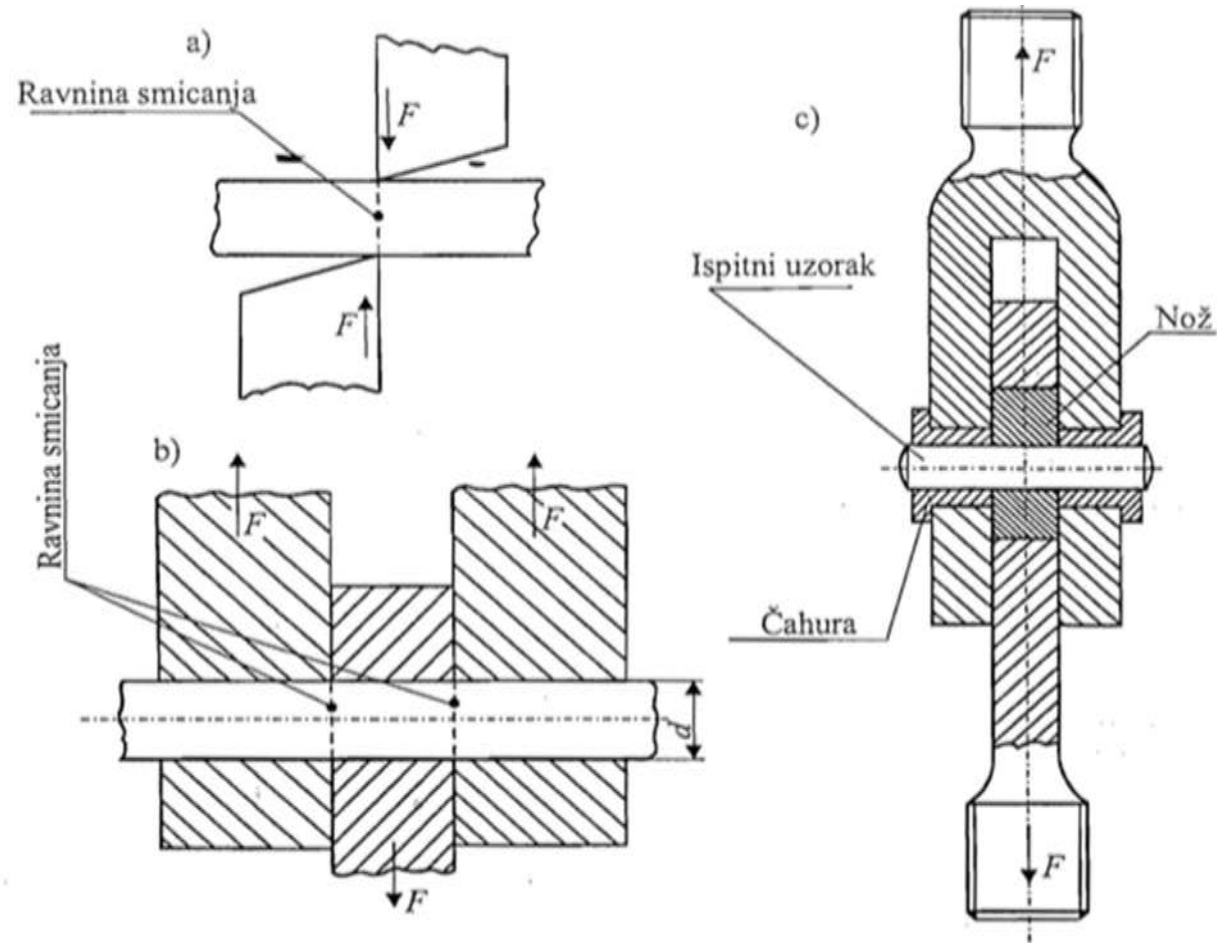
Епрувета се поставља на два полукружна ослонца која су међусобно удаљена за (двадесет пречника епрувете- $l=20d$)



ИСПИТИВАЊЕ НА СМИЦАЊЕ

Испитивање смицањем проводи се ради одређивања чврстоће материјала који су у употреби изложени напрезању на смицање (вијци, матице, заковице итд.).

За испитивање се користе универзалне кидалице, а само смицање испитног узорка (промјера обично 5 мм) проводи се помоћу затежућег или притисног оптерећења.



а) смицање по једном пресеку

б) смицање по два пресека

ц) уређај с испитним узорком за испитивање смицањем путем истежућег огледа

Смичућа чврстоћа одређује се по једначинама за случајеве:

смицање по једном пресеку $R_{то} = F_{то} / S_0$ [МПа]

смицање по два пресека $R_{то} = F_{то} / 2S_0$ [МПа]

гдје је:

**$F_{то}$ -максимална смичућа сила
 S_0 -површина попречног пресека**

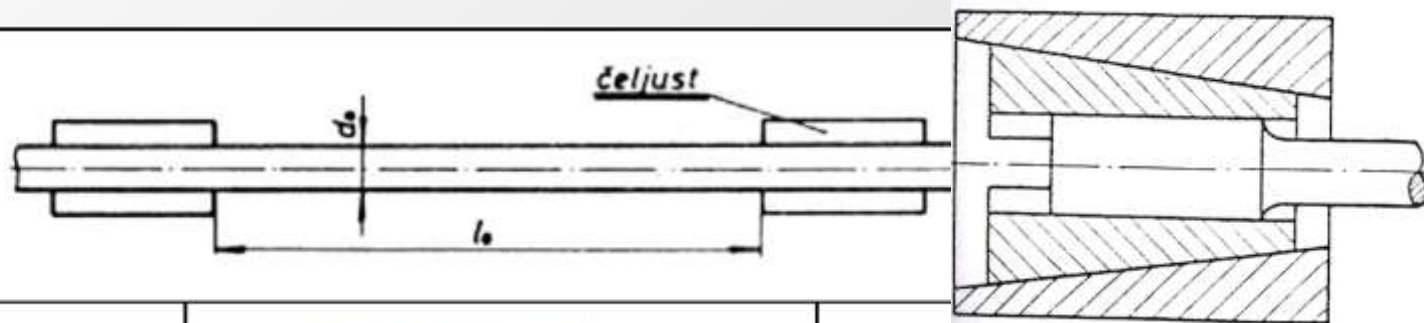
ИСПИТИВАЊЕ НА УВИЈАЊЕ испитивање жице увијањем (торзијом)

Испитивање по JUS.C.A4.016/85 има за циљ одређивање броја увијања жице датог пречника и квалитета.

Епрувета се учвршћује у уређај, тако да се обезбеди довољна дужина L и увија око своје уздужне осе помоћу једне обртне чељусти. При увијању не сме доћи до савијања епрувете и промене одстојања

између чељусти машине.

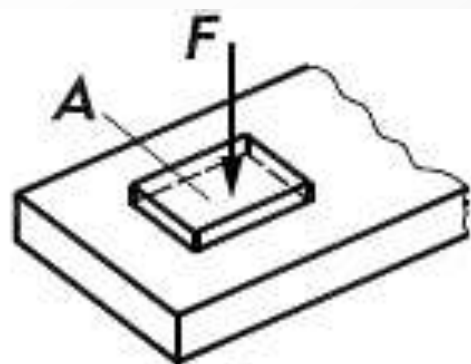
Број увијања, који се означава са N представља n -обртаја за 360° око осе.



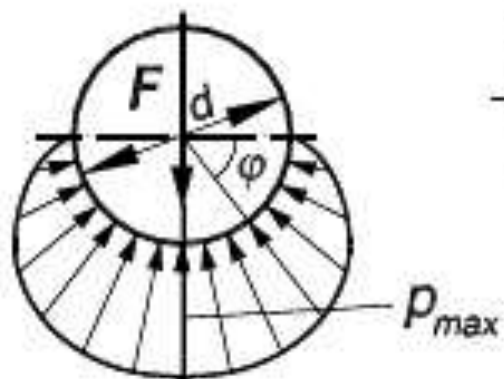
Ndživni prečnik d_0 , mm	Stobodna dužina L , mm	Brzina uvijanja v , broj uvijinja/s
0.5 do 1.0	$200 d_0$	3
1.0 do 1.5	$100 d_0$	1.5
1.5 do 3.0		1
3.0 do 5.0		0.5
5.0 do 7.0	$50 d_0$	0.25

ИСПИТИВАЊЕ НА КОНТАКТНО НАПРЕЗАЊЕ

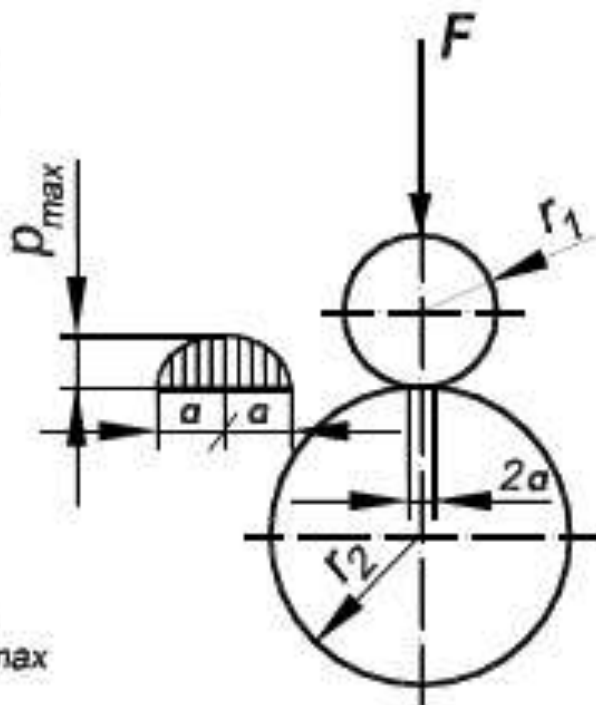
Контактно напрезање



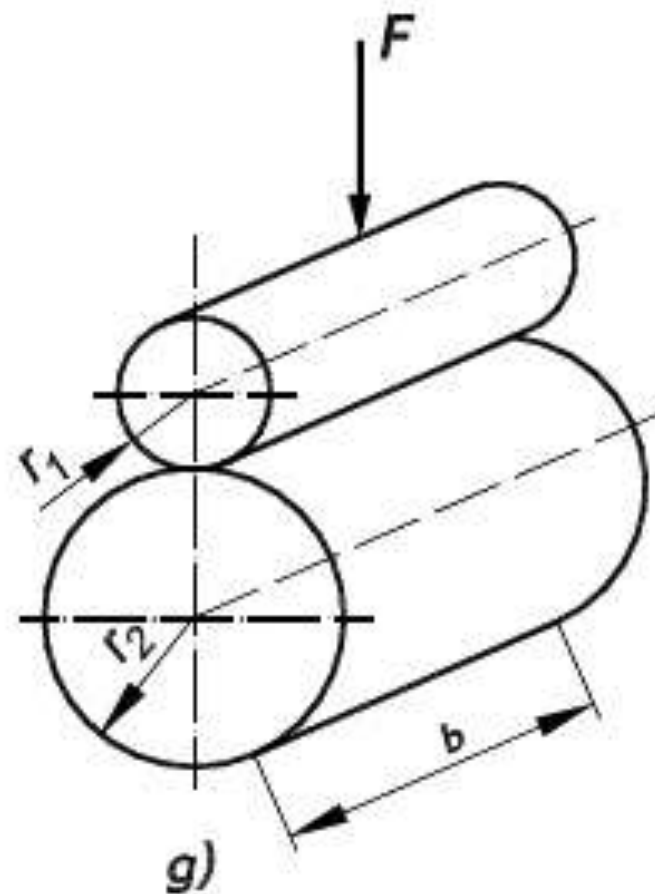
a)



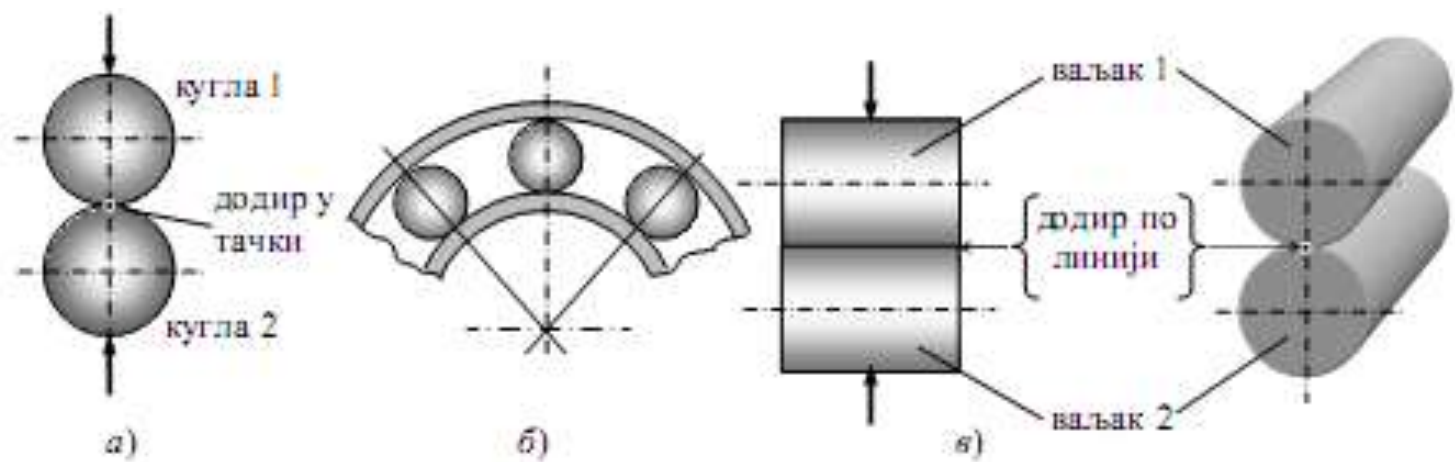
b)



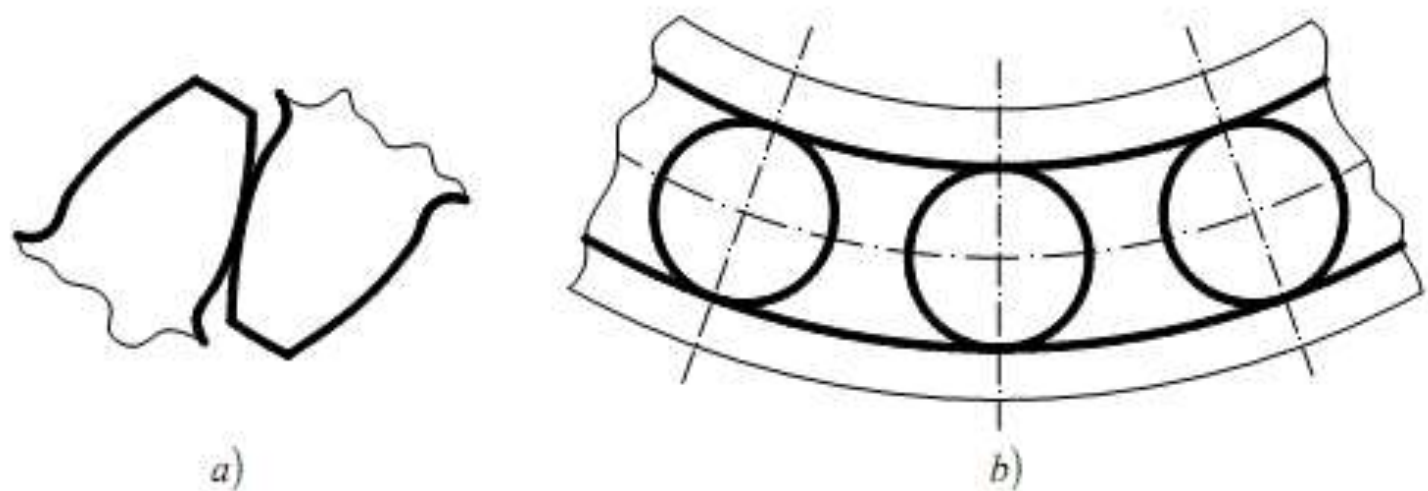
v)

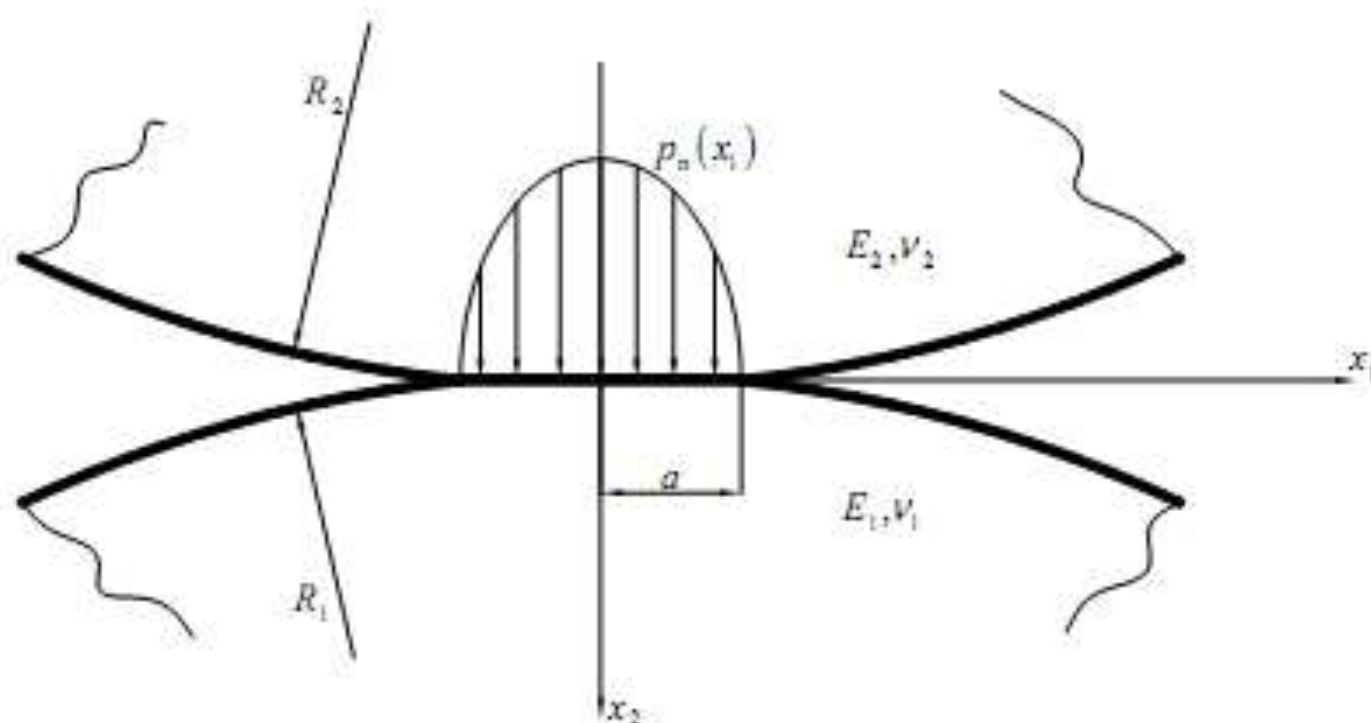


g)



Слика 11. Контактно напрезање – додир у тачки и по линији





Primjer Hertzova kontakta – dva valjka s paralelnim osima i karakteristična eliptična raspodjela kontaktnih pritisaka

Резултати испитивања:

- Граница пластичних деформација одговара напону на граници гњечења при испитивању на притисак и у неким случајевима и већа у границама до 20 одсто
- Површинска чврстоћа одговара притисној чврстоћи
- Ако се делови у контакту налазе у релативном мировању површинска чврстоћа је изразита функција тврдоће, па тако

- Ако је контакт по линији та зависност је:

$$P_m = (0,4-0,6) \bullet HB$$

- А ако је контакт у тачки та зависност је:

$$P_m = (0,5-0,8) \bullet HB$$

HB – тврдоћа мекшег материјала по Бринелу