



SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM

Anyagtudományi és Technológiai Tanszék



A szerkezeti anyagok tulajdonságai és azok vizsgálata

Szakítóvizsgálat

Dr. Hargitai Hajnalka

(Csizmazia Ferencné dr. előadásanyagai alapján)



A szerkezeti anyagok tulajdonsága



- **fizikai tulajdonságok,**
 - ☞ **mechanikai,**
 - ☞ **termikus,**
 - ☞ **elektromos,**
 - ☞ **mágneses**
 - ☞ **akusztikai,**
 - ☞ **optikai**



A termék minősége függ:

- **gyártási jellemzőktől**
 - A felhasznált anyagtól
 - A tervezéstől, konstrukciótól
 - Az alkalmazott technológiáktól.
- **üzemeltetés körülményeitől**
 - elhasználódási, károsodási folyamatok



Termékminőség és élettartam



Tehát anyagismereti sőt minőségügyi szempontból figyelembe kell venni:

- **az anyagok szerkezetét**
- **fizikai tulajdonságát (igénybevehetőség)**
- **technológiai tulajdonságait**
- **üzemeltetési tulajdonságait (károsodásállóság)**



Anyagtulajdonságok



Mechanikai tulajdonságok (terhelhetőség)



A szerkezeti anyagok viselkedése az igénybevételekkel szemben

- A szerkezeti anyagok legfontosabb tulajdonsága, hogy ellenállnak a külső igénybevételekkel szemben, tehát a **terhelhetők**.
- Az igénybevételek **összetettek és különbözőek**. A szilárdsági számítások során ezeket az összetett igénybevételeket jól definiálható alapesetekre un. **egyszerű igénybevételekre vezetjük vissza**, és ezek szuperpozíciójaként értelmezzük a szerkezet terhelését.



Az igénybevételek jellemzése (1)

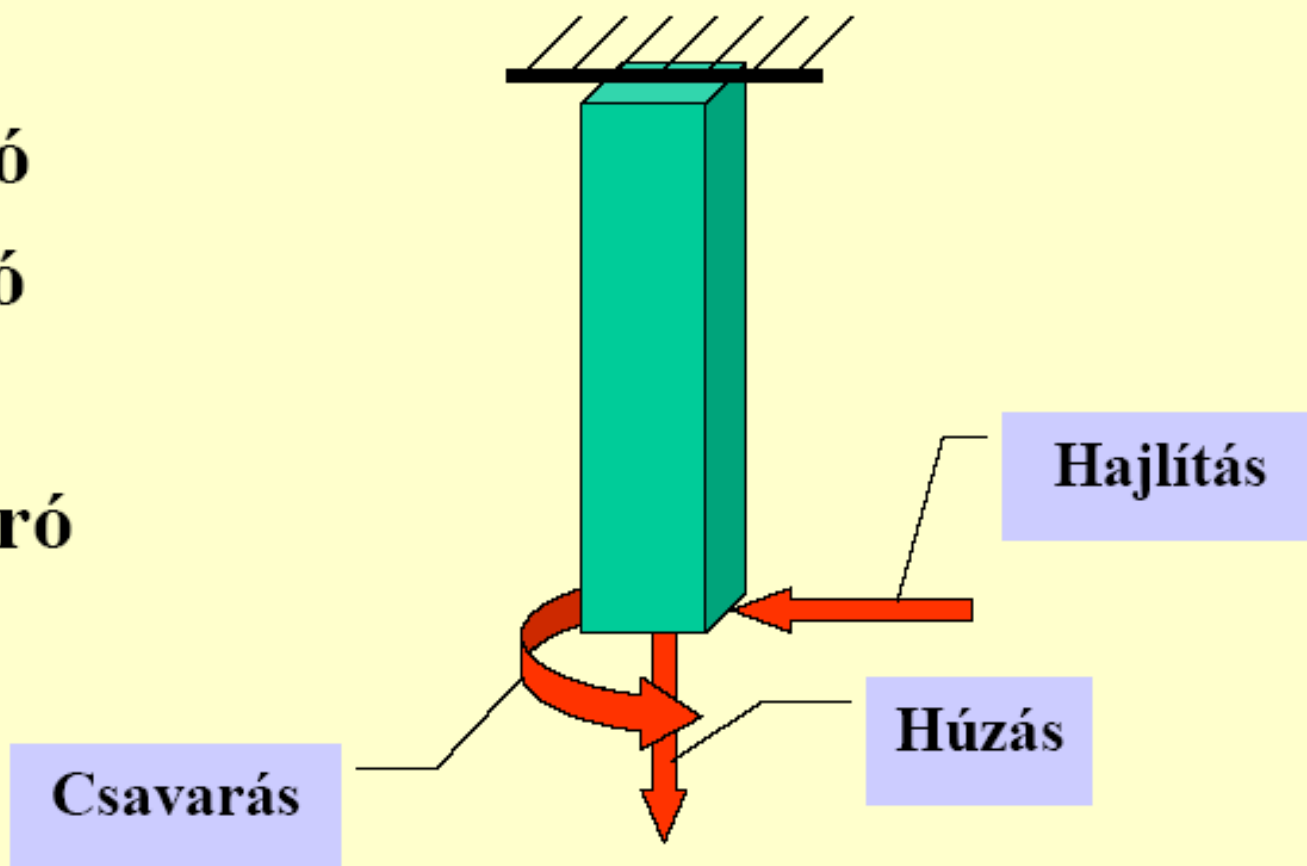


- **Az igénybevétel hatása szerinti felosztás:**
 - Teljes anyagterfogra ható igénybevételek
 - A felületre ható igénybevételek
- **Az igénybevétel időbeli lefolyása szerinti felosztás:**
 - Statikus
 - Dinamikus, lökészerű
 - Ismétlődő, fárasztó
 - Az előbbi három kombinációja



Teljes anyagterfogratra ható igénybevételek

- Húzó
- Nyomó
- Hajlító
- Nyíró
- Csavaró



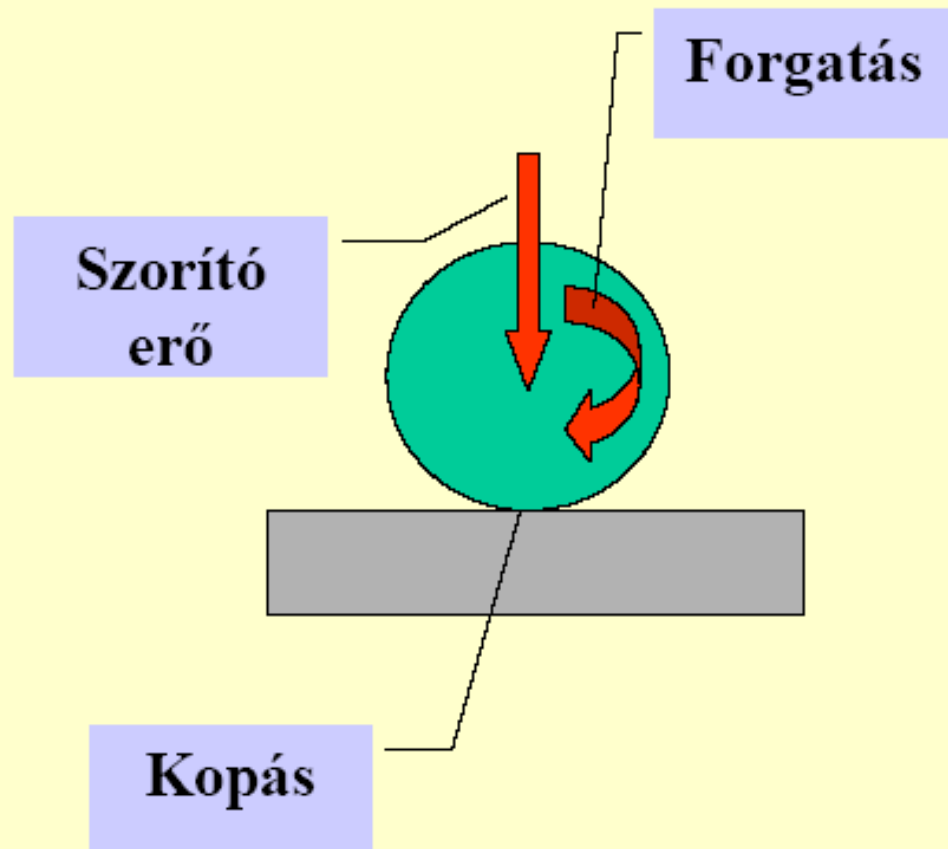


Egyszerű igénybevételek

- húzás, nyomás, hajlítás, csavarás és nyírás.
- Az igénybevétel számszerű értéke a felület egységre ható erő, a **feszültség**. Ha a feszültség a felület elemre merőleges, **normál (σ) feszültségről**, ha **a felület síkjában hat, csúsztató (τ) feszültségről** beszélünk. Mértékegysége : [N/mm² vagy MPa, azaz MN/m²]

A felületre ható igénybevételek

- Hő
- Vegyi
- Elektrokémiai
- Áramló közeg
- Koptató
- Sugárzás
- Biológiai





Az igénybevétel az időbeli változása alapján lehet:



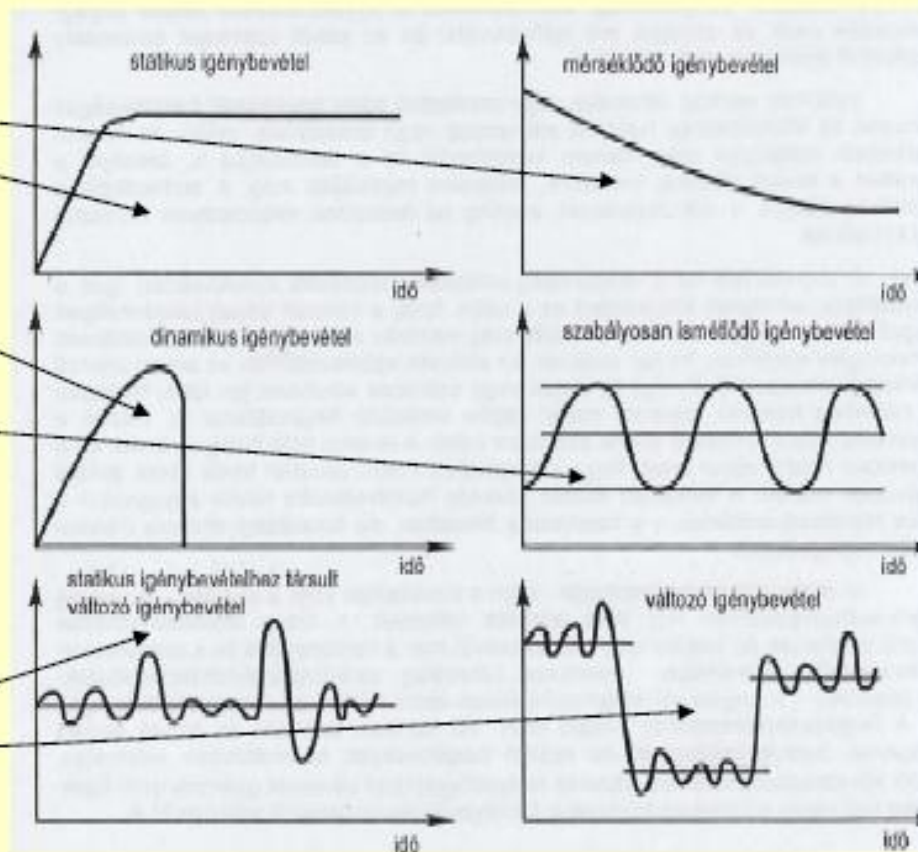
- ⇒ **statikus**, ha az igénybevétel időben állandó, vagy csak igen lassan, egyenletesen változik,
- ⇒ **dinamikus**, ha a terhelés időben változik, hirtelen, ütésszerű, lökésszerű pl. motorok indítása, ütközés stb.
- ⇒ **fárasztó**, ha az igénybevétel időben változik, és sokszor ismétlődik.



Az igénybevétel időbeli lefolyása



- Statikus
- Dinamikus
- Ismétlődő,
fárasztó
- Az előbbi
három
kombinációja





Az anyag viselkedése terhelés hatására



Az anyagok lehetnek:

Ridegek: maradóan nem deformálódó

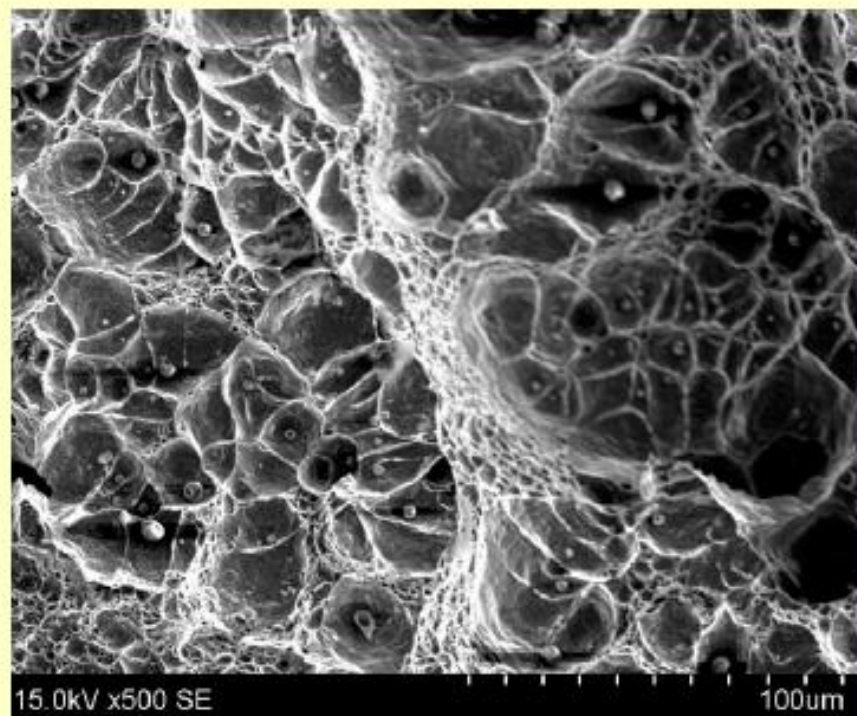
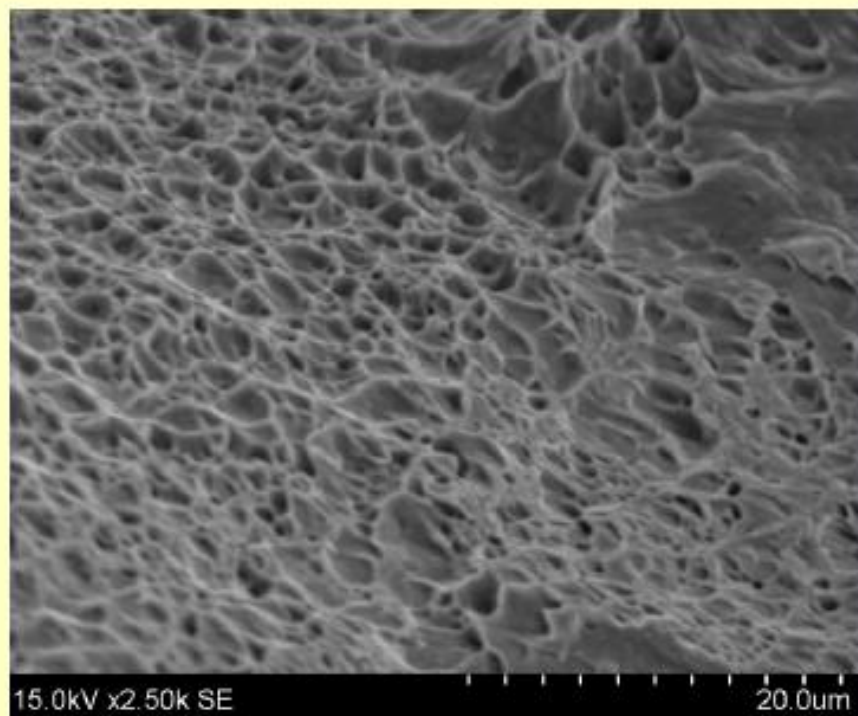
Szívósak: maradó alakváltozás közben keményednek, tekintélyes nagyságú **maradó alakváltozást** okozó és kis rugalmasa alakváltozást okozó munka szükséges.

Képlékenyek: nincs rugalmas alakváltozása, csak maradó. Viszonylag kis erő hatására viszonylag nagy maradó alakváltozást szenvednek, **maradó alakváltozás** közben nem keményednek



Szívós vagy képlékeny anyag

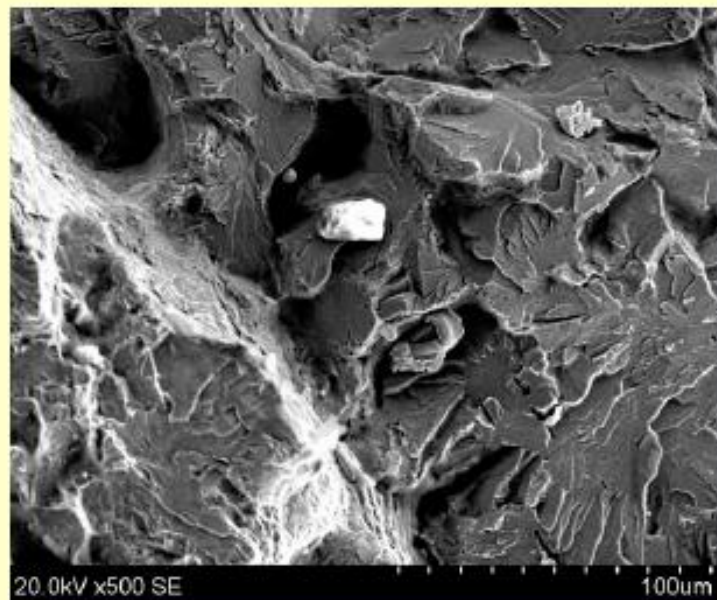
a törést **jelentős nagyságú maradó alakváltozás előzi** meg, ami sok energiát emészt fel. A töretfelület szakadozott, tompa fényű





Rideg, nem képlékeny törés

A rideg, nem képlékeny törés esetében a törést nagyon kicsi vagy semmi maradó alakváltozás sem előzi meg, és a repedés kialakulása után viszonylag kevés energiát kell befektetni az anyag eltöréséhez.





Mechanikai tulajdonságok

Statikus igénybevétel



Szakítóvizsgálat

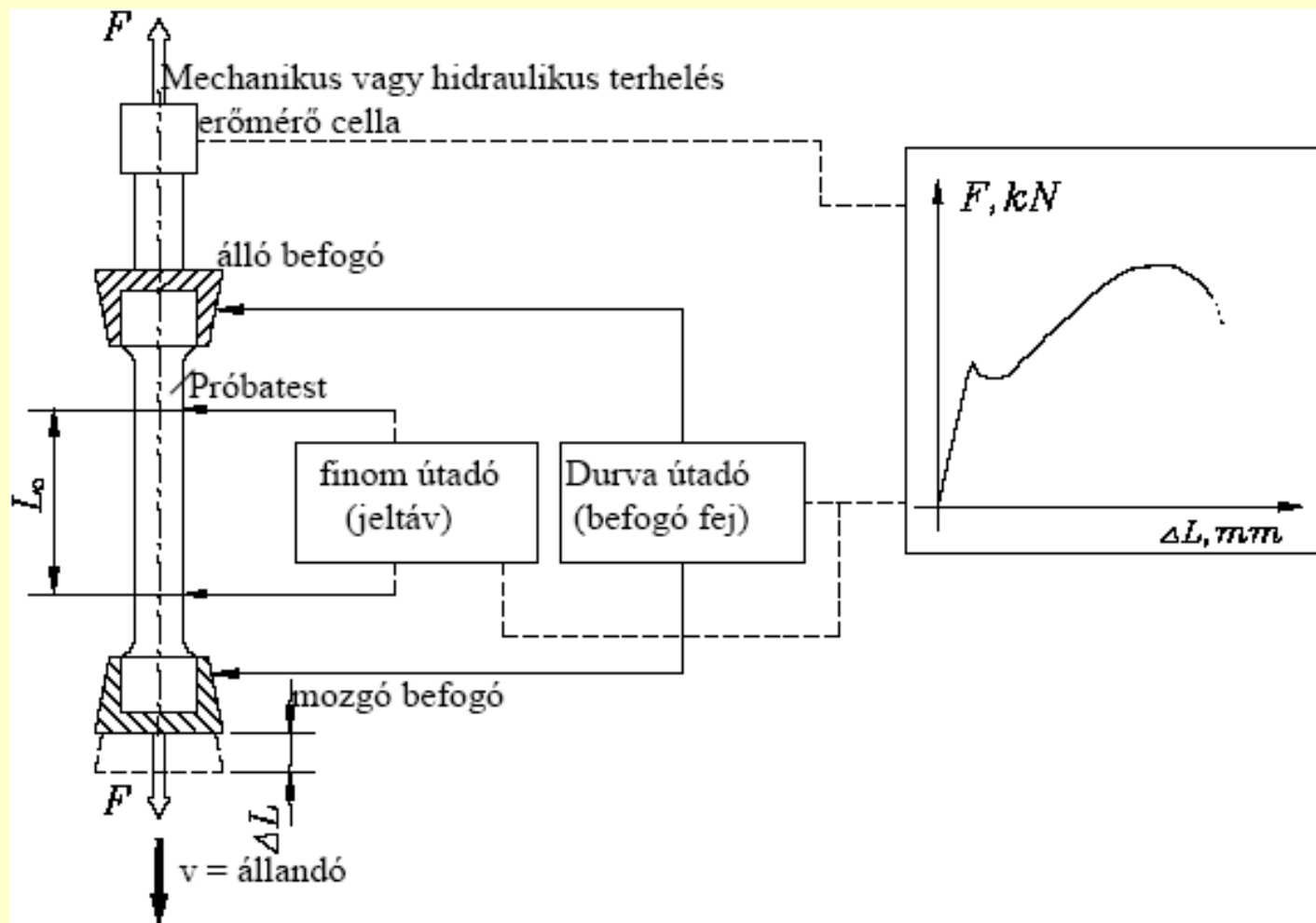
MSZ EN ISO 6892-1:2010

Húzó igénybevétellel szembeni ellenállás
meghatározása



Szakítóvizsgálattal meghatározható jellemzők 1

Elve:





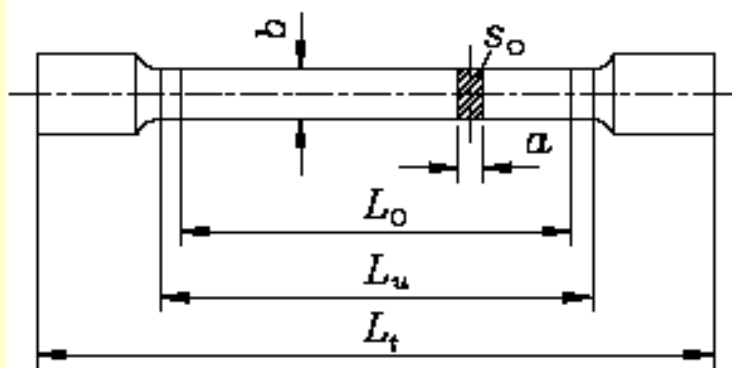
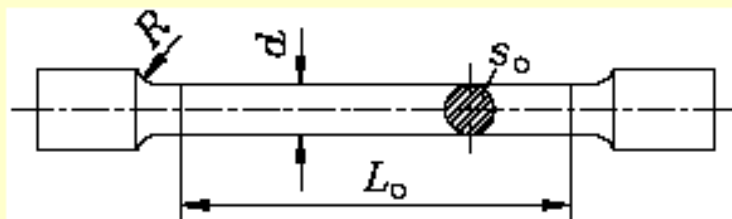


Szakító próbatest

arányos próbatest
esetén a **jeltávolság**
kör keresztmetszet esetén

$$L_0 = 5 \cdot d_0$$

$$L_0 = 5,65 \sqrt{S_0}$$





Szakítópróbatest





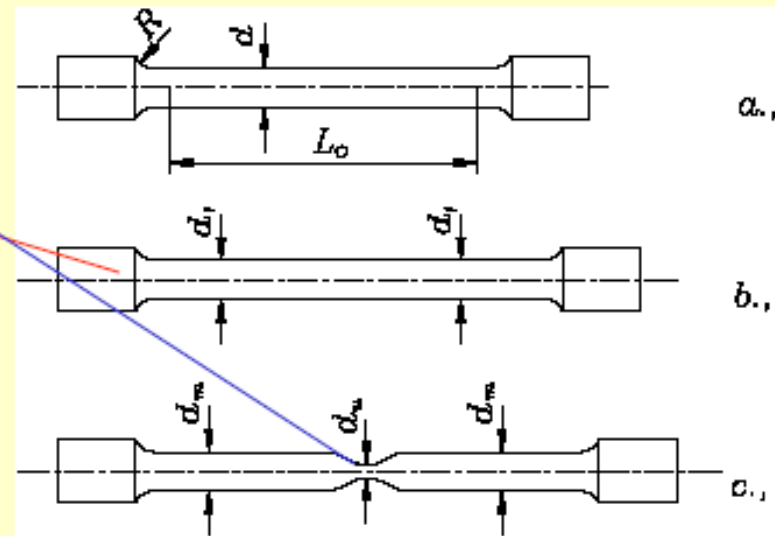
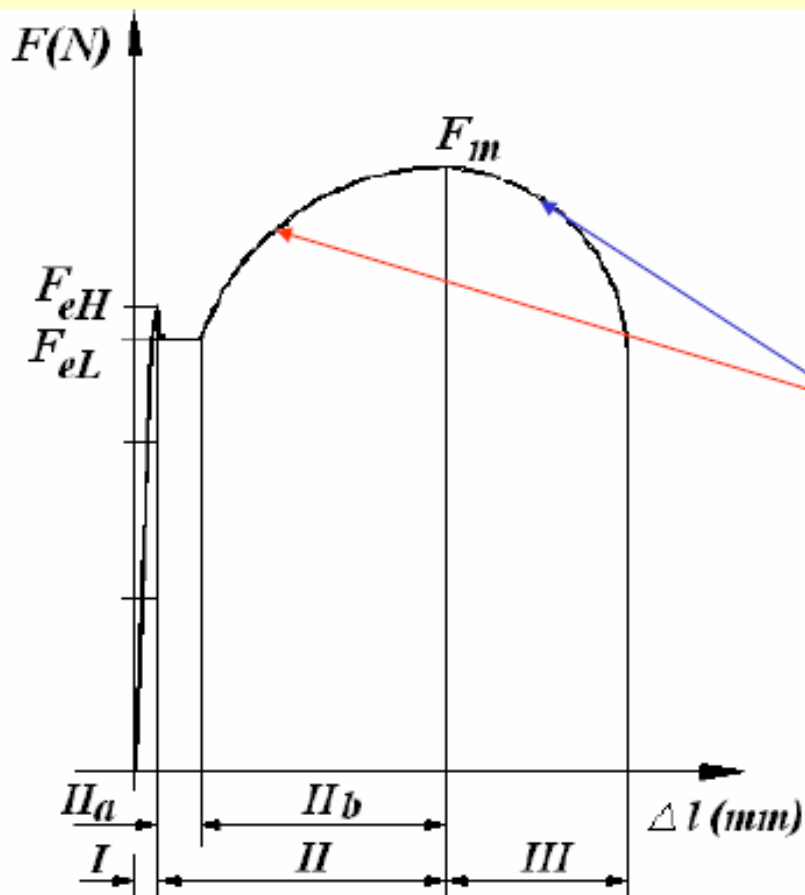


Szakító diagram



- A szakítógéppel a próbatest összes megnyúlásának függvényében rajzolja meg a próbatest által felvett erőt. A függőleges tengelyen az erőt (jele: F) N-ban vagy kN-ban, a vízszintes tengelyen pedig a jeltávolság megnyúlását (jele: ΔL) tüntetjük fel mm-ben.

Lágyacél szakítódiagramja

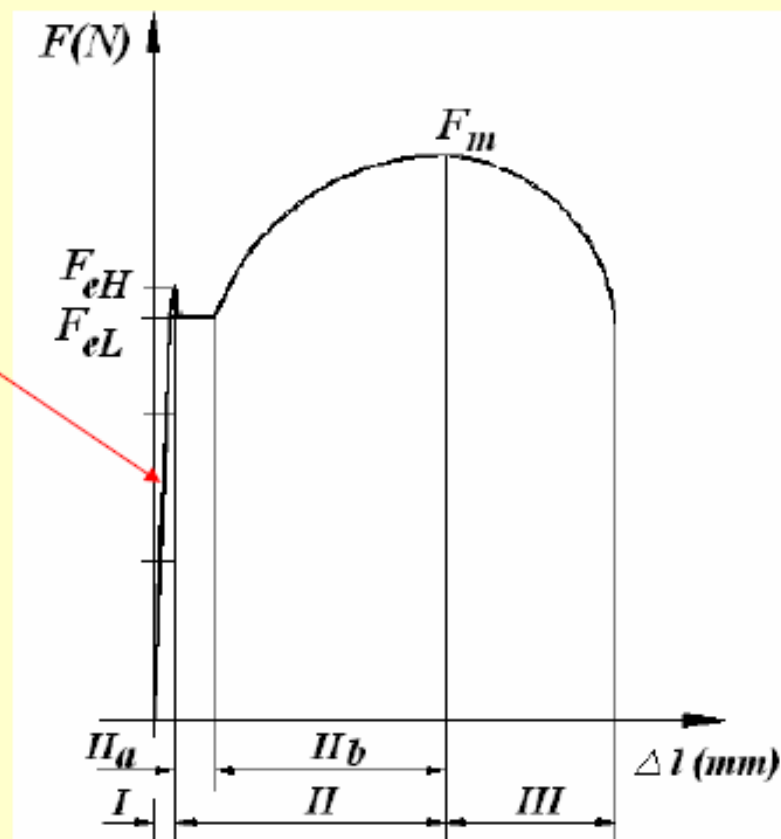




Lágyacél szakítódiagramja

A I. a **rugalmas alakváltozás szakasza.**

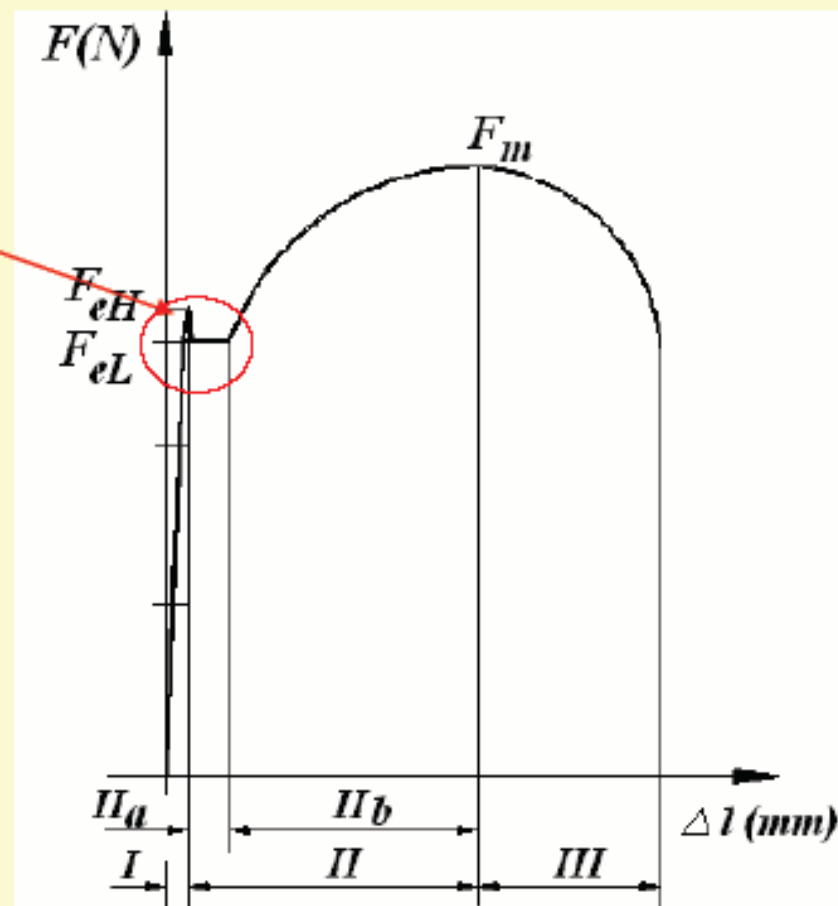
Az alakváltozás és a feszültség lineáris összefüggésben van.
 $\sigma = E \cdot \varepsilon$ (Hook törvény)





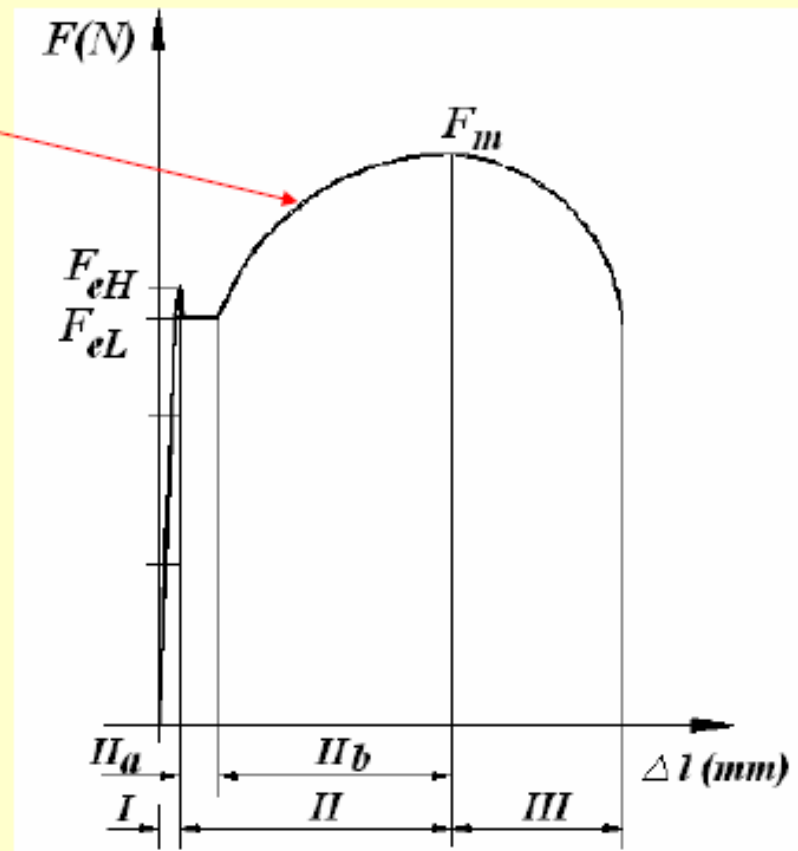
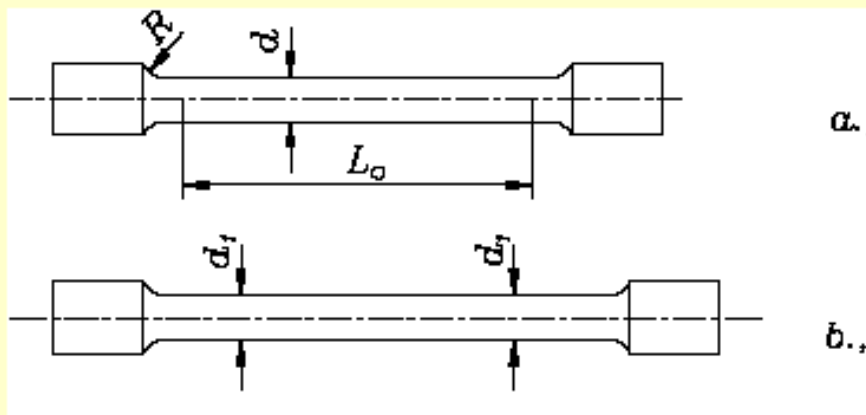
Lágyacél szakítódiagramja

- **II.a. folyási szakasz.** A folyási szakasz az F_{eH} erőnél kezdődik, és azt jelenti, hogy a próbatest valamennyi kristallitjában megindul a maradó alakváltozás



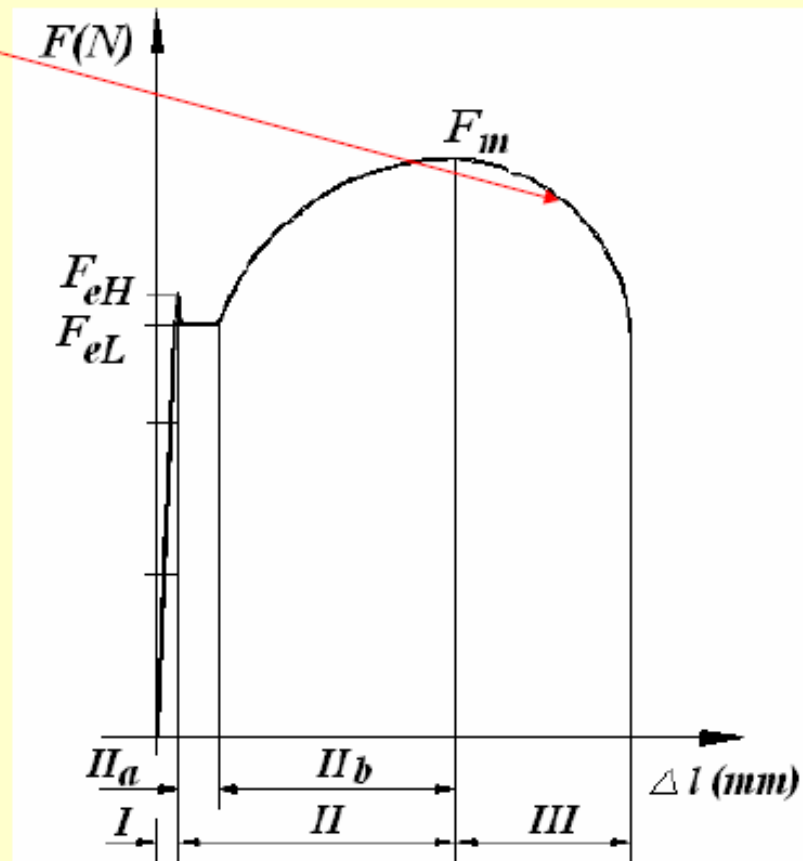
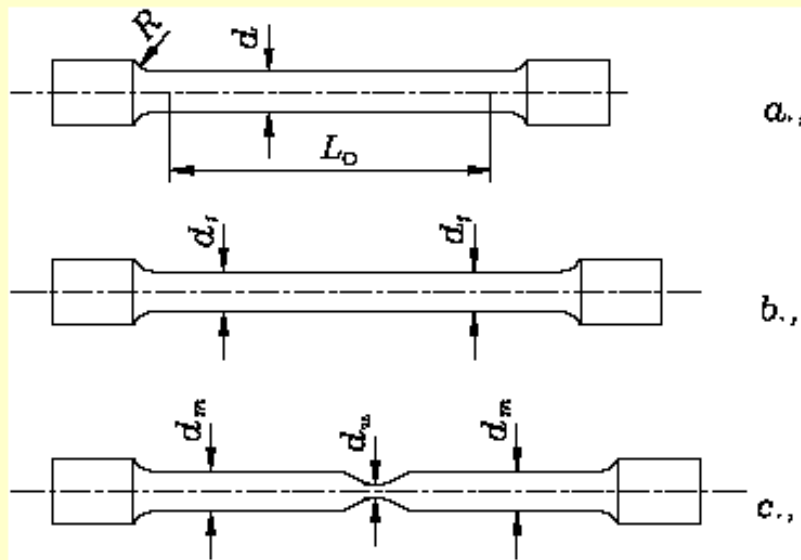
Lágyacél szakítódiagramja

- II.b. egyenletes alakváltozás szakasza.



Lágyacél szakítódiagramja

- III. **kontrakciós szakaszban** a próbatest alakváltozása egy meghatározott részre korlátozódik



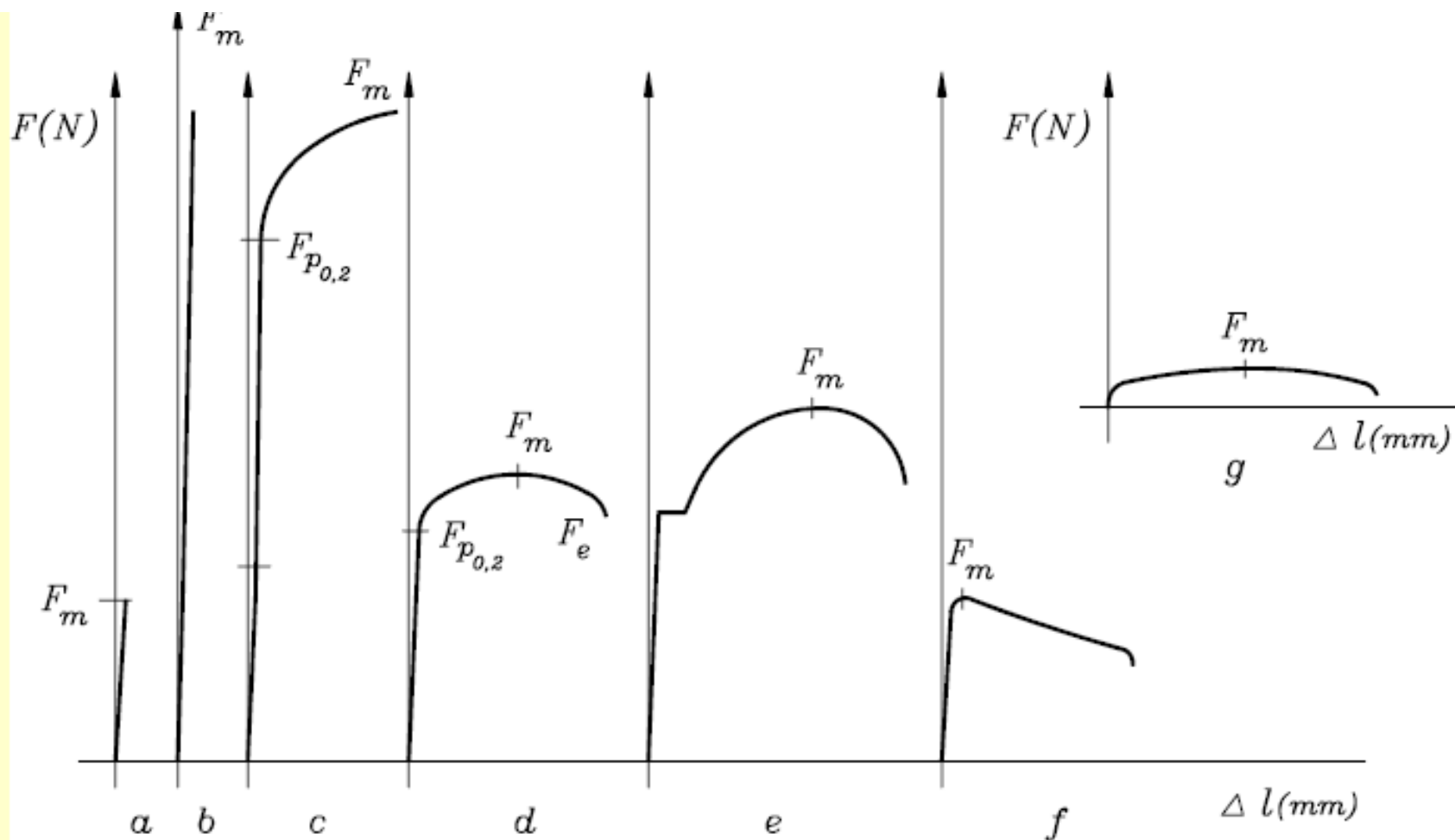


Hengeres lágyacél szakítása





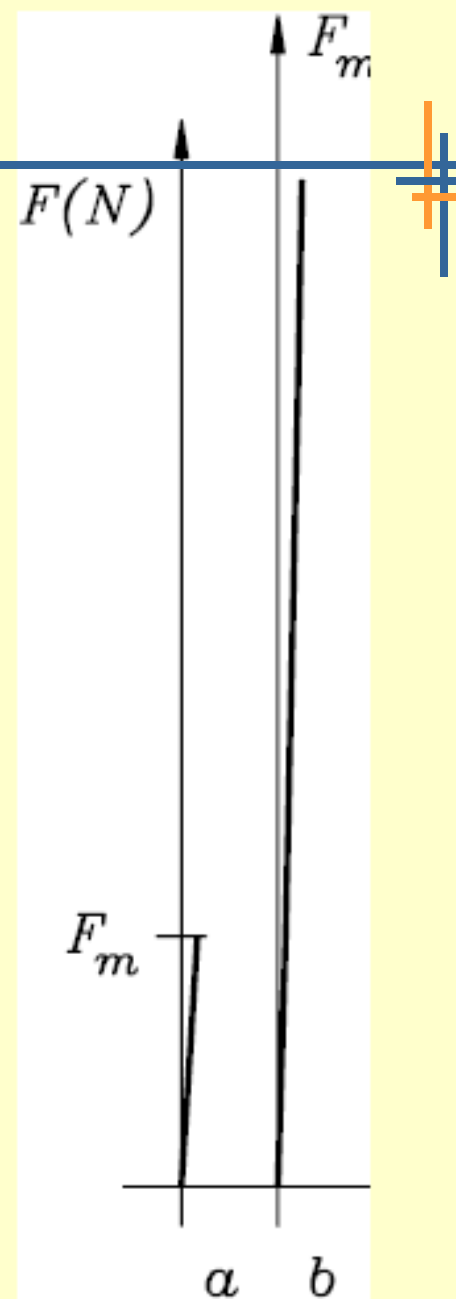
Különböző anyagok szakítódiagramjai





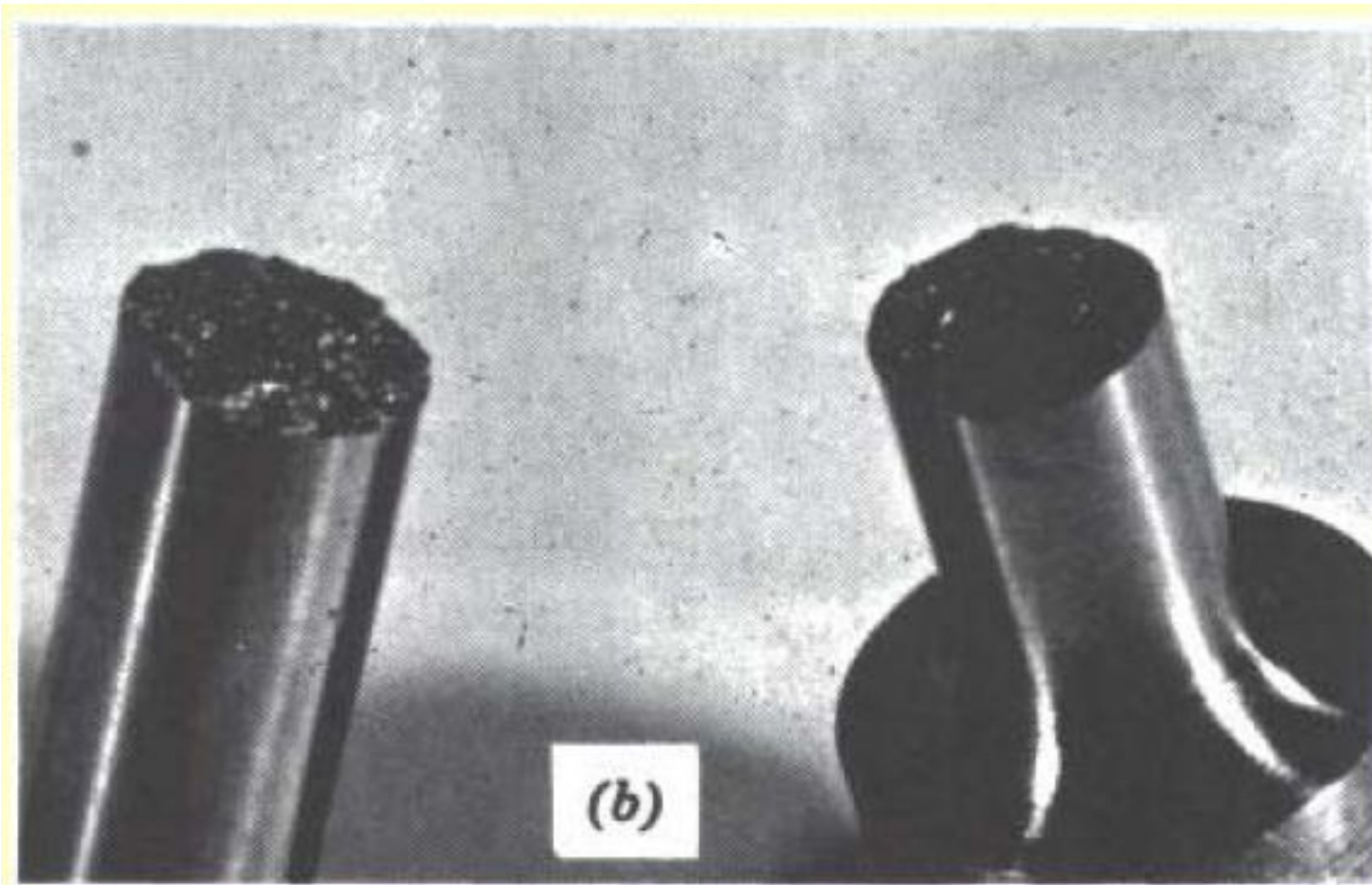
Különböző anyagok szakítódiagramjai

- Rideg anyagok:
 - a lemezgrafitos öntöttvas,
 - b edzett acél diagramja.vagy kerámia
- ridegek , csak rugalmas alakváltozásra képesek.** A szakadás felülete szemcsés és merőleges az igénybevétel tengelyére.



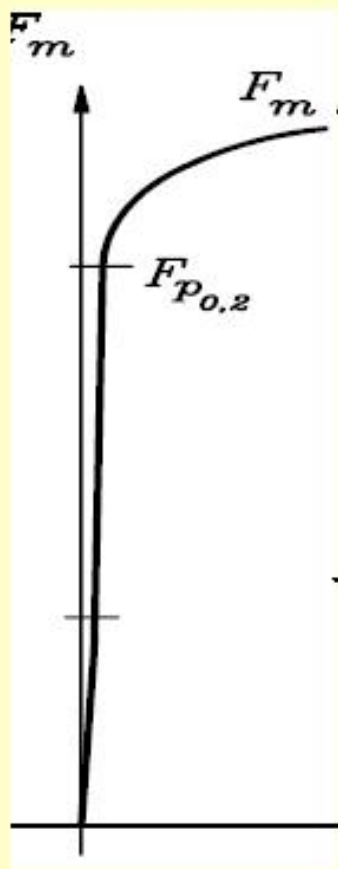


Rideg törés





Gömbgrafitos öntöttvas



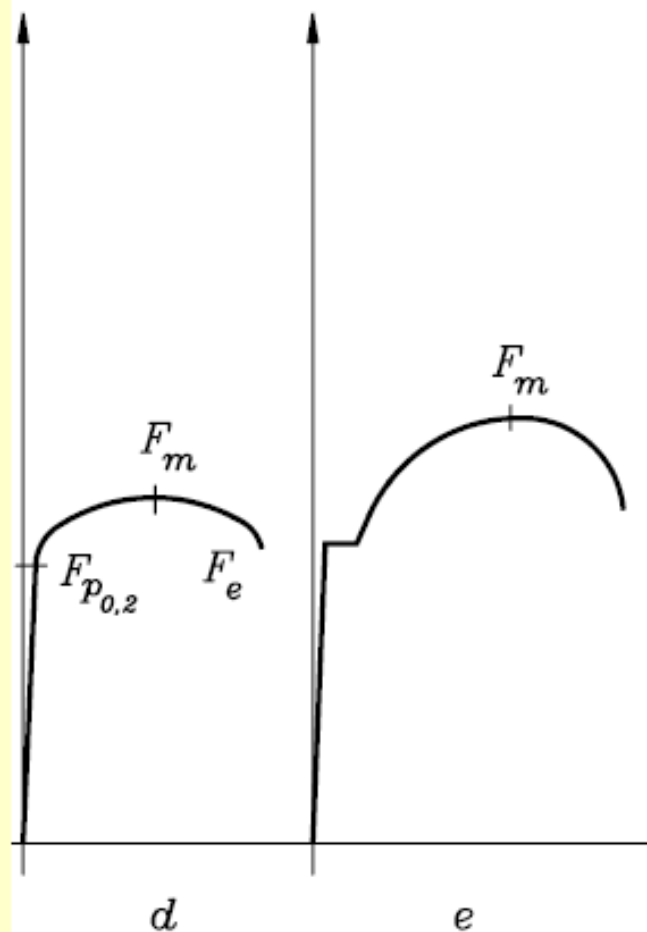


Különböző anyagok szakítási diagramjai

- Szívós anyagok

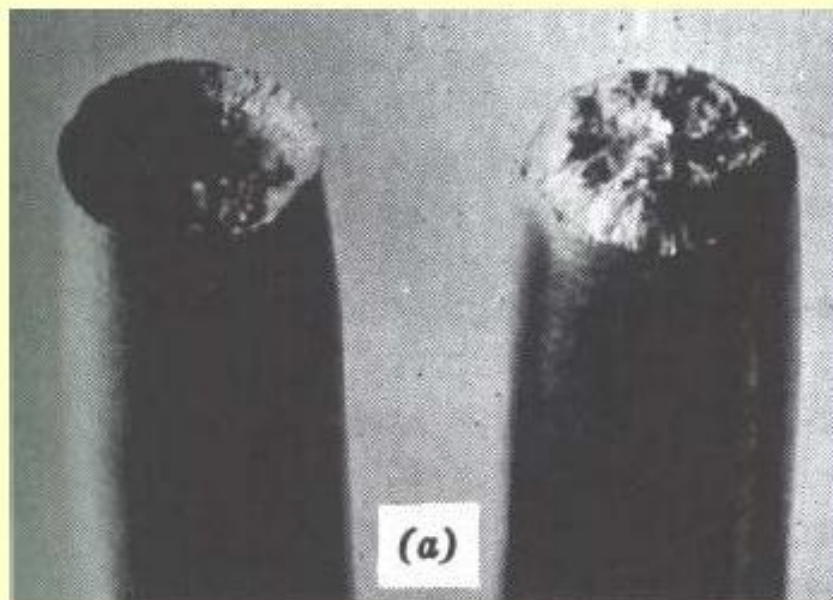
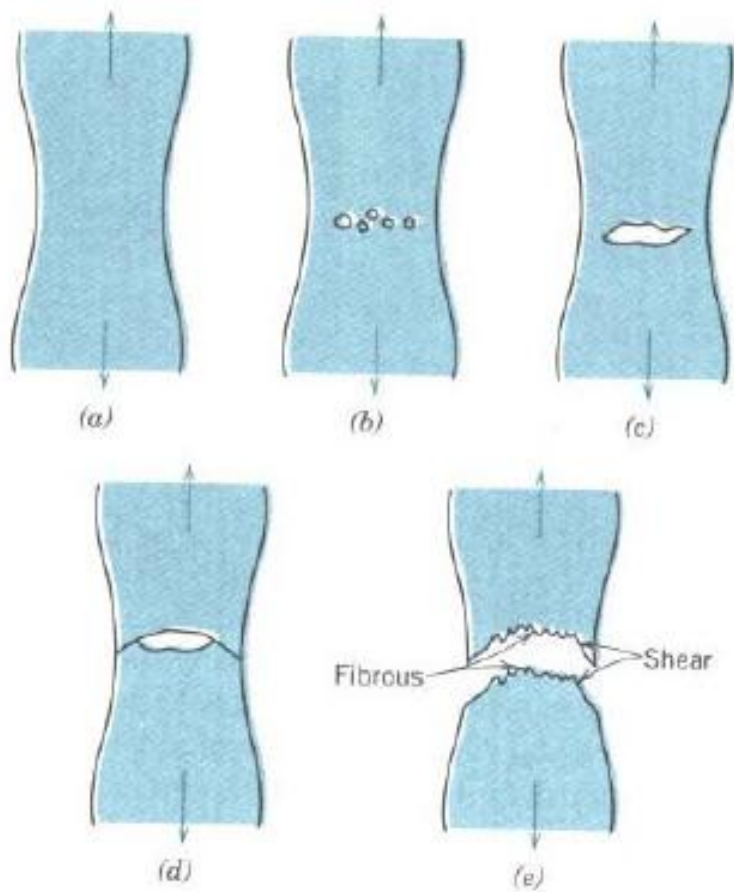
d ábrán **határozott folyást**
nem mutató anyagok pl. réz
vagy alumínium.

Az e **lágycél**





A szívós anyag viselkedése a kontrakciós szakaszban



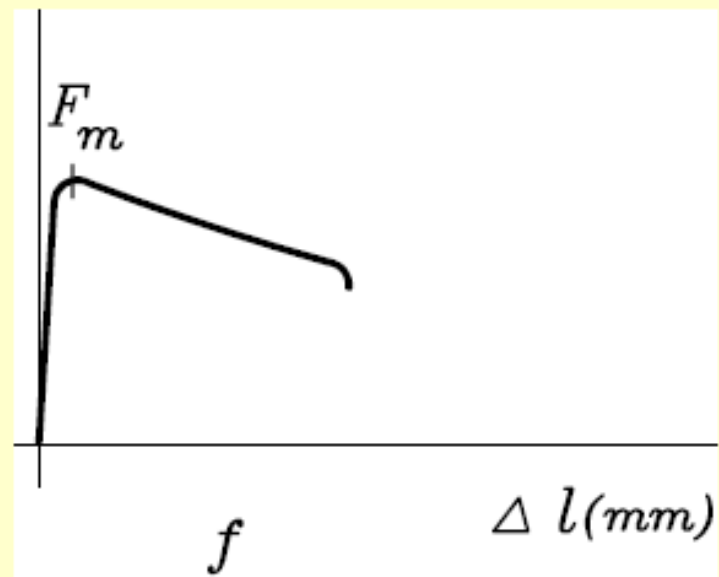


Különböző anyagok szakítódiagramjai



- Hidegen alakított fémek

f ábra hidegen erősen alakított, tehát felkeményedett fém A felkeményedett anyagok, rugalmas alakváltozást követő igen rövid egyenletes alakváltozás után kontrahálnak.

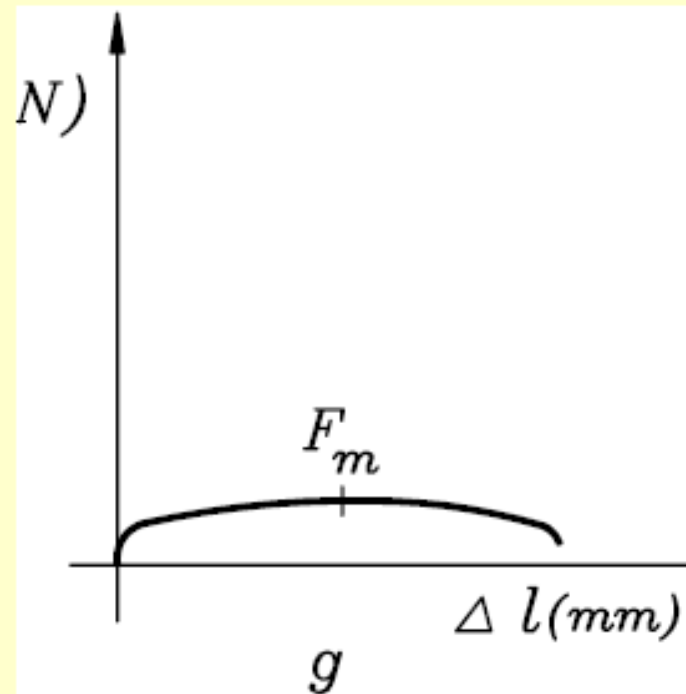




Különböző anyagok szakítódiagramjai

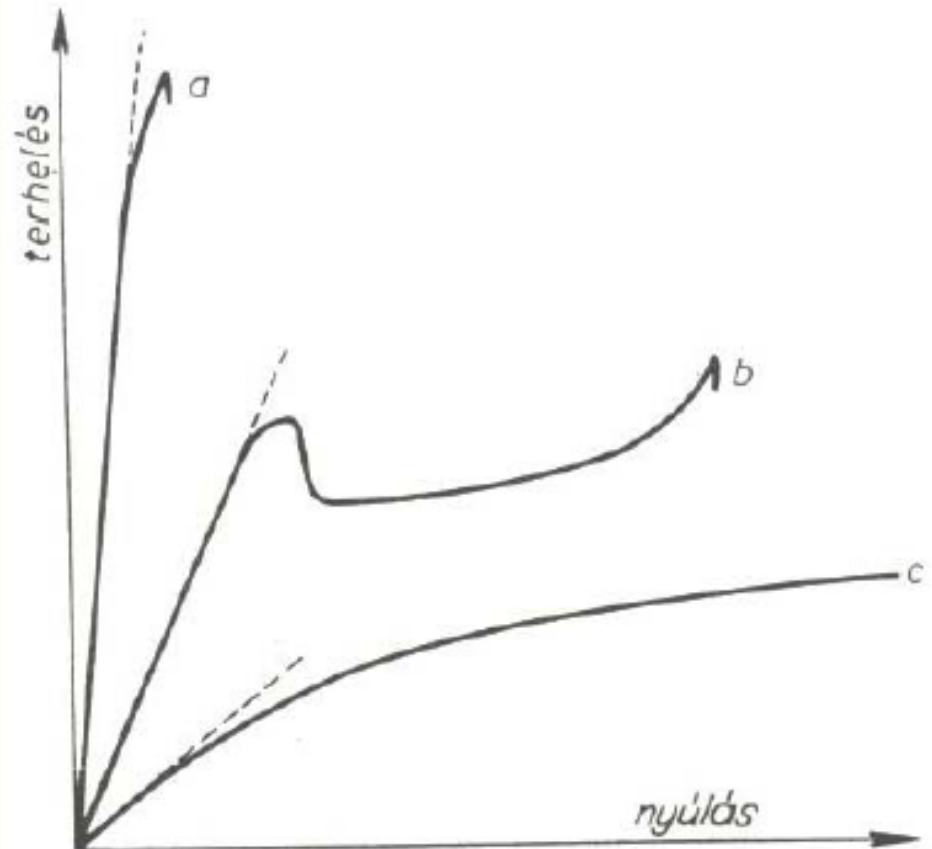
- Képlékeny fémek

g ábra nem keményedő, képlékeny fém pl. ólom (Pb) szakítódiagramja van. A diagramnak szinte csak maradó alakváltozási része van.



Műanyagok szakítódiagramja

- a rideg anyag pl. hőre nem lágyuló műanyagok
- b. szívós pl. PA
- c. lágy anyag pl. PE





A szakítóvizsgálattal meghatározható anyagjellemzők

A szakítódiagram alapján kétféle rendszer szerint értelmezhetünk értékeket.

A **mérnöki rendszerben**, az erő és alakváltozás értékeket az eredeti, kiinduló értékekhez viszonyítjuk,

míg a **valódi rendszerben** a változásokat a pillanatnyi, tényleges értékekhez viszonyítjuk.



Mérnöki rendszer



feszültség :
$$\sigma = \frac{F}{S_o} \left[\frac{N}{mm^2} \right]$$

alakváltozás, fajlagos
nyúlás :

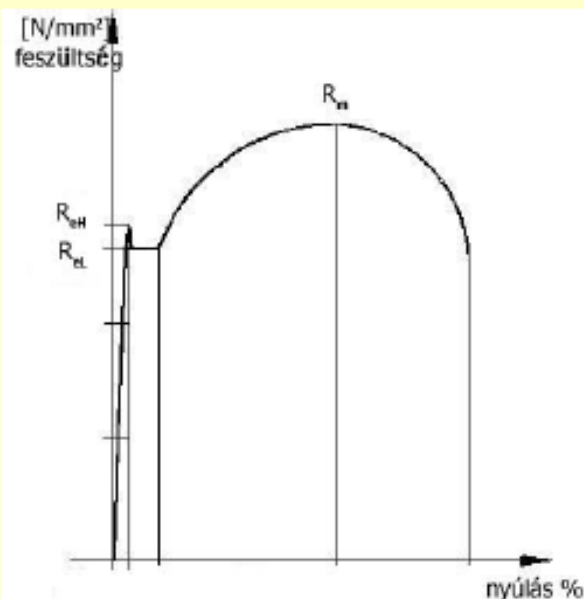
$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_o} 100 [\%]$$

F az erő

S_o az eredeti keresztmetszet

L_o a jeltávolság eredeti értéke

ΔL a megnyúlás





A szakítóvizsgálattal meghatározható anyagjellemzők

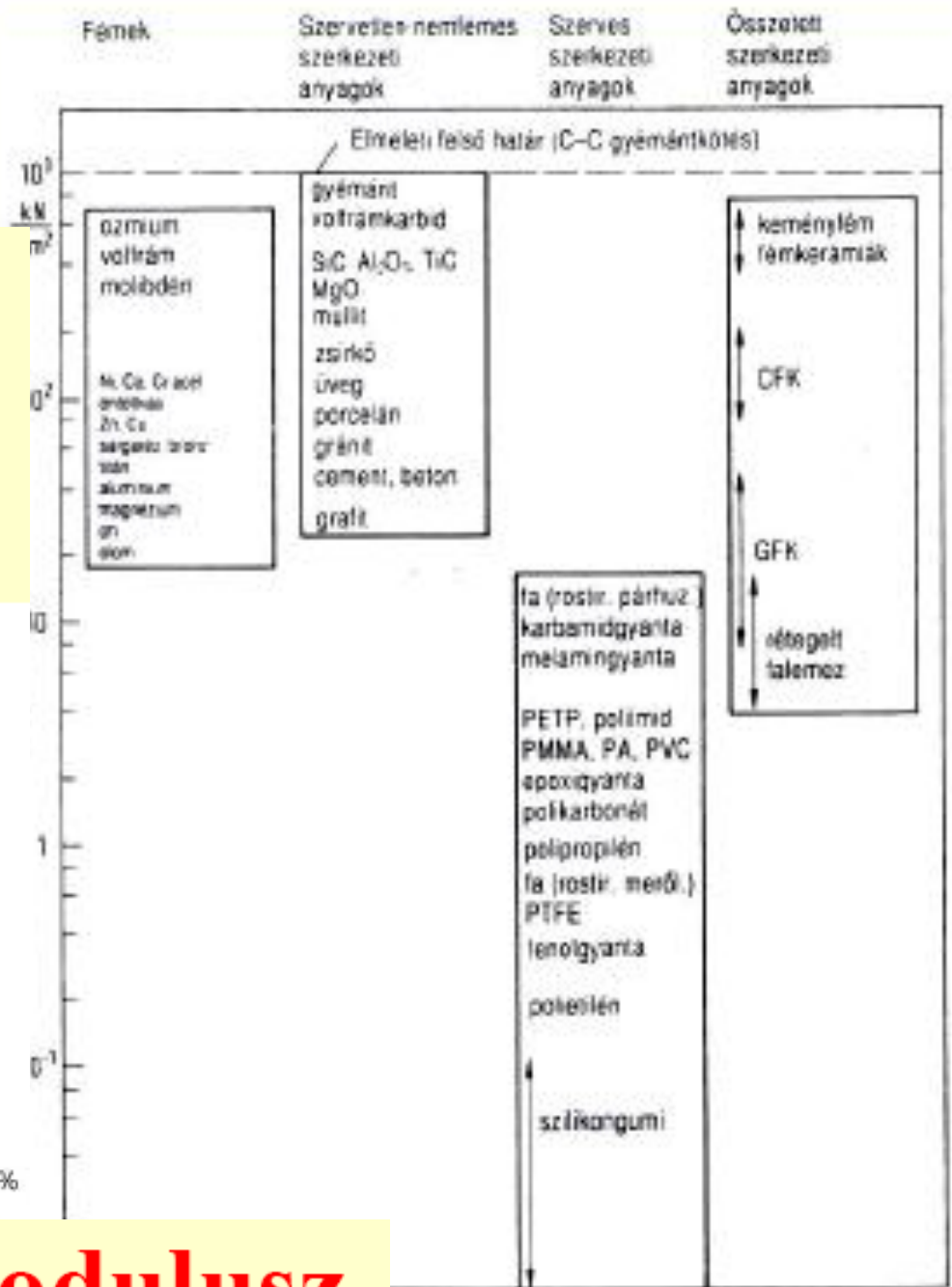
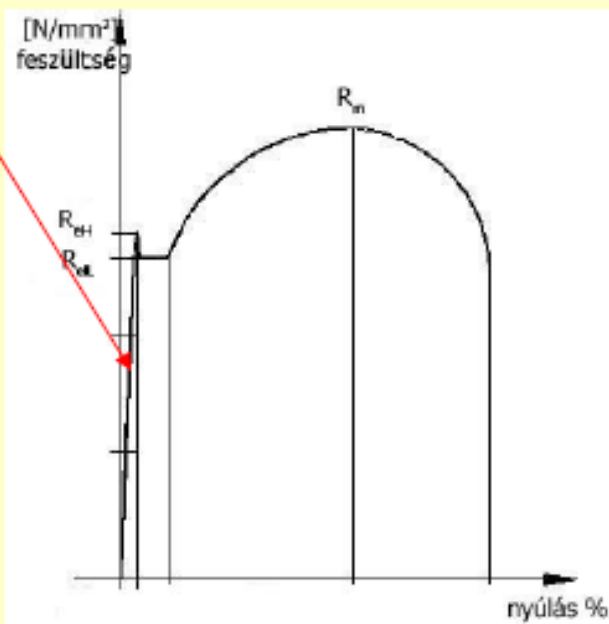
Szilárdsági anyagjellemzők:



Young modulus

- A rugalmas szakasz meredeksége

$$E = \Delta\sigma / \Delta\varepsilon$$



Rugalmassági modulusz

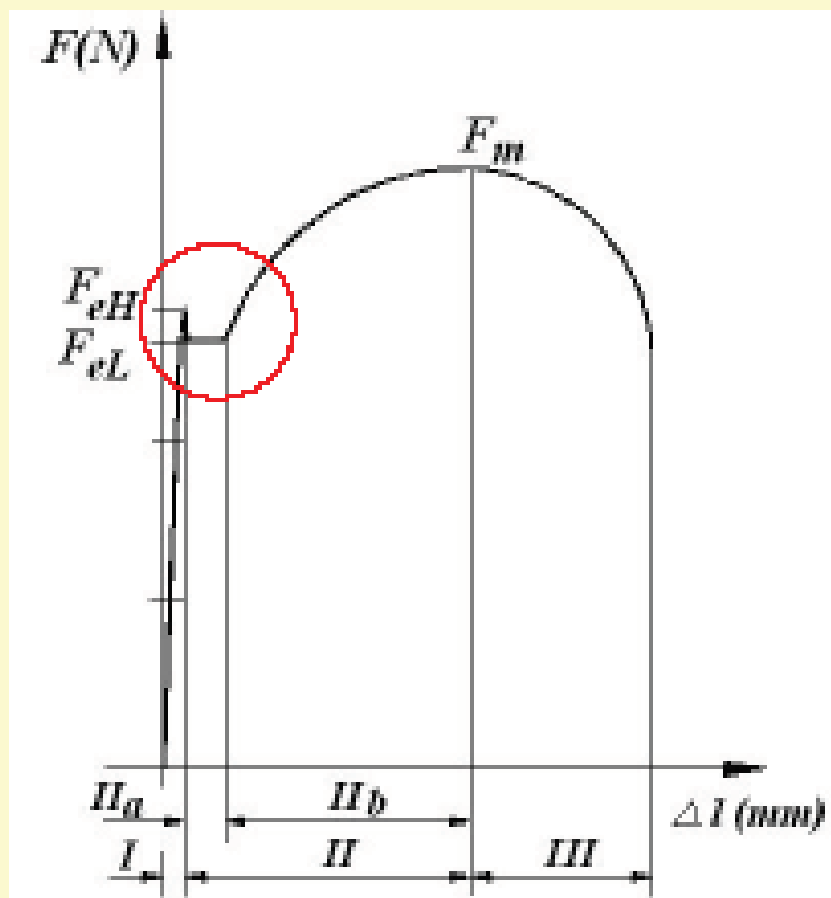


Folyáshatár

A maradó alakváltozás
kezdetét jelentő
feszültség

Mértékegysége: N/mm^2

$$R_{eH} = \frac{F_{eH}}{S_0}$$





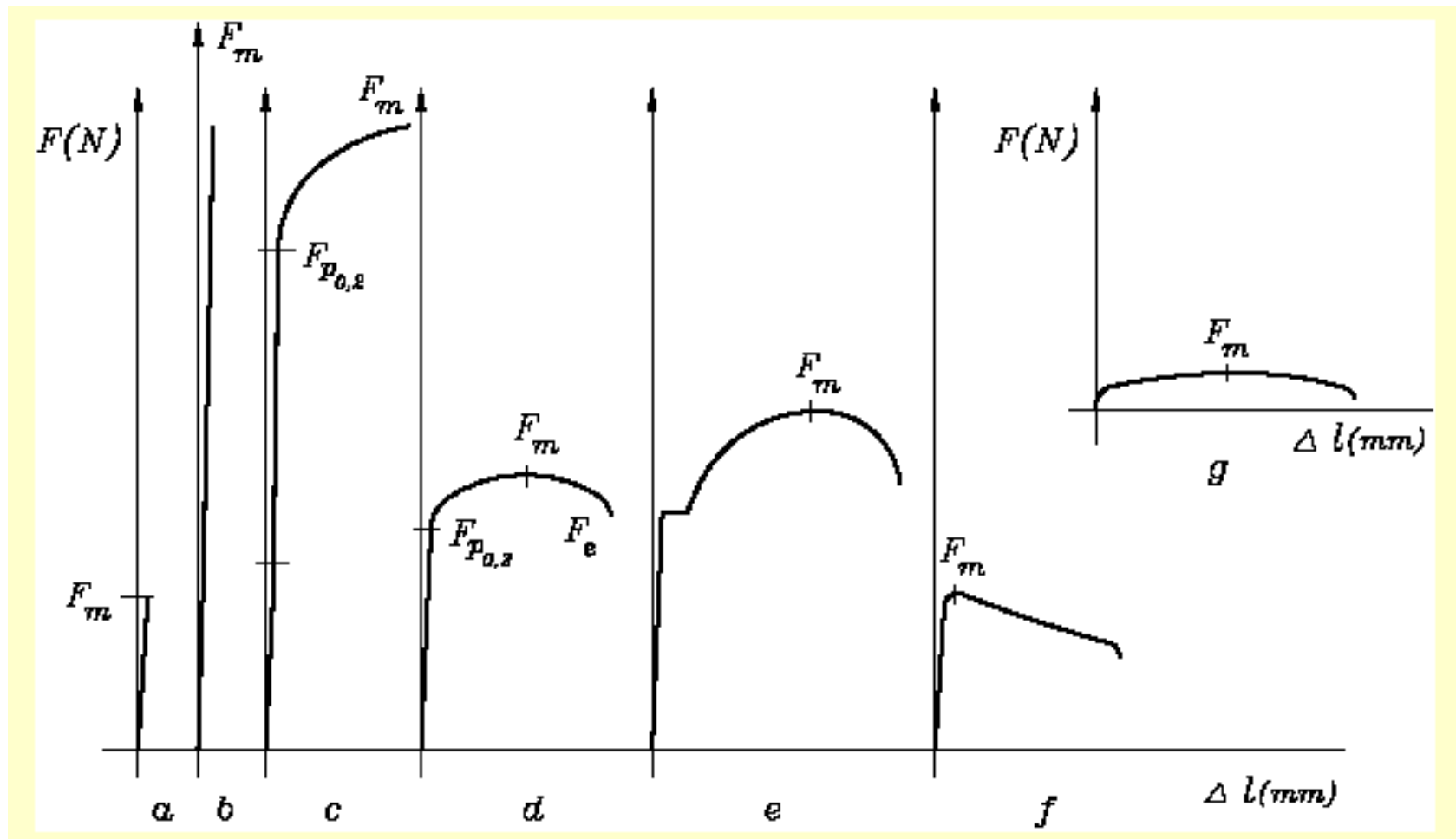
Folyáshatár



- A folyáshatár valódi feszültség, fizikai tartalommal ellátott, azt jelenti, hogy ennél a feszültségnél a próbatest minden kristallitjában megindul a képlékeny alakváltozás,
- a statikus méretezés alapja.



Mi a teendő, ha nem jelenik meg egyértelműen a folyáshatár?





Mi a teendő, ha nem jelenik meg egyértelműen a folyáshatár?



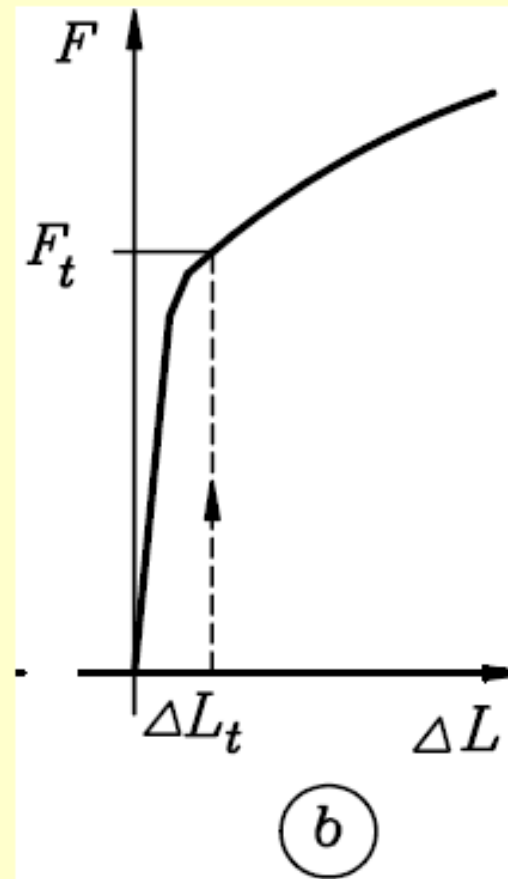
A maradó alakváltozás kezdetét jelentő feszültséget abban az esetben is meg kell tudni határozni, ha nem mutatkozik határozott folyáshatár. Ebben az esetben megállapodás szerinti értékeket határozunk meg.



Névleges folyáshatár

- **névleges folyáshatár** ,
azaz a 0,5 % teljes
(rugalmas + maradó)
alakváltozáshoz
tartozó feszültség
Mértékegysége:[N/mm²]

$$R_{t0,5} = \frac{F_{t0,5}}{S_0}$$





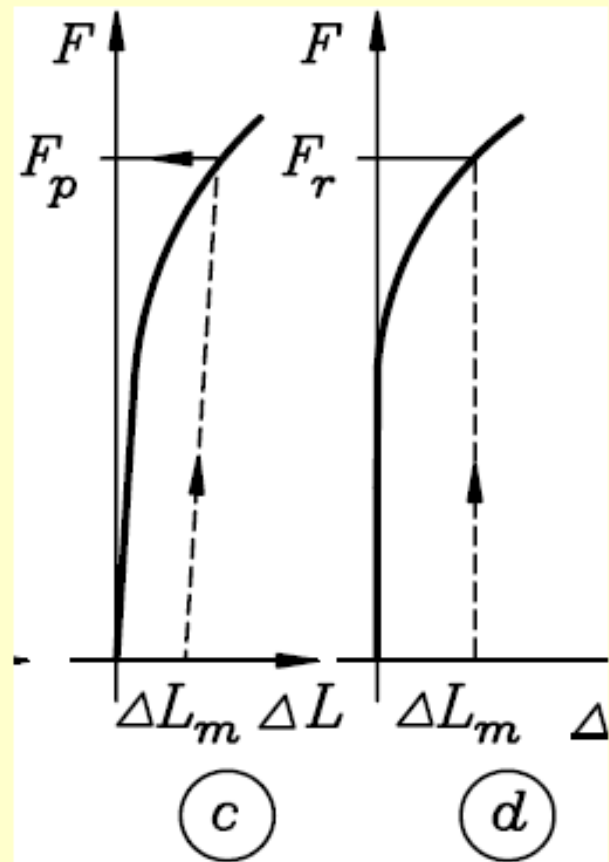
Egyezményes folyáshatár

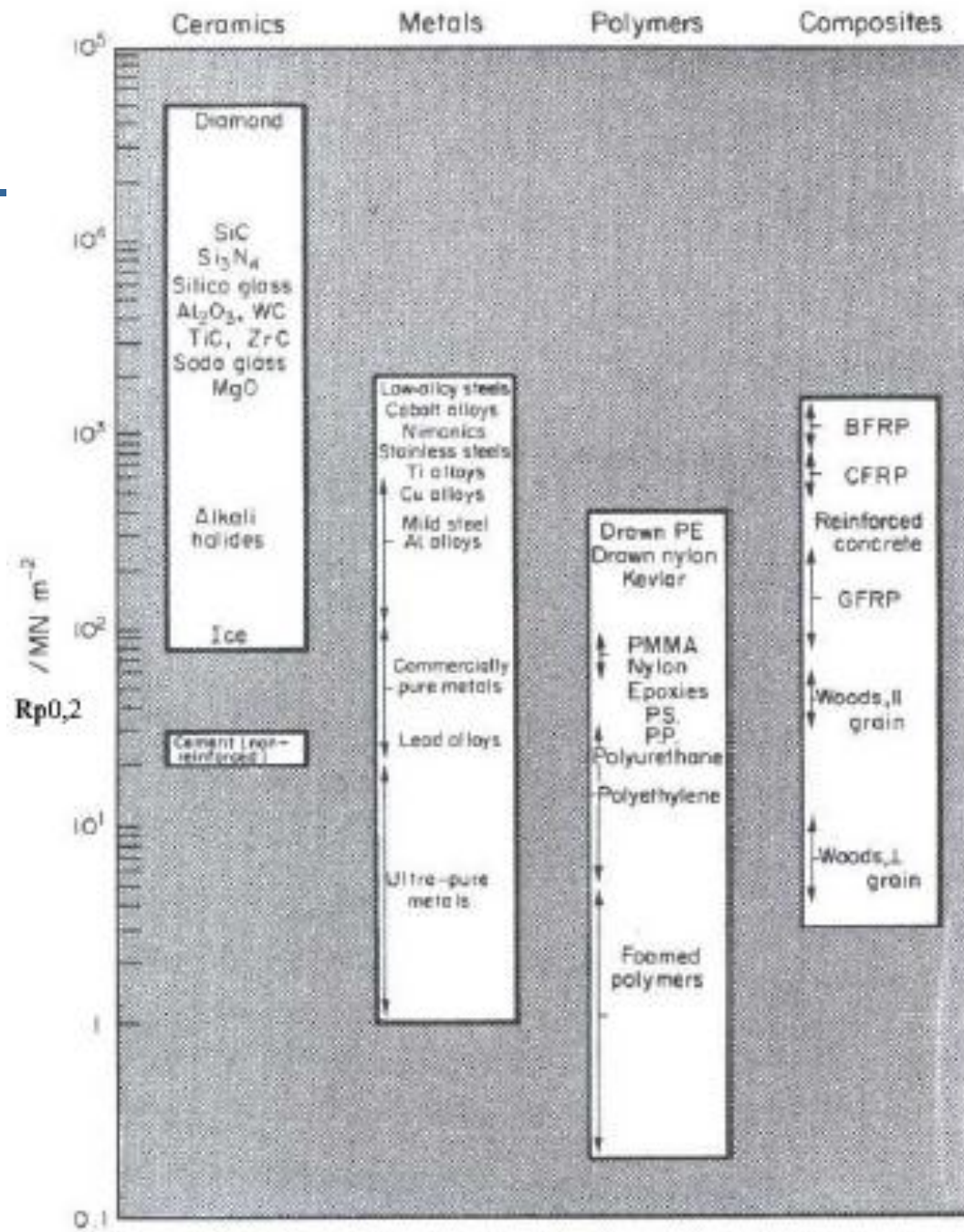
A terhelt állapotban mért egyezményes folyáshatár :

$$R_{p0,2} = \frac{F_{p0,2}}{S_o} \quad [\text{N/mm}^2]$$

A terheletlen állapotban mért egyezményes folyáshatár :

$$R_{r0,2} = \frac{F_{r0,2}}{S_o}$$





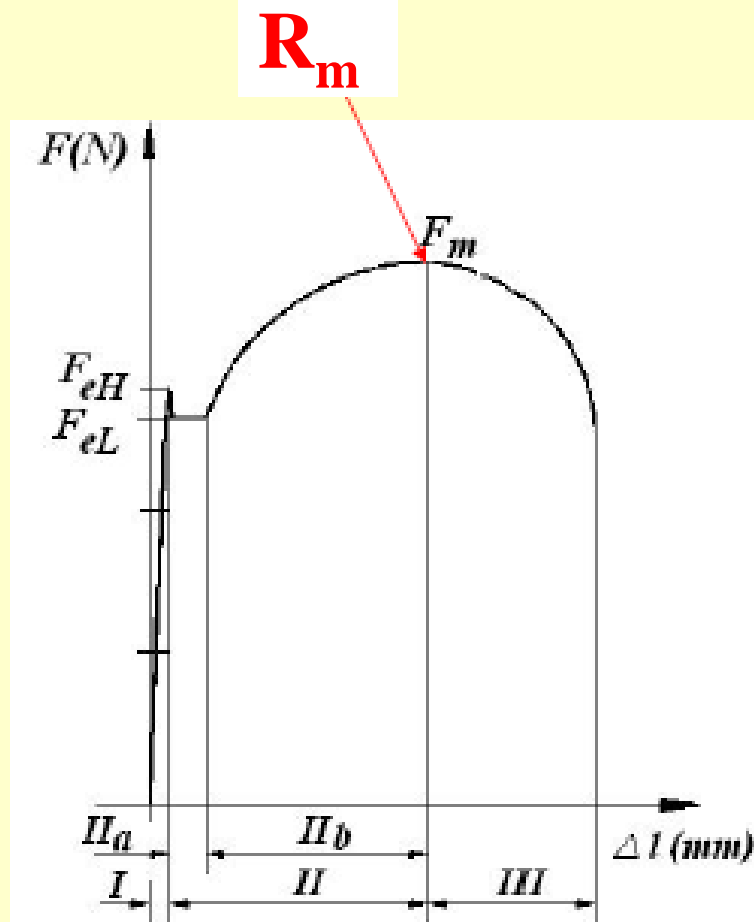


Szakítószilárdság

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

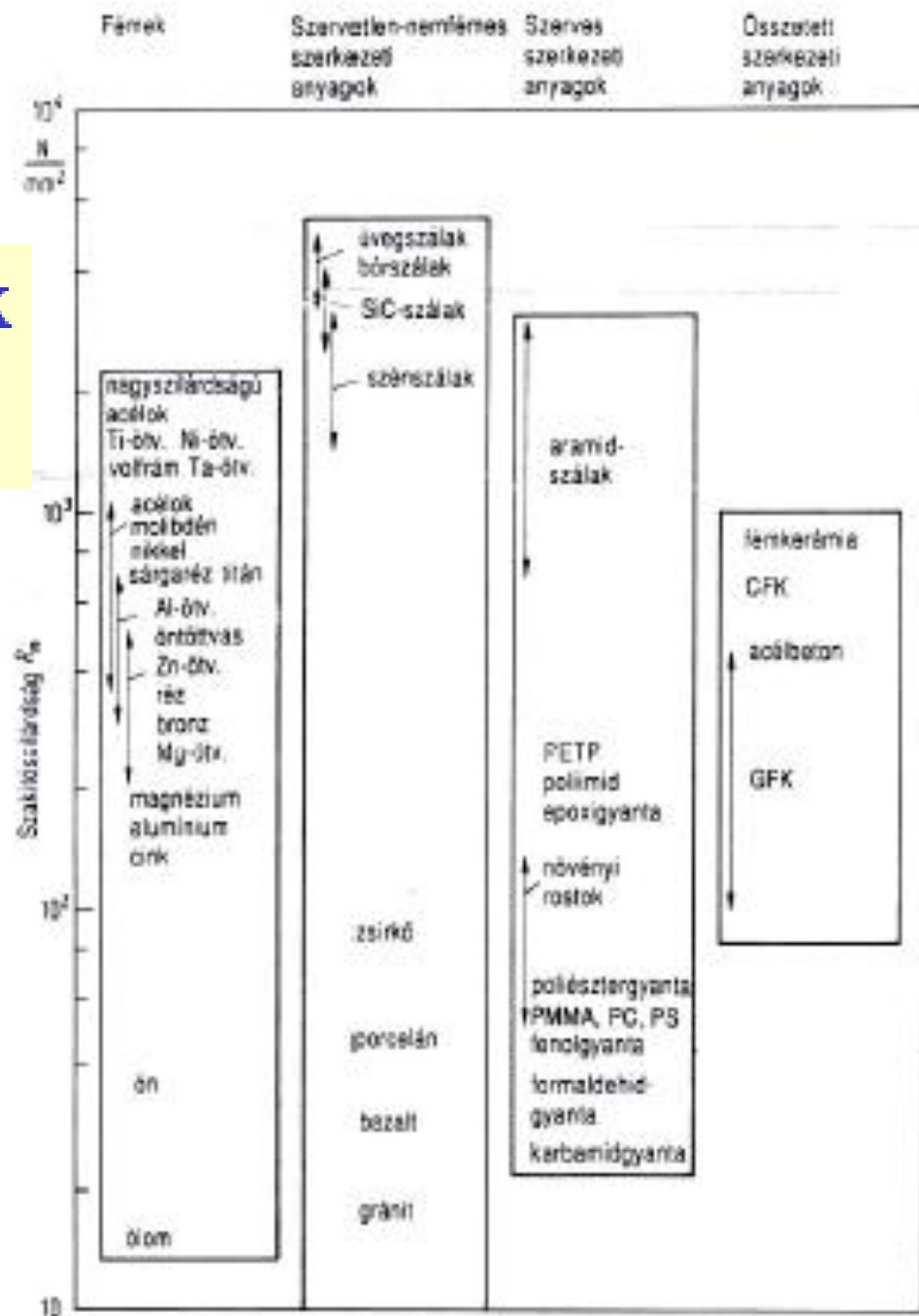
A szakítószilárdság a vizsgálat során mért legnagyobb terhelő erő és az eredeti keresztmetszet hányadosa:

Mértékegysége: N/mm^2





Különböző anyagok szakítószilárdsága





A szakítóvizsgálattal meghatározható anyagjellemzők

*Képlékenységi anyagjellemzők vagy
alakváltozási mérőszámok:*



Képlékenységi jellemzők vagy alakváltozási mérőszámok



**A próbatest a szakítóvizsgálat során megnyúlik,
keresztmetszete lecsökken**





Képlékenységi jellemzők vagy alakváltozási mérőszámok



A szabványos alakváltozási mérőszámok, a mérnöki rendszer szerinti nyúlásnak és a keresztmetszet csökkenésnek egy jól definiálható ponthoz, általában a szakadáshoz tartozó értékei.



Alakváltóási mérőszámok

- Szakadási nyúlás
vagy nyúlás.

Jele: A

Mértékegysége: %

$$A = \frac{L_u - L_o}{L_o} 100$$





Alakváltozási mérőszámok

- Keresztmetszet csökkenés vagy kontrakció .

Jele: Z

Mértékegysége: %

$$Z = \frac{S_o - S_u}{S_o} 100$$





Szabványos mérőszámok

MSZ EN 10002-1:2001 ISO 6892-1:2009

- Folyáshatár

$$R_{eH} = \frac{F_{eH}}{S_o}$$

- Szakítószilárdság

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

- Nyúlás

$$A = \frac{L_u - L_o}{L_o} 100$$

- Kontrakció

$$Z = \frac{S_o - S_u}{S_o} 100$$



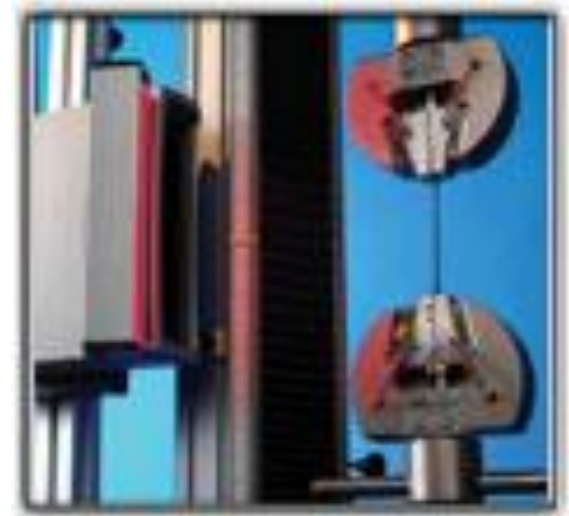
A szakítóvizsgálat során kapott eredményeket befolyásolják



- ⇒ a próbatest alakja, mérete, felületi minősége
- ⇒ a terhelés növelésének sebessége
- ⇒ a vizsgálati körülmények pl. a hőmérséklet

Video extenzométer

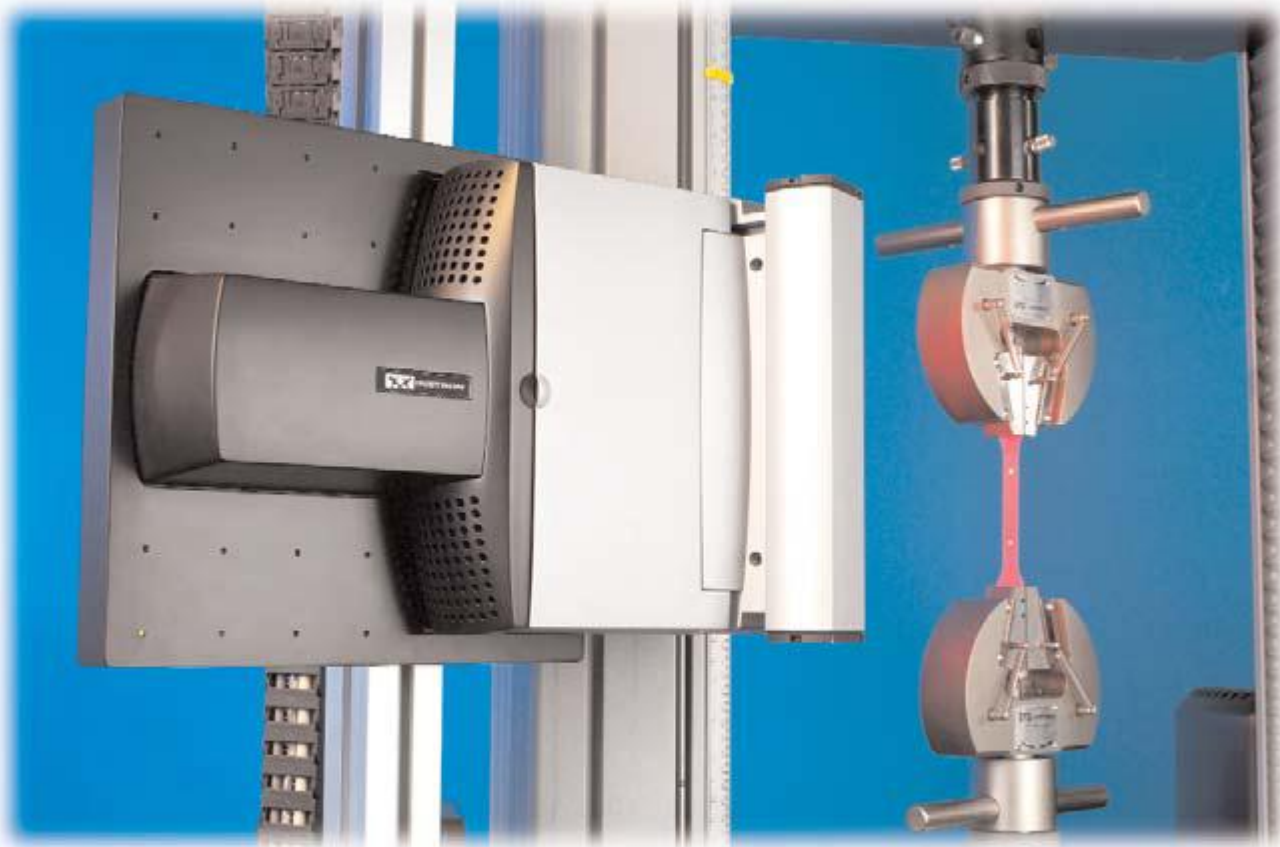
- egy nagyfelbontású video kamerából
- egy speciális megvilágító egységből
- jelfeldolgozást biztosító elektronikából áll.
- 2D-s kalibráló sablon.



A Video extenzométer a mérés elindításakor a **jeltávolságot automatikusan megméri** és a százalékos alakváltozás számítása során ezt az értéket fogja figyelembe venni (nem a névleges L0-al számol!).

A Video extenzométer **axiális és keresztirányban is kalibrálható**. A próbatest jelölése egyszerű és gyors (kereskedelmi forgalomban kapható Paint Marker jelölőtoll, vagy ragasztószalag csík segítségével történhet). **A jel lehet pont vagy csík is.**

-Az INSTRON video extenzométerek a mérőrendszer integrált részét képezik (nem külön PC-rol vagy szoftverről futnak, azaz az adatszinkronizálás biztosított).



Advanced Video Extensometer Setup

AVE Calibration Wizard

Video Home

Setup Wizards

- Before Test
- Before Sample
- Calibration
- Commissioning

Defining the calibration area

Ensure that all the calibration dots are located. Ensure that both camera carriage locks are tightened. Click on Calibrate.

Status

Calibrated

Calibrate

Close

Compact

Help

Cancel < Back Next > End

Apply Restore previous

