



SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM

Anyagismereti és Járműgyártási Tanszék



Anyagvizsgálat

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:

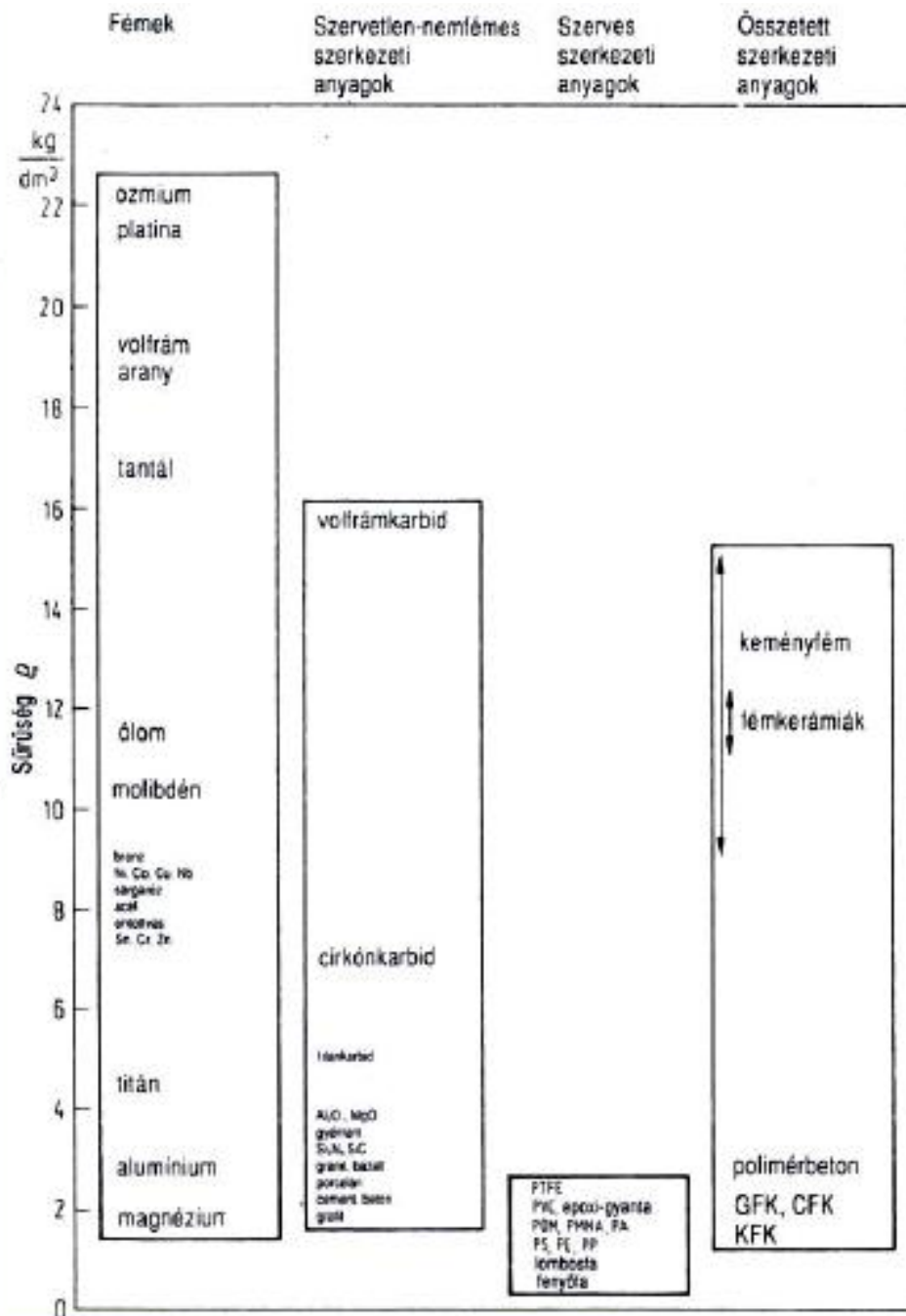
- **az anyagok szerkezetét**
- **fizikai tulajdonságát (igénybevehetőség)**
- **technológiai tulajdonságait**
- **üzemeltetési tulajdonságait (károsodásállóság)**



Anyagtulajdonságok

- **Sűrűség**

$$\rho = m/V \text{ [kg/m}^3\text{]}$$





Anyagtulajdonságok

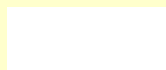


Mechanikai tulajdonságok (terhelhetőség)



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)



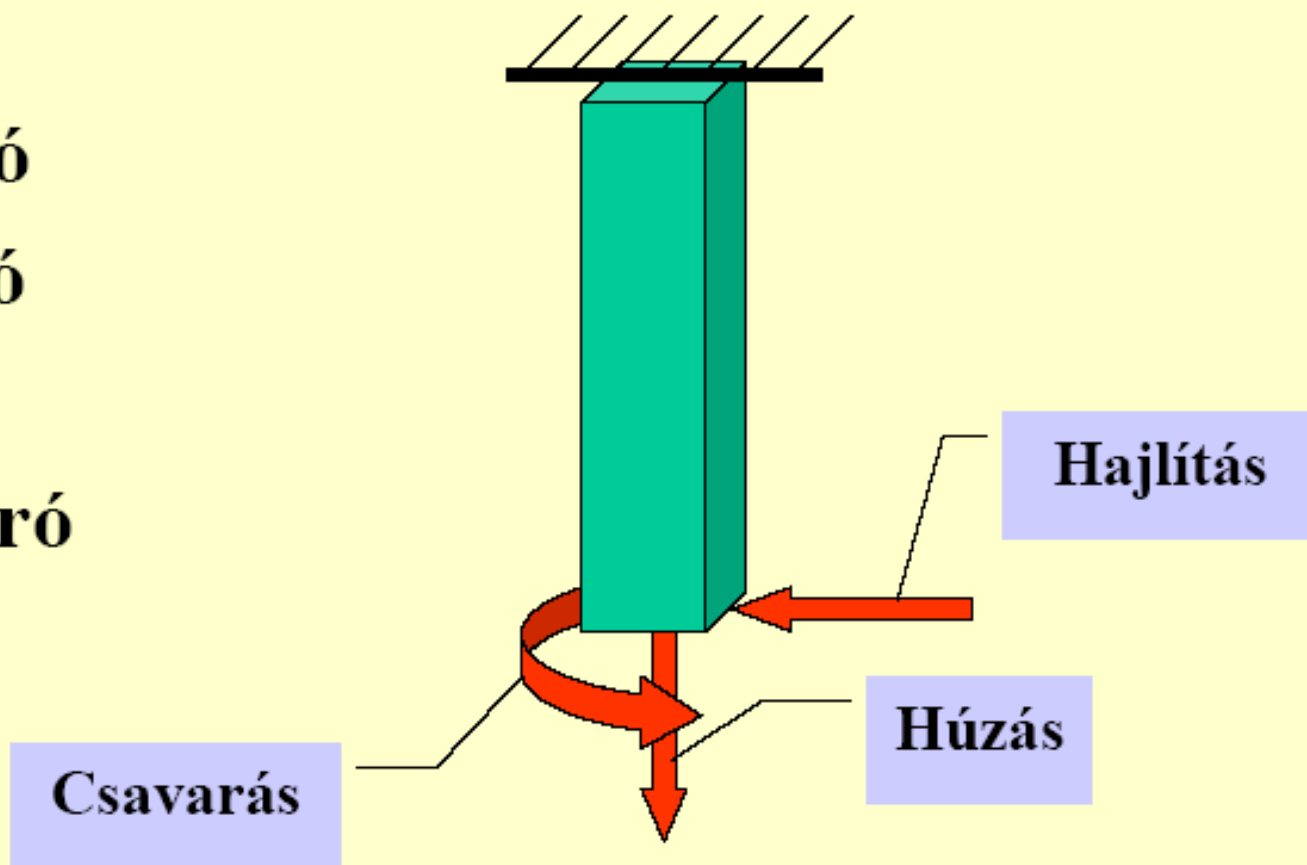
- **Az igénybevétel hatása szerinti felosztás:**
 - Teljes anyagterfogra ható igénybevételek
 - A felületre ható igénybevételek
- **Az igénybevétel időbeli lefolyása szerinti felosztás:**
 - Statikus
 - Dinamikus, lökészerű
 - Ismétlődő, fárasztó
 - Az előbbi három kombinációja



Teljes anyagterfogratra ható igénybevételek



- **Húzó**
- **Nyomó**
- **Hajlító**
- **Nyíró**
- **Csavaró**



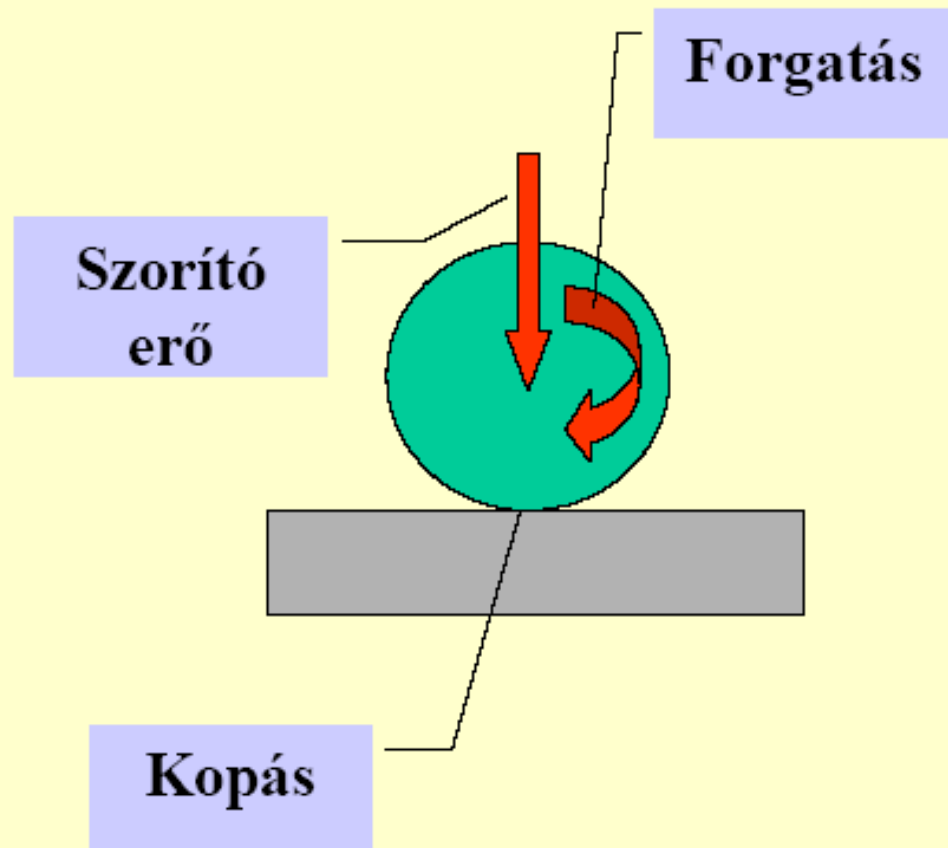


Egyszerű igénybevételek

- 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:



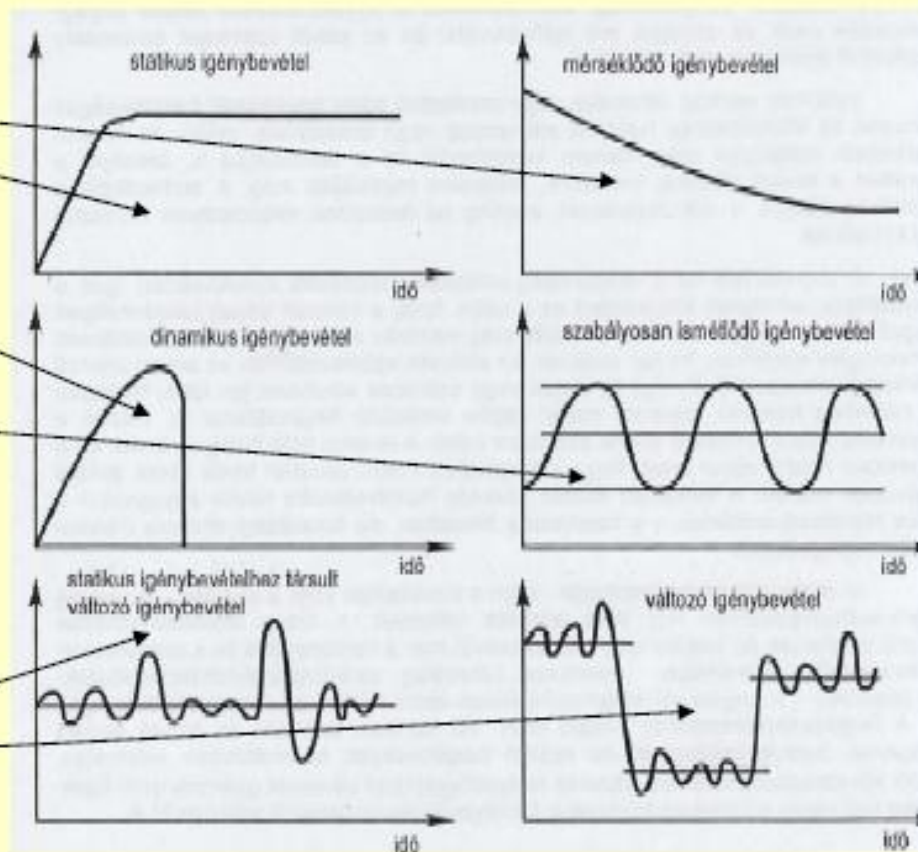
- ⇒ **statikus**, ha az igénybevétel időben állandó, vagy csak igen lassan, egyenletesen változik,
- ⇒ **dinamikus**, ha a terhelés időben változik, hirtelen, ütésszerű, lökésszerű pl. motorok indítása, ütközés stb.
- ⇒ **fárasztó**, ha az igénybevétel időben változik, és sokszor ismétlődik.



Az igénybevétel időbeli lefolyása



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





Az anyag viselkedése terhelés hatására



Az anyagok lehetnek:

Ridegek: maradóan nem deformálódó

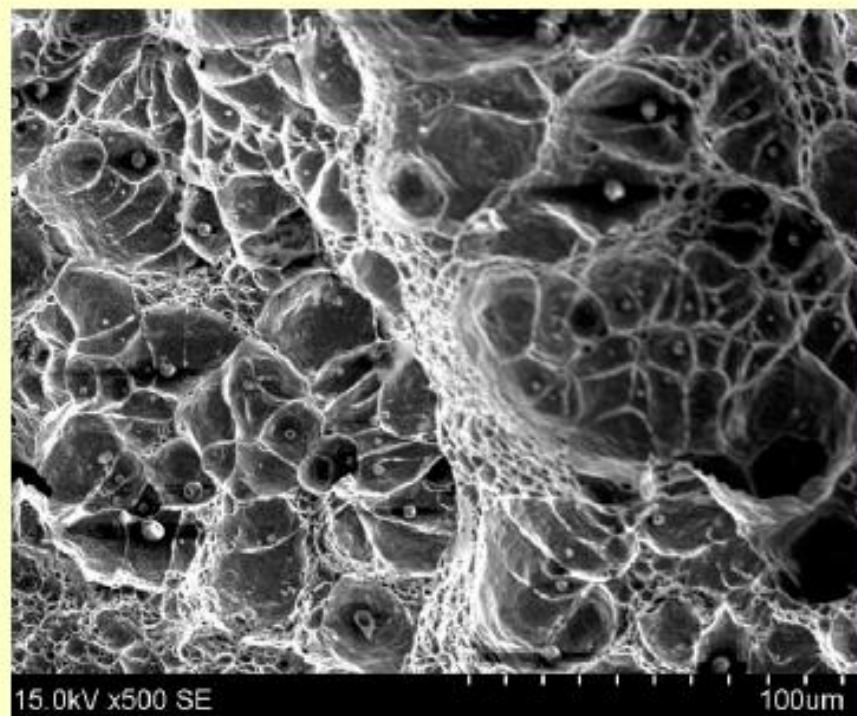
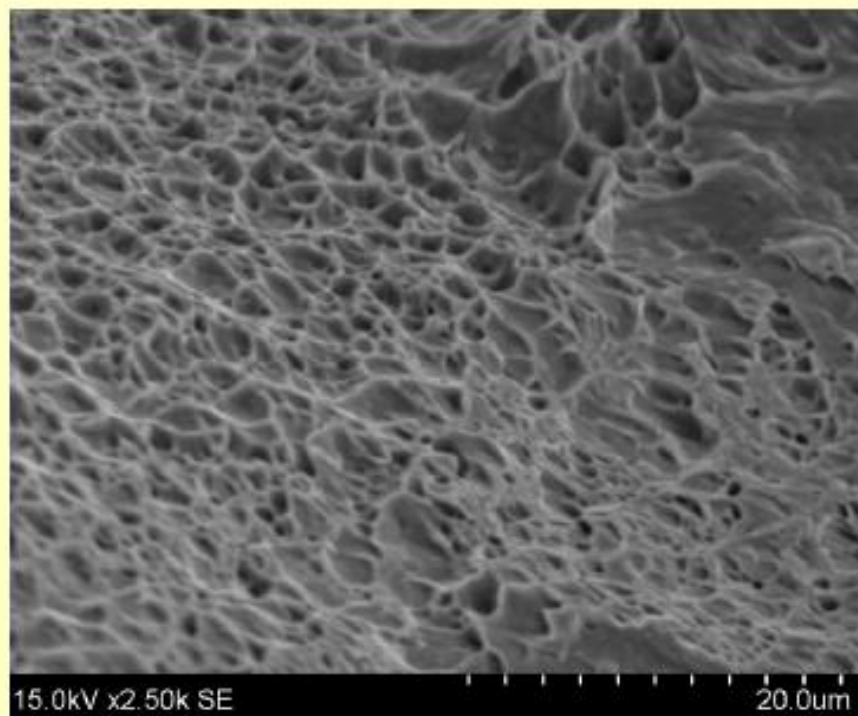
Szívósak: maradó alakváltozás közben keményednek, tekintélyes nagyságú **maradó alakváltozást** okozó és kis rugalmasa alakváltozást okozó munka szükséges.

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



Szívós vagy képlékeny anyag

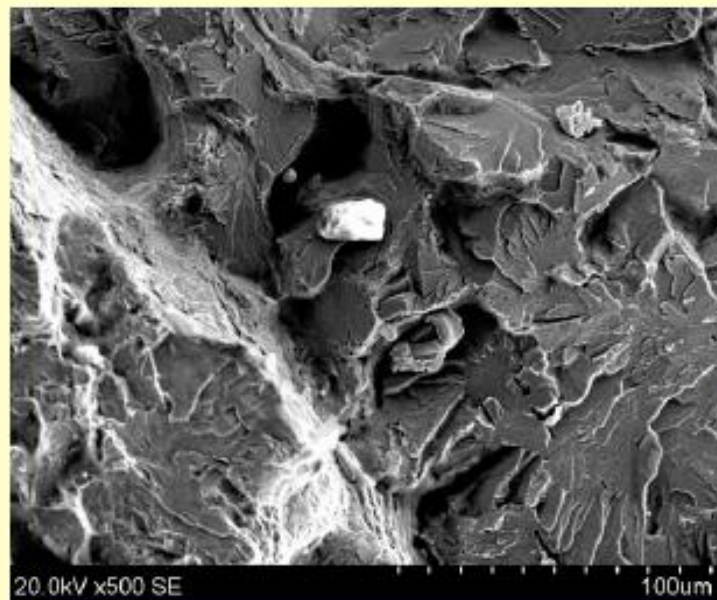
a törést **jelentős nagyságú maradó alakváltozás előzi** meg, ami sok energiát emészt fel. A töretfelület szakadozott, tompa fényű





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

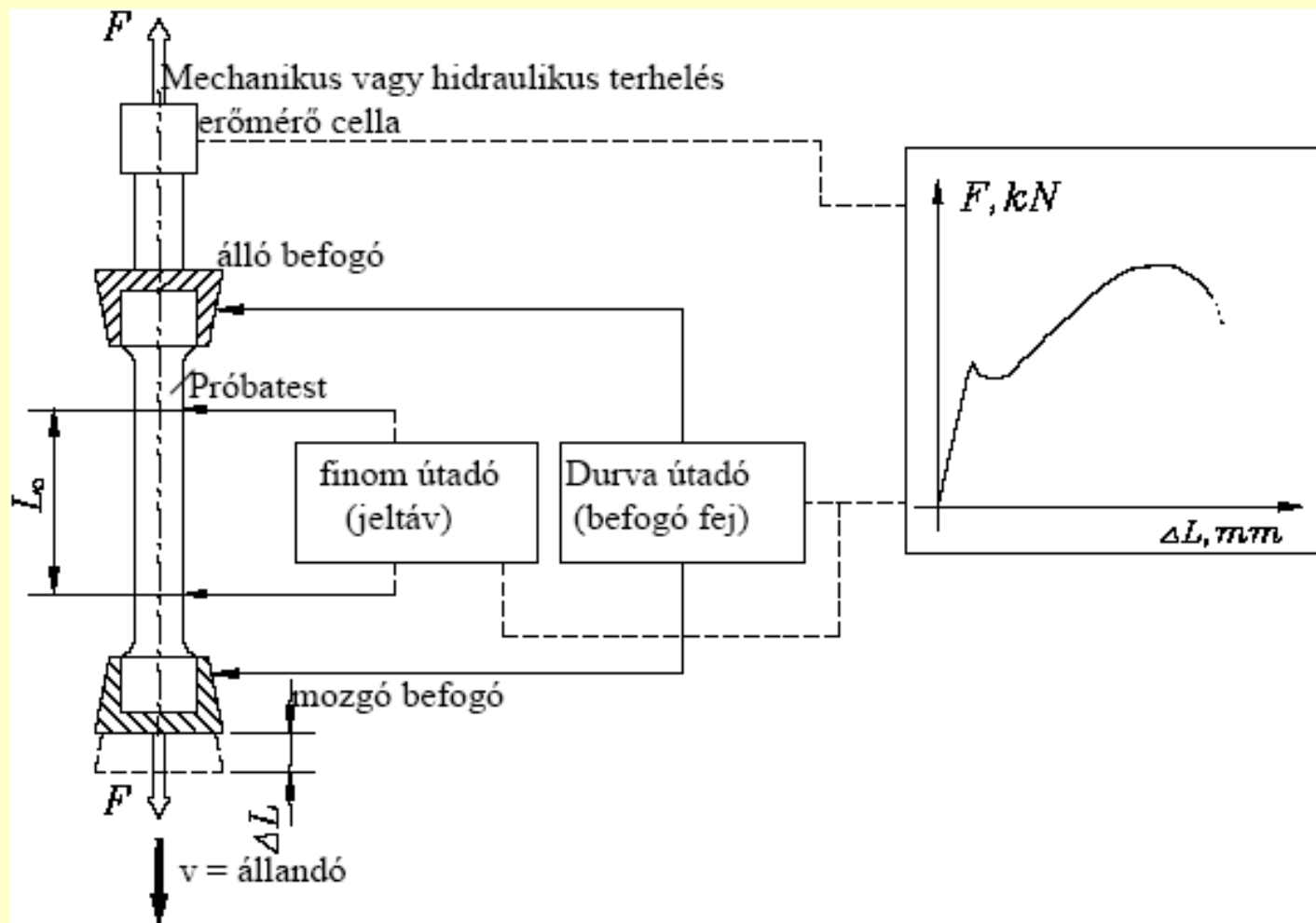
MSZ EN ISO 6892-1:2010

Húzó igénybevétellel szembeni ellenállás
meghatározása



Szakítóvizsgálattal meghatározható jellemzők 1

Elve:





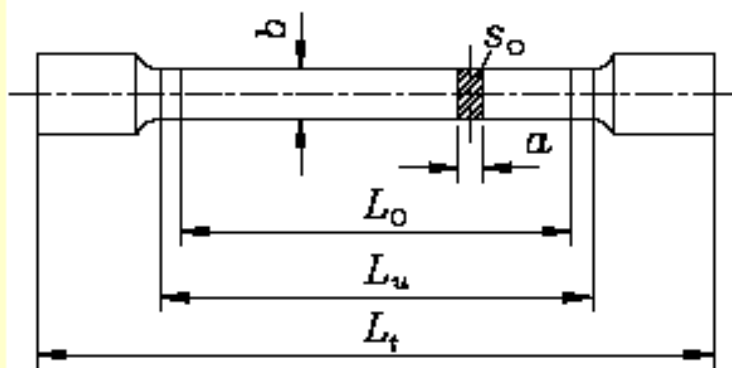
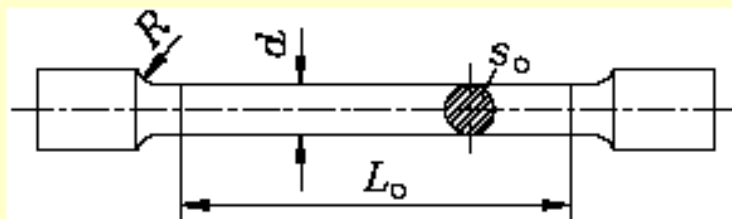


Szakító próbatest

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

$$L_0 = 5 \cdot d_0$$

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





Szakítópróbatest





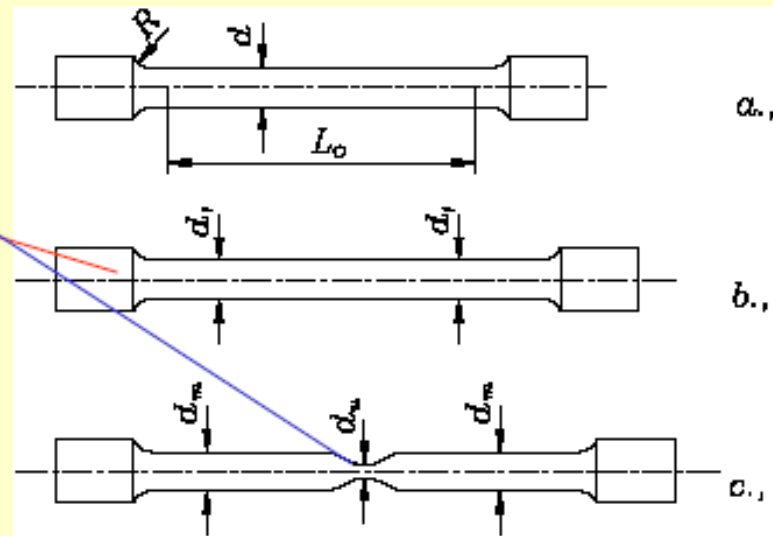
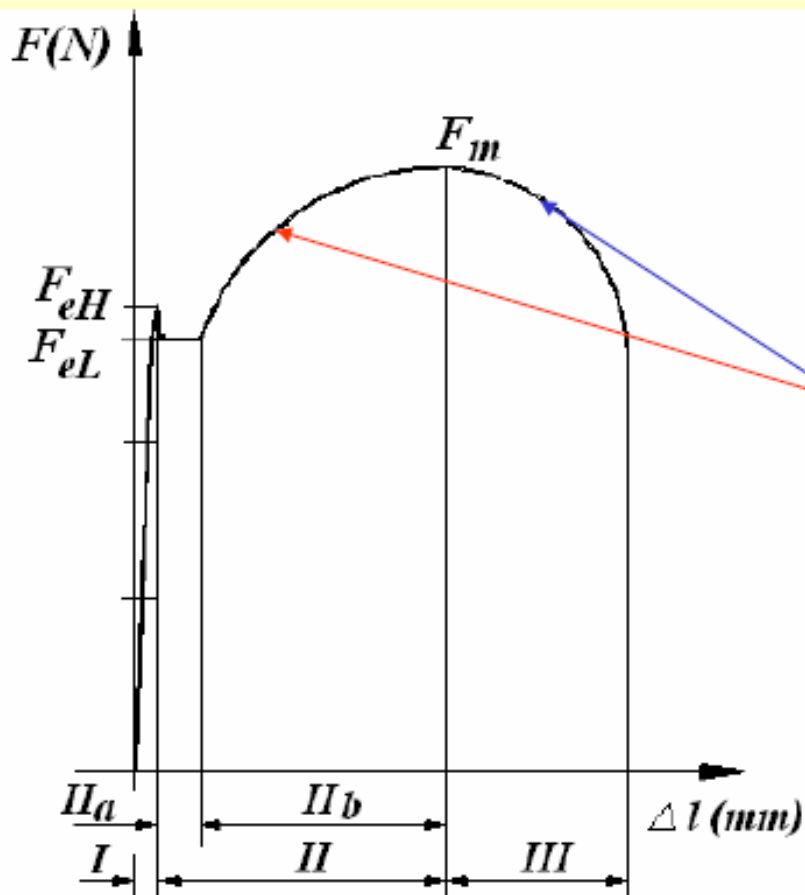


Szakító diagram



- A szakítógépet 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

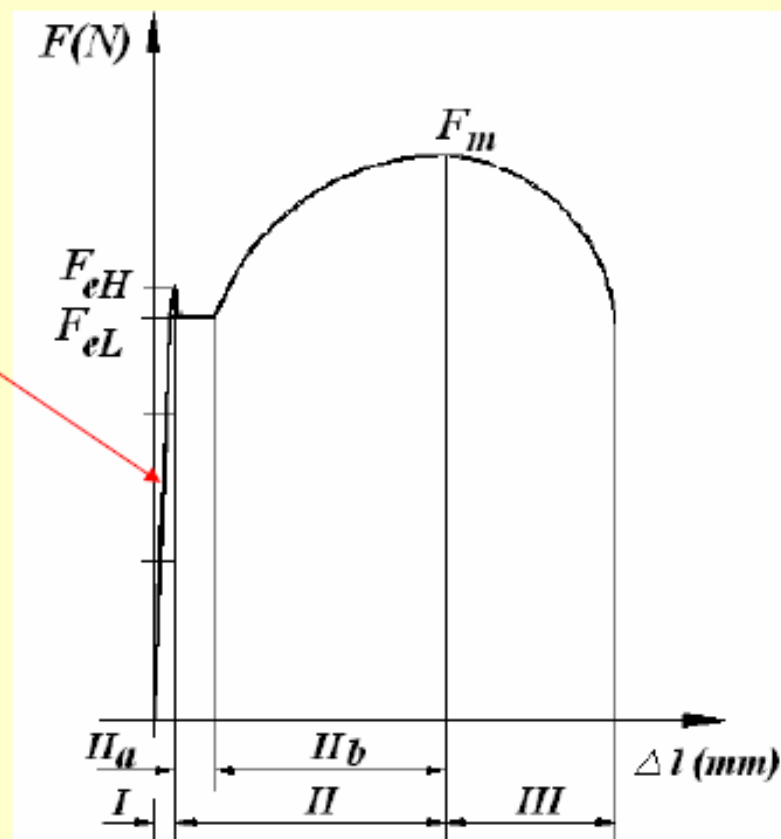




Lágyacél szakítódiagramja

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

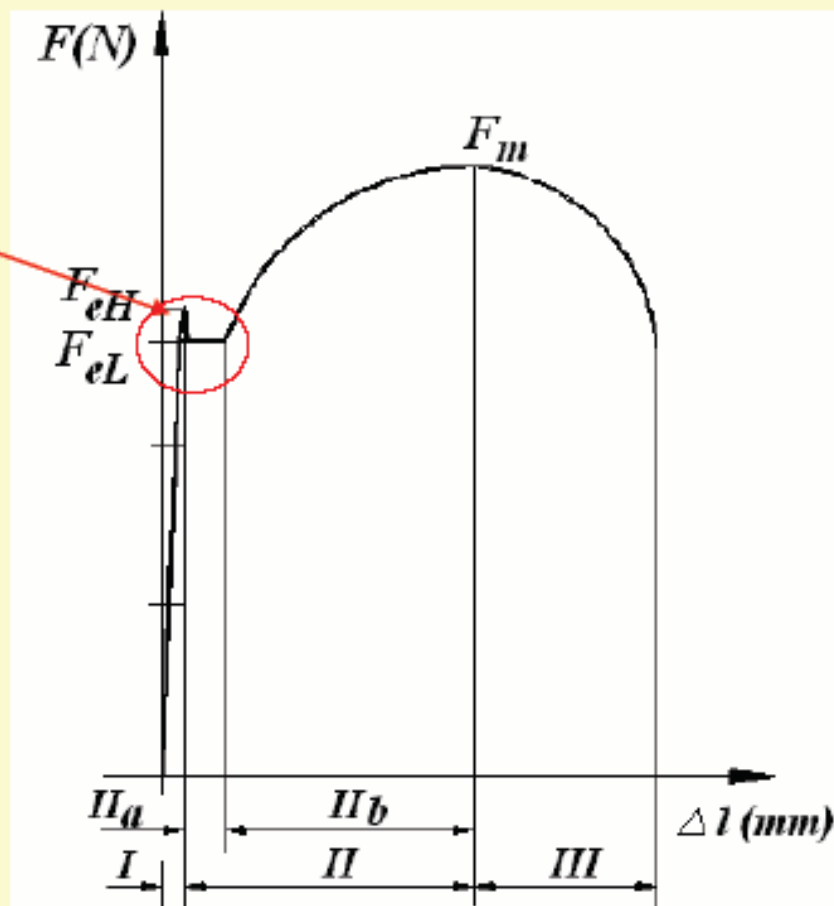
Az alakváltozás és a feszültség lineáris összefüggésben van.
 $\sigma = E \cdot \varepsilon$ (Hook törvény)





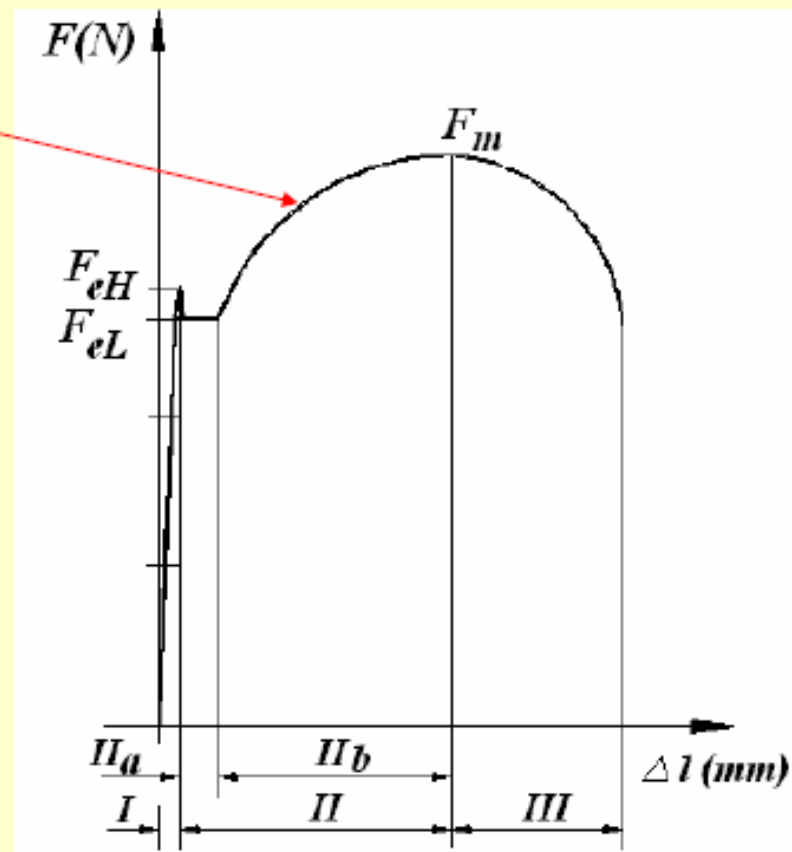
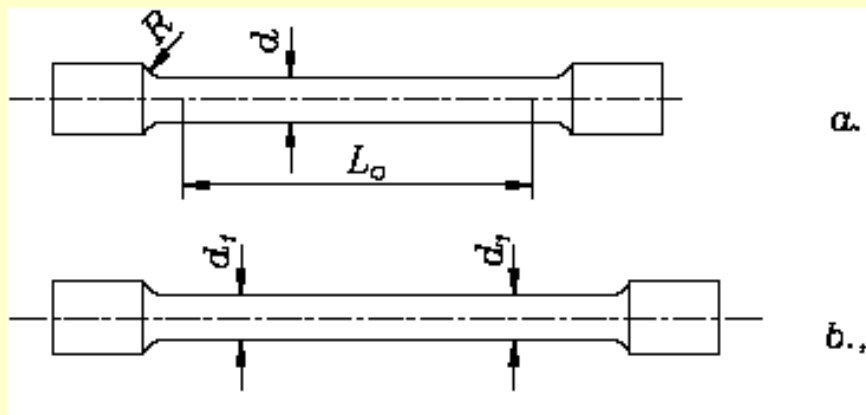
Lágyacél szakítódiagramja

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



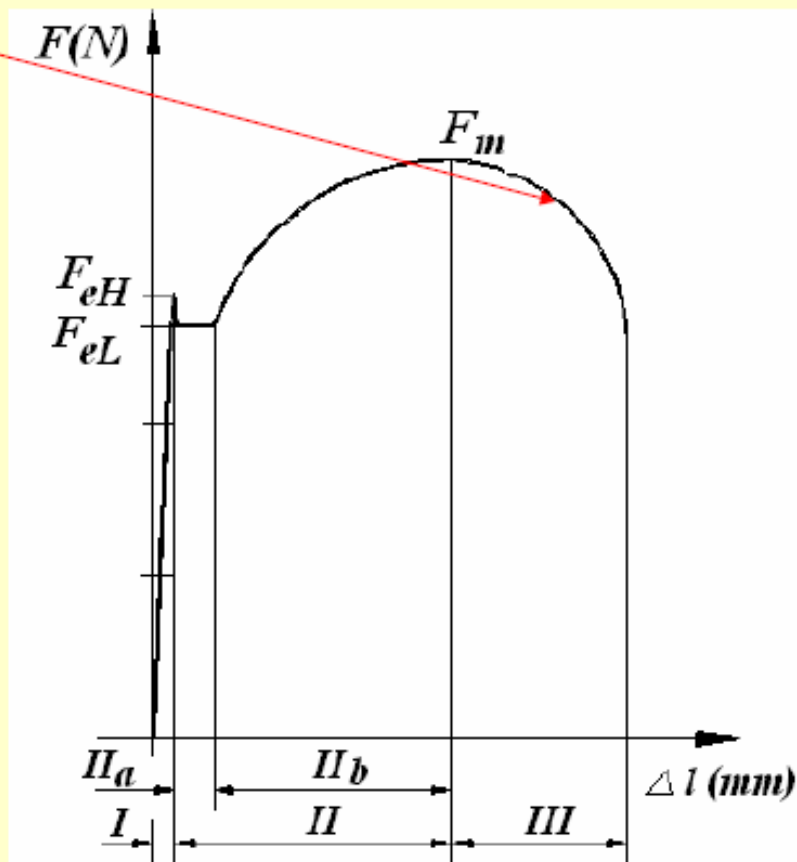
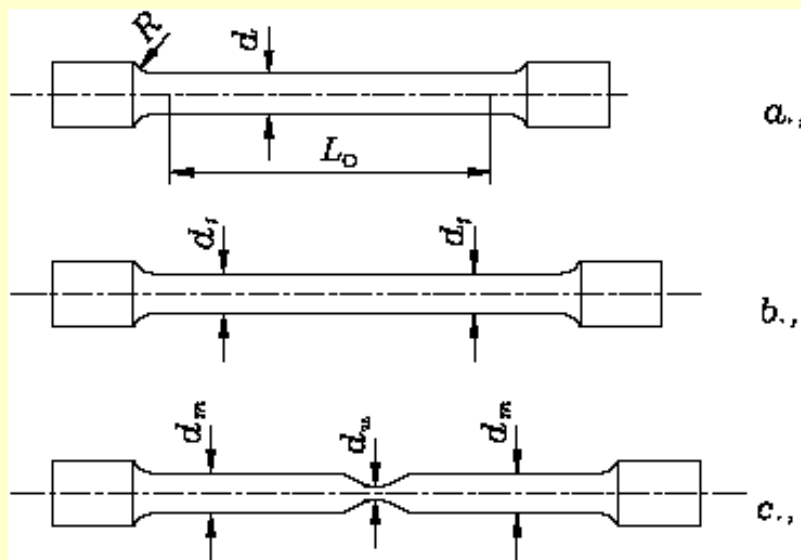
Lágyacél szakítódiagramja

- II.b. egyenletes alakváltozás szakasza.



Lágyacél szakítódiagramja

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



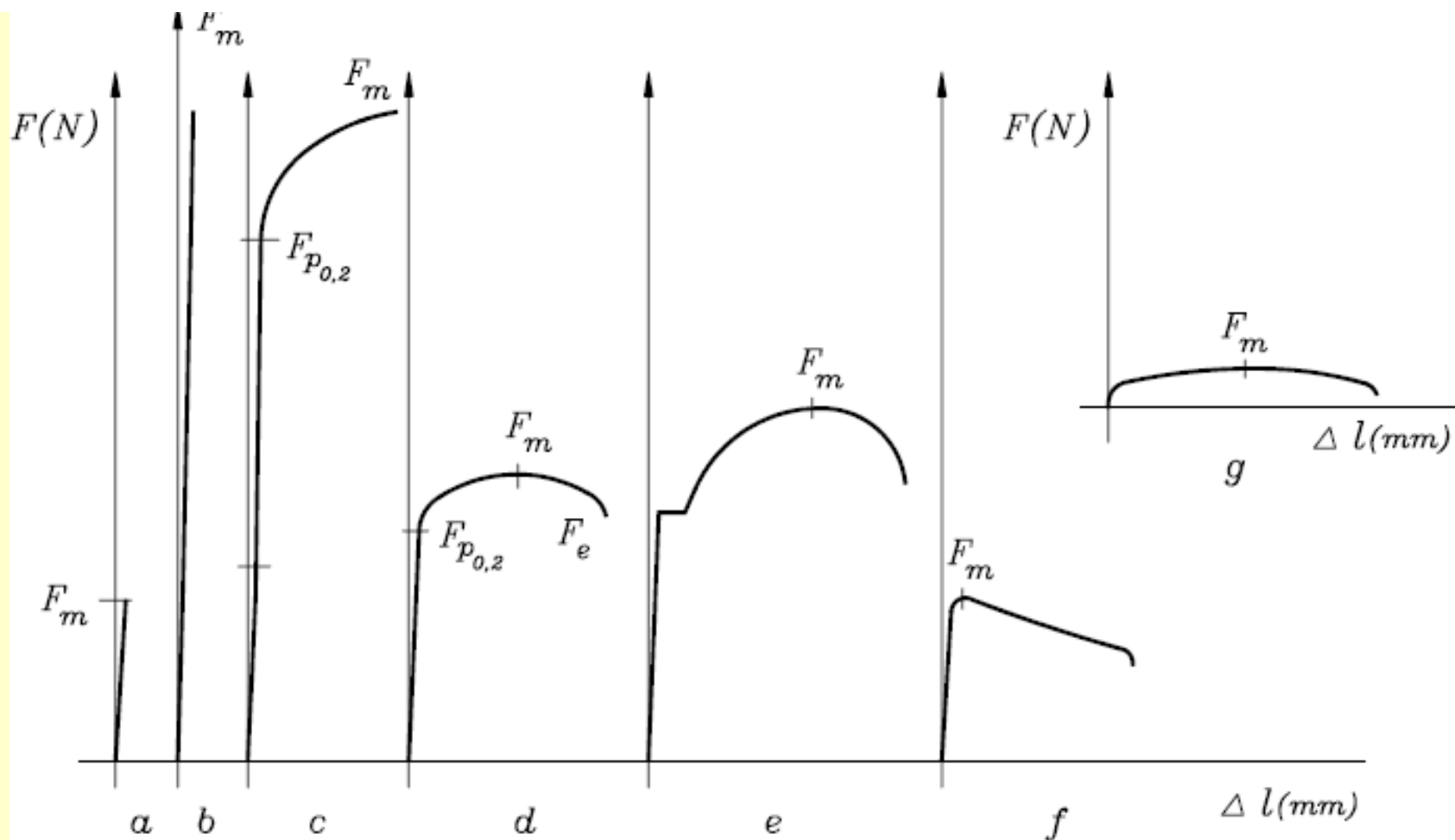


Hengeres lágyacél szakítása





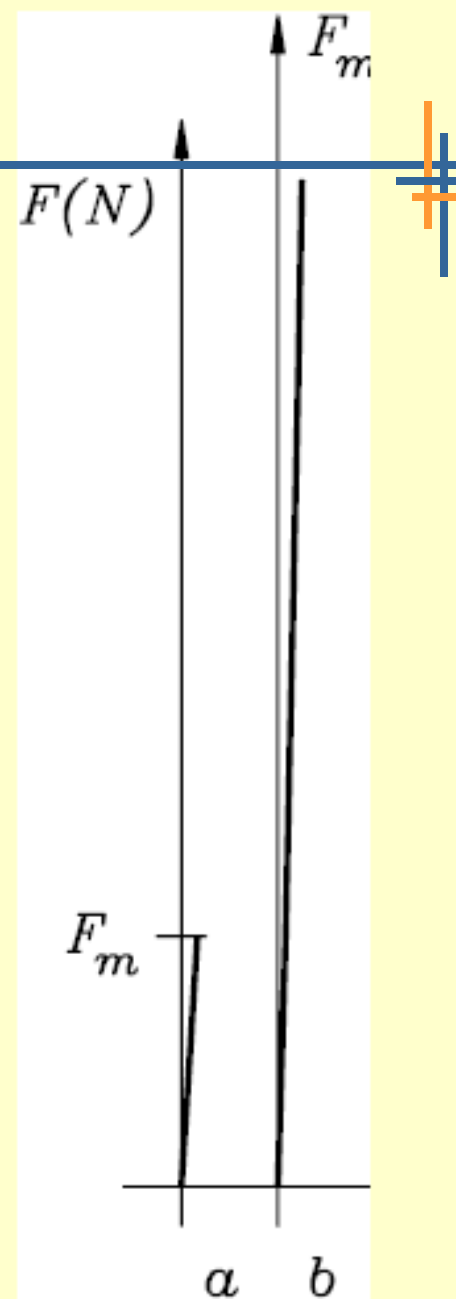
Különböző anyagok szakítódigramjai





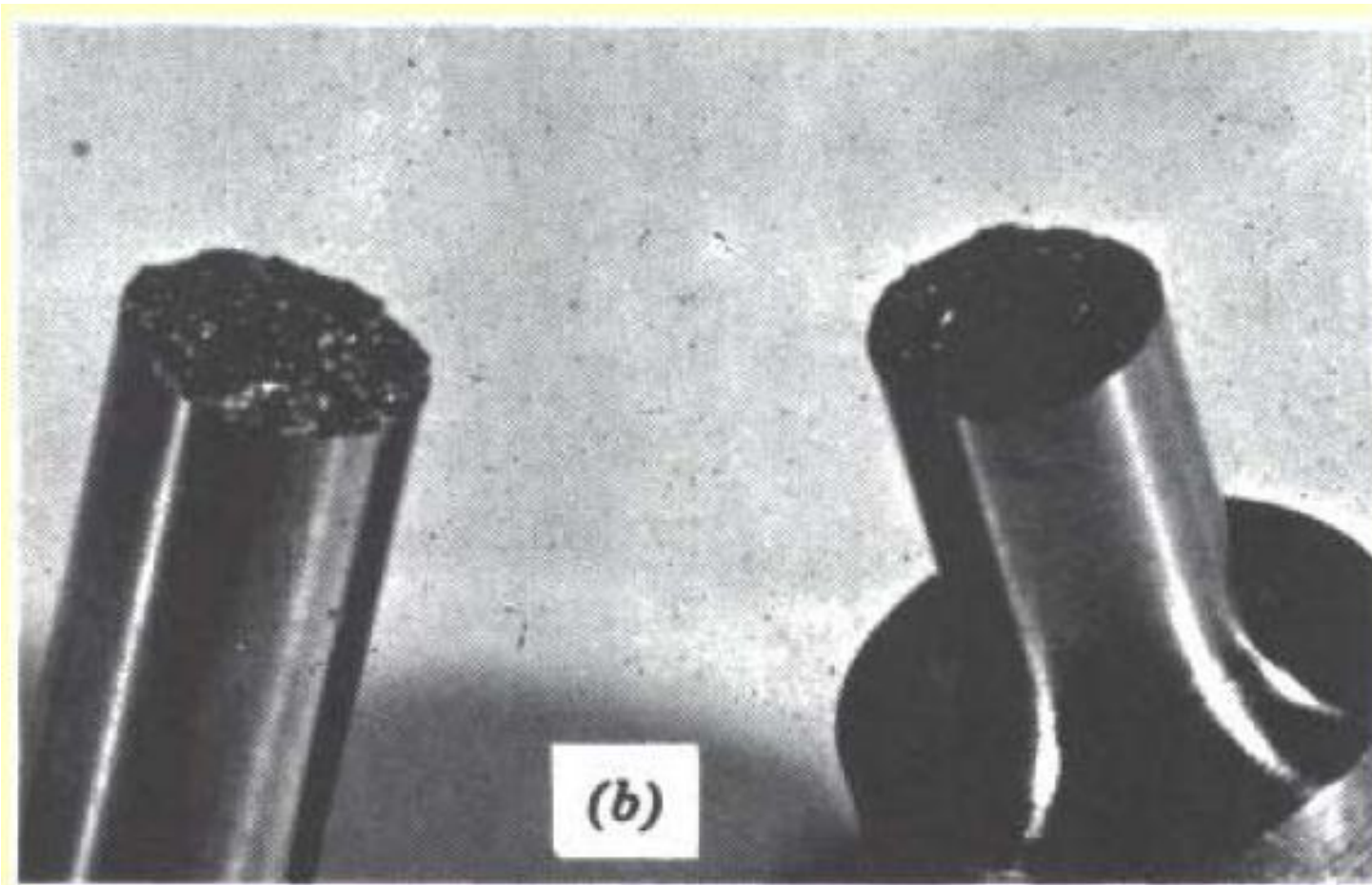
Különböző anyagok szakítódiagramjai

- 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.



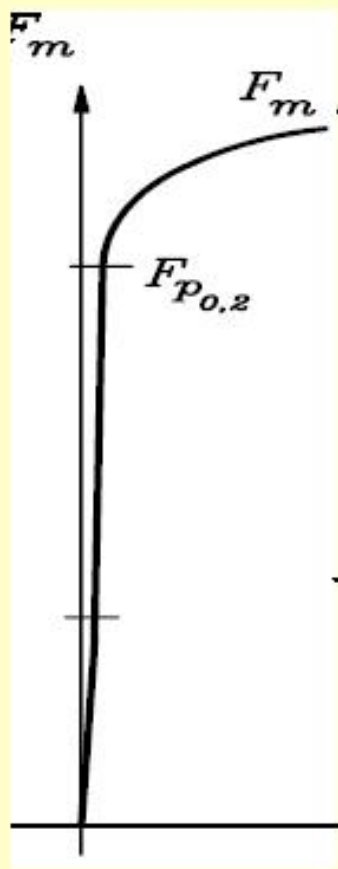


Rideg törés





Gömbgrafitos öntöttvas



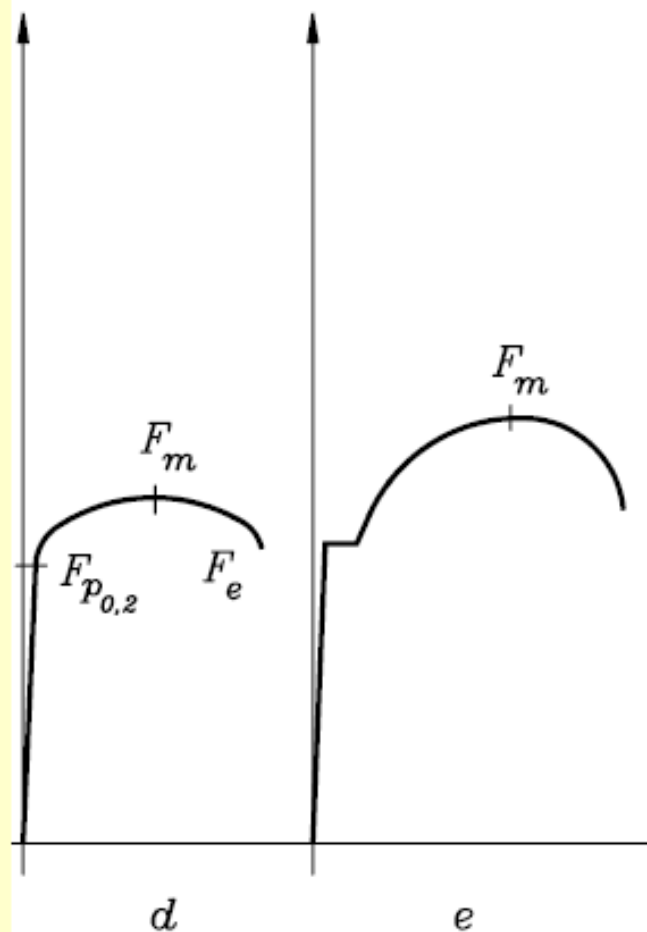


Különböző anyagok szakítási diagramjai

- Szívós anyagok

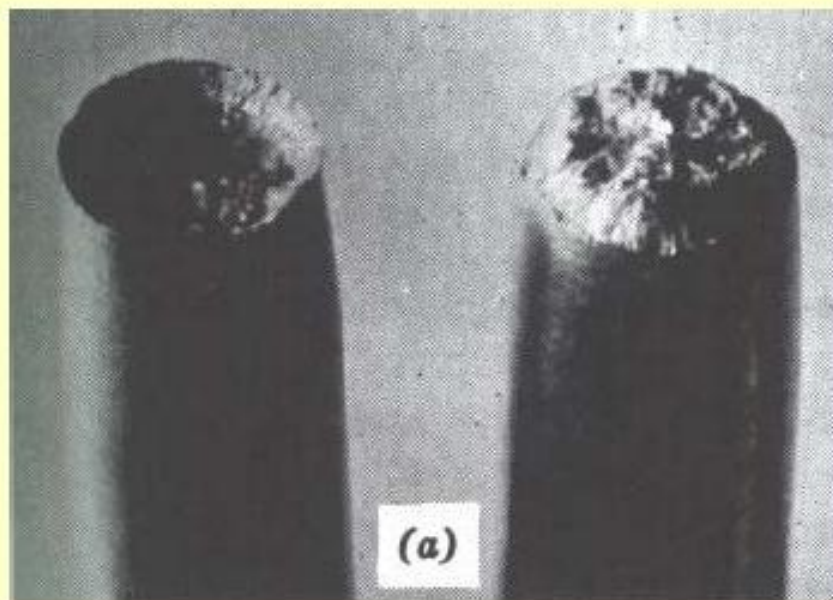
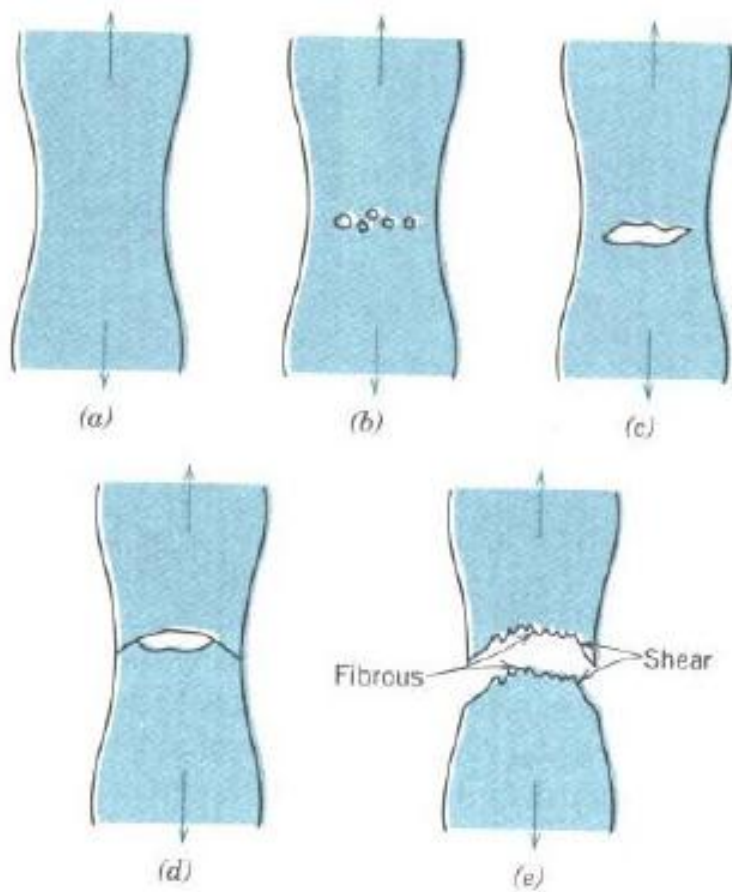
d ábrán határozott folyást nem mutató anyagok pl. réz vagy alumínium.

Az e lágyacél





A szívós anyag viselkedése a kontrakciós szakaszban



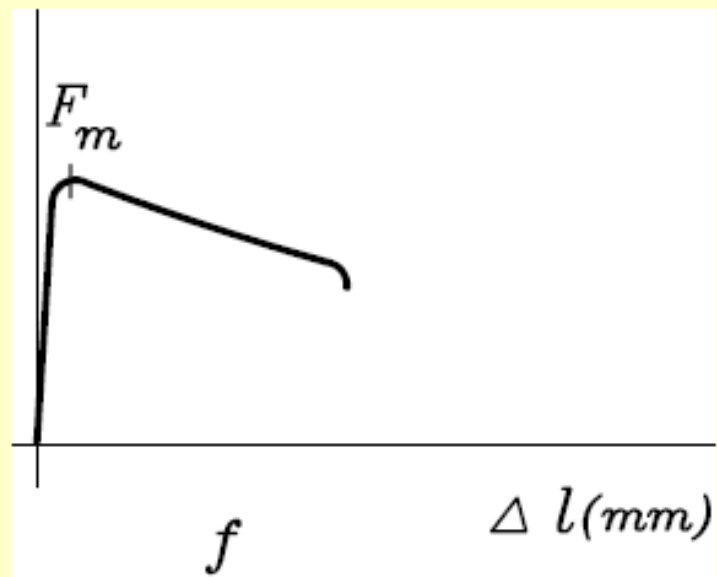


Különböző anyagok szakítódiagramjai



- Hidegen alakított fémek

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

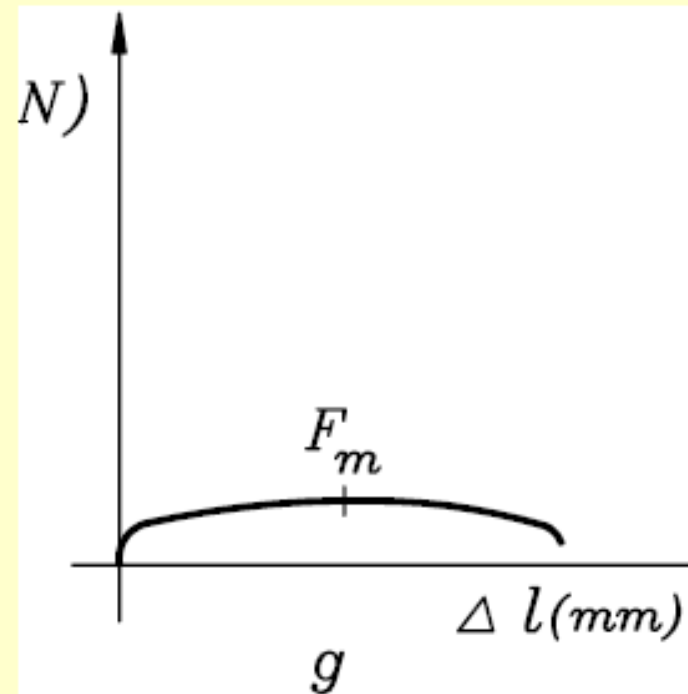




Különböző anyagok szakítódiagramjai

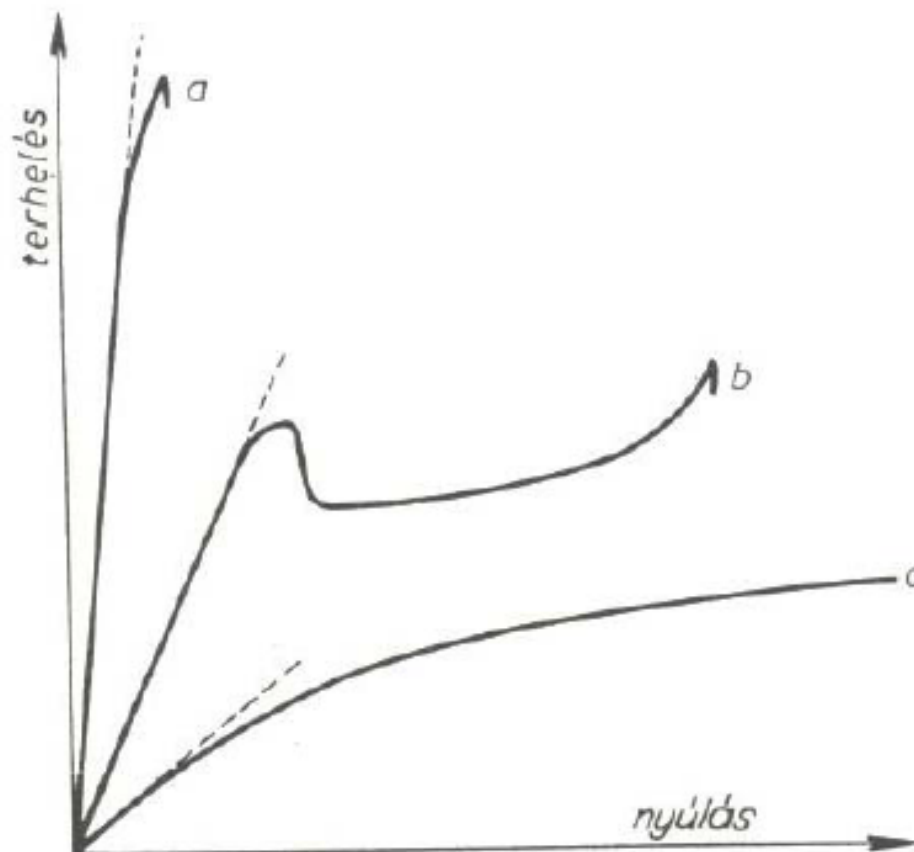
- Képlékeny fémek

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 :

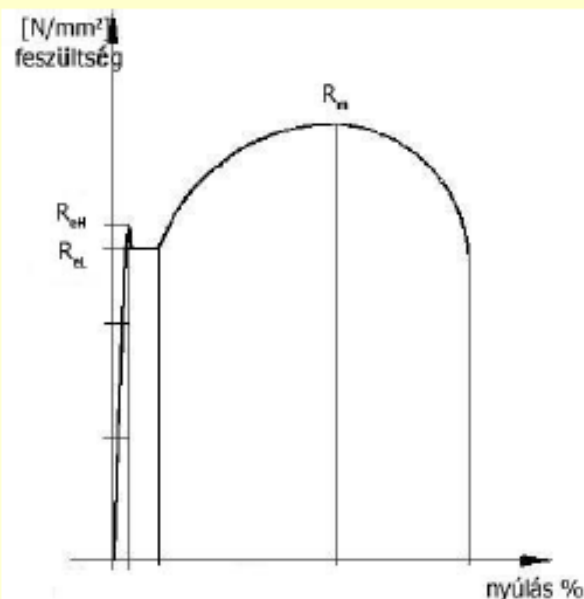
$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_o} 100 [\%]$$

F az erő

S_o az eredeti keresztmetszet

L_o a jeltávolság eredeti értéke

ΔL a megnyúlás





A szakítóvizsgálattal meghatározható anyagjellemzők

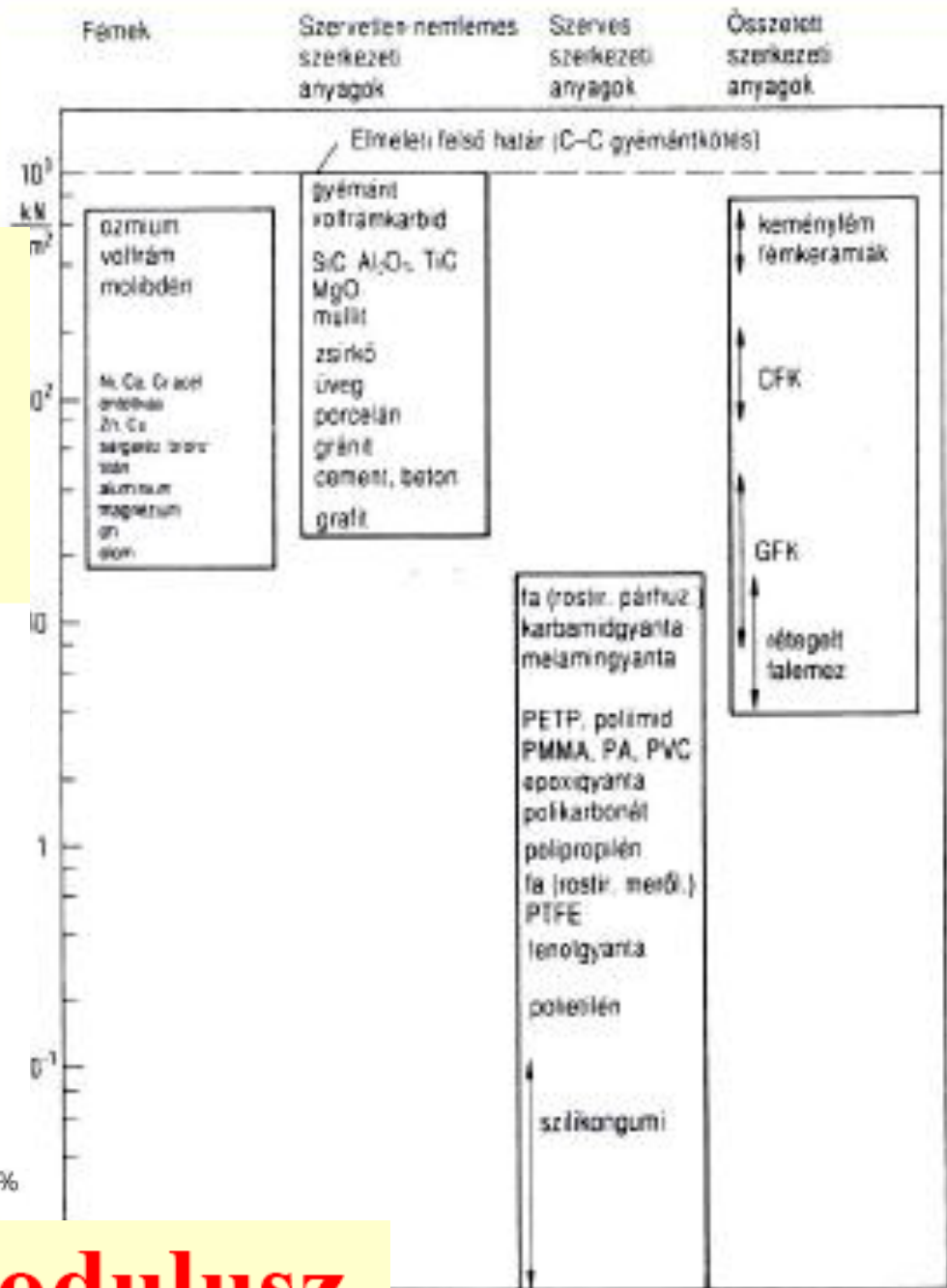
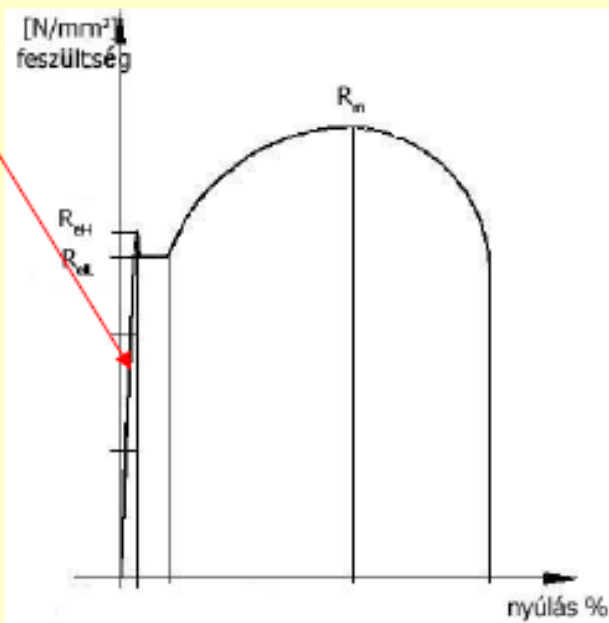
Szilárdsági anyagjellemzők:



Young modulus

- A rugalmas szakasz meredeksége

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



Rugalmassági modulus

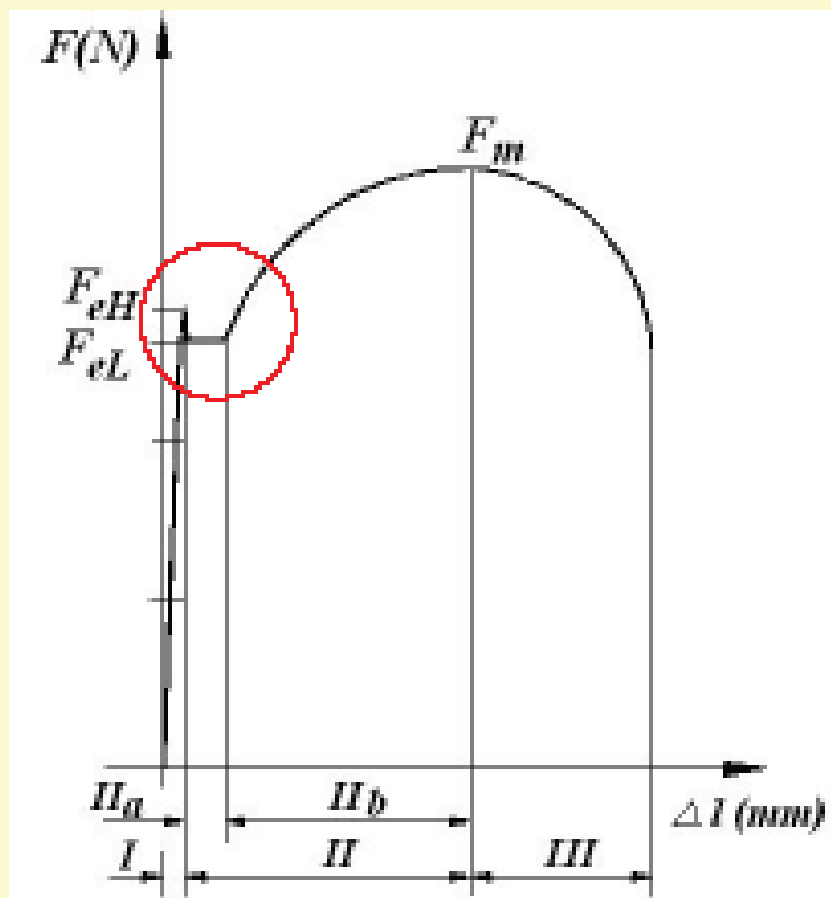


Folyáshatár

A maradó alakváltozás
kezdetét jelentő
feszültség

Mértékegysége: N/mm^2

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





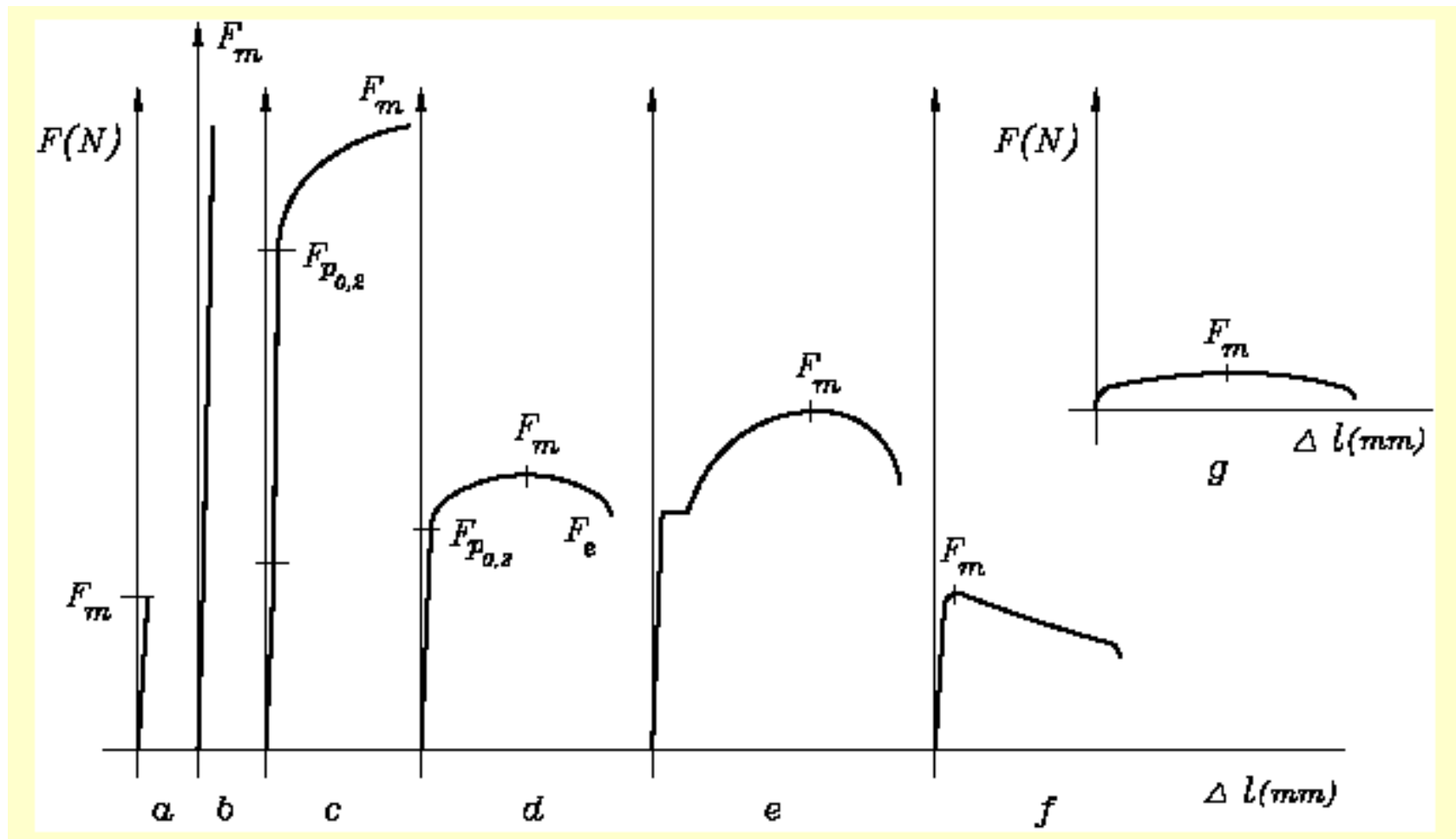
Folyáshatár



- 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?



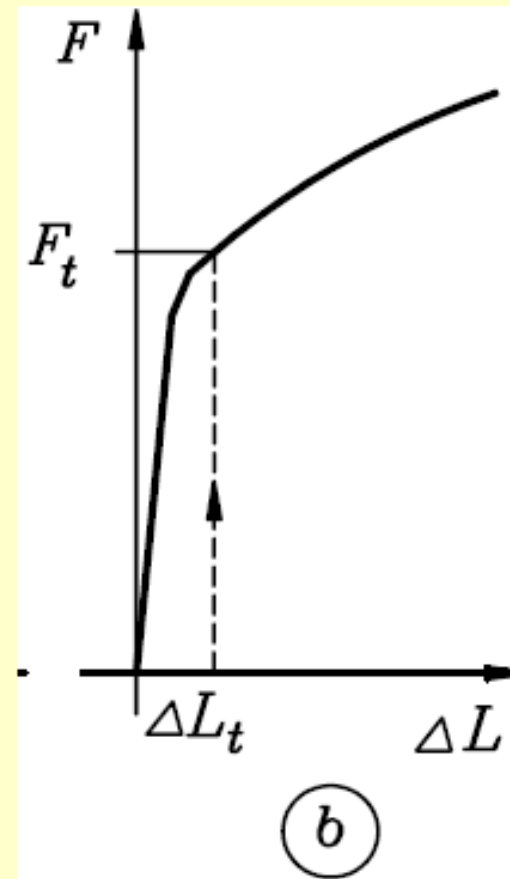
A maradó alakváltozás kezdetét jelentő feszültséget abban az esetben is meg kell tudni határozni, ha nem mutatkozik határozott folyáshatár. Ebben az esetben megállapodás szerinti értékeket határozunk meg.



Névleges folyáshatár

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

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





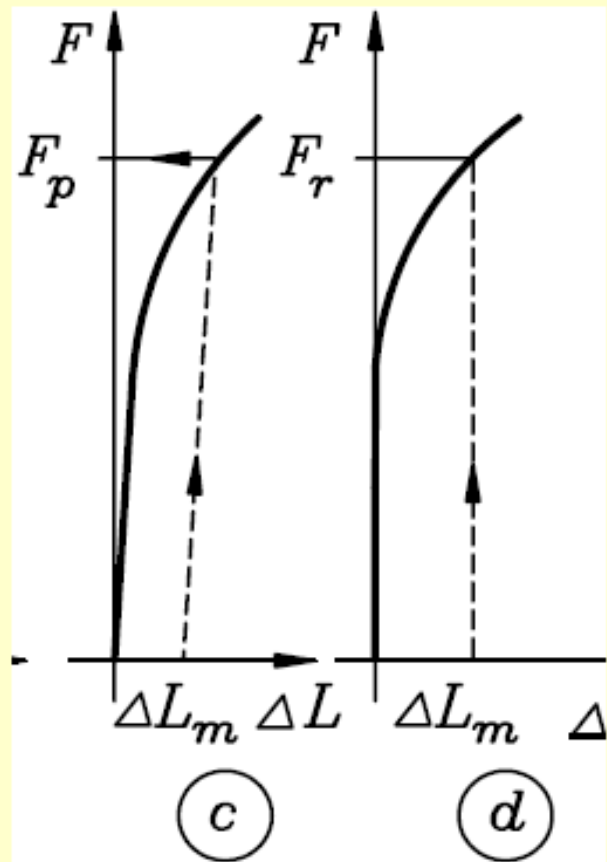
Egyezményes folyáshatár

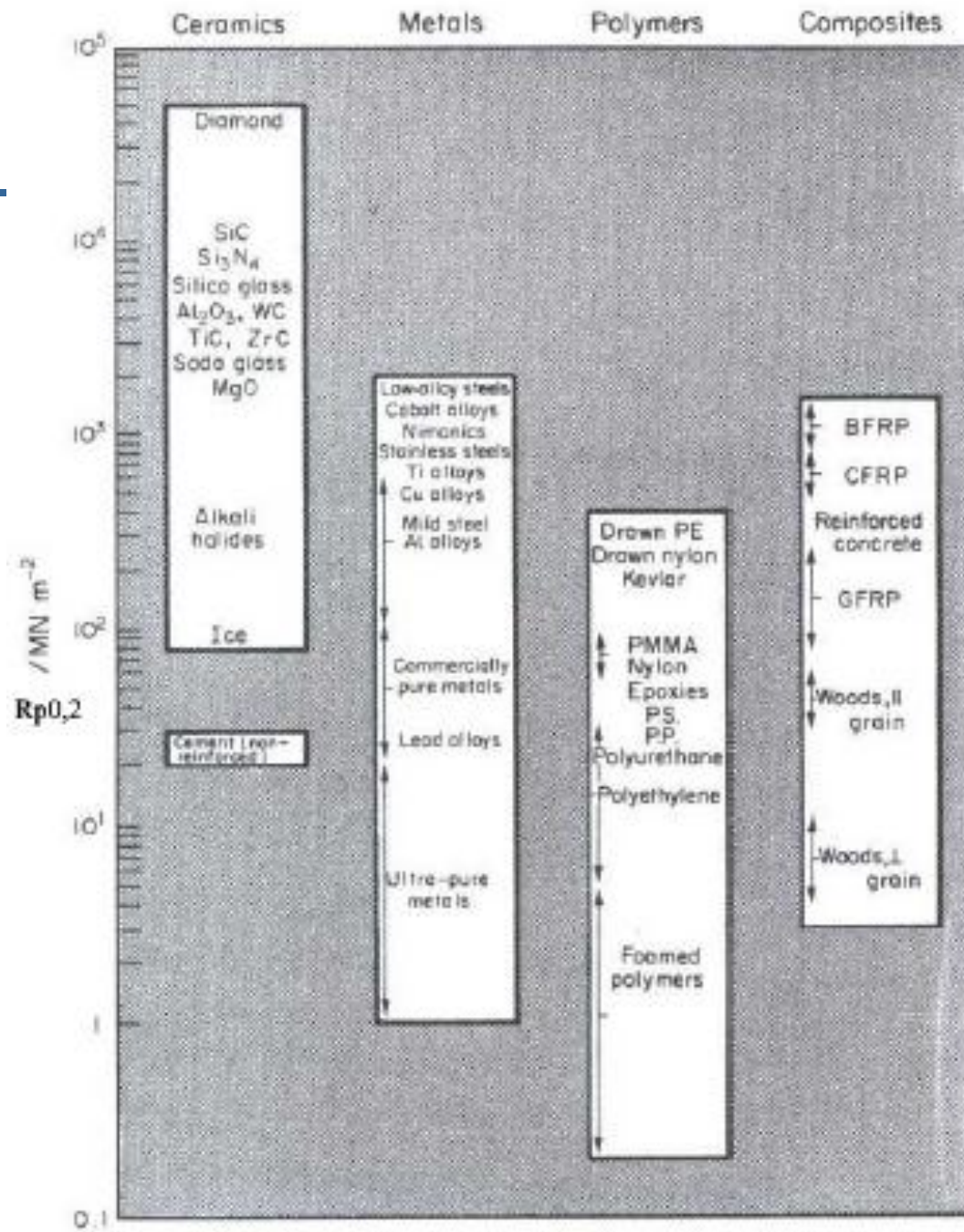
A terhelt állapotban mért egyezményes folyáshatár :

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

A terheletlen állapotban mért egyezményes folyáshatár :

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





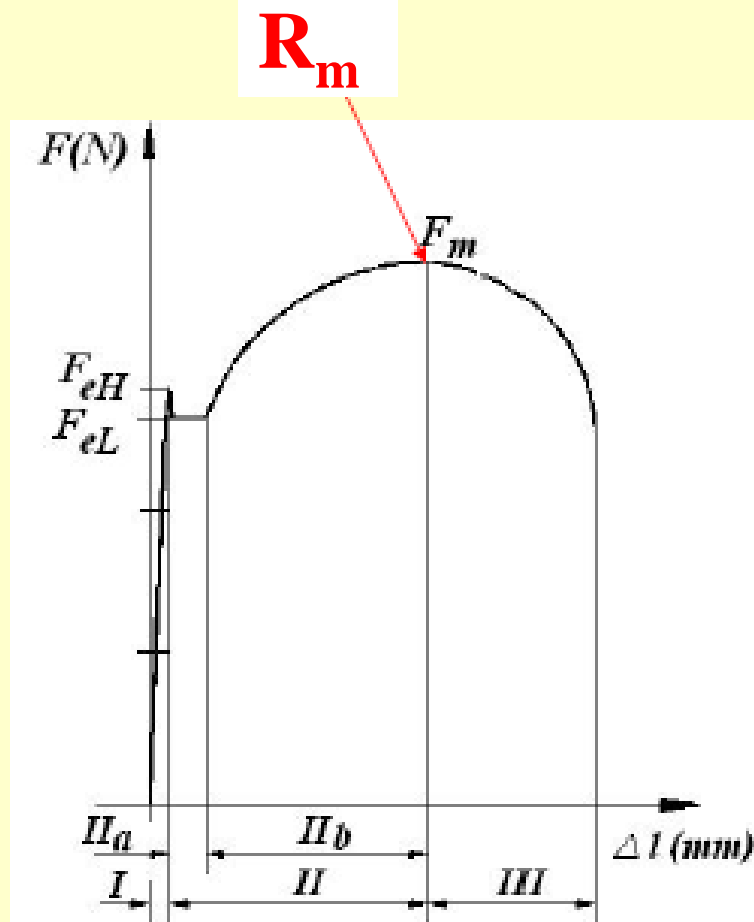


Szakítószilárdság

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

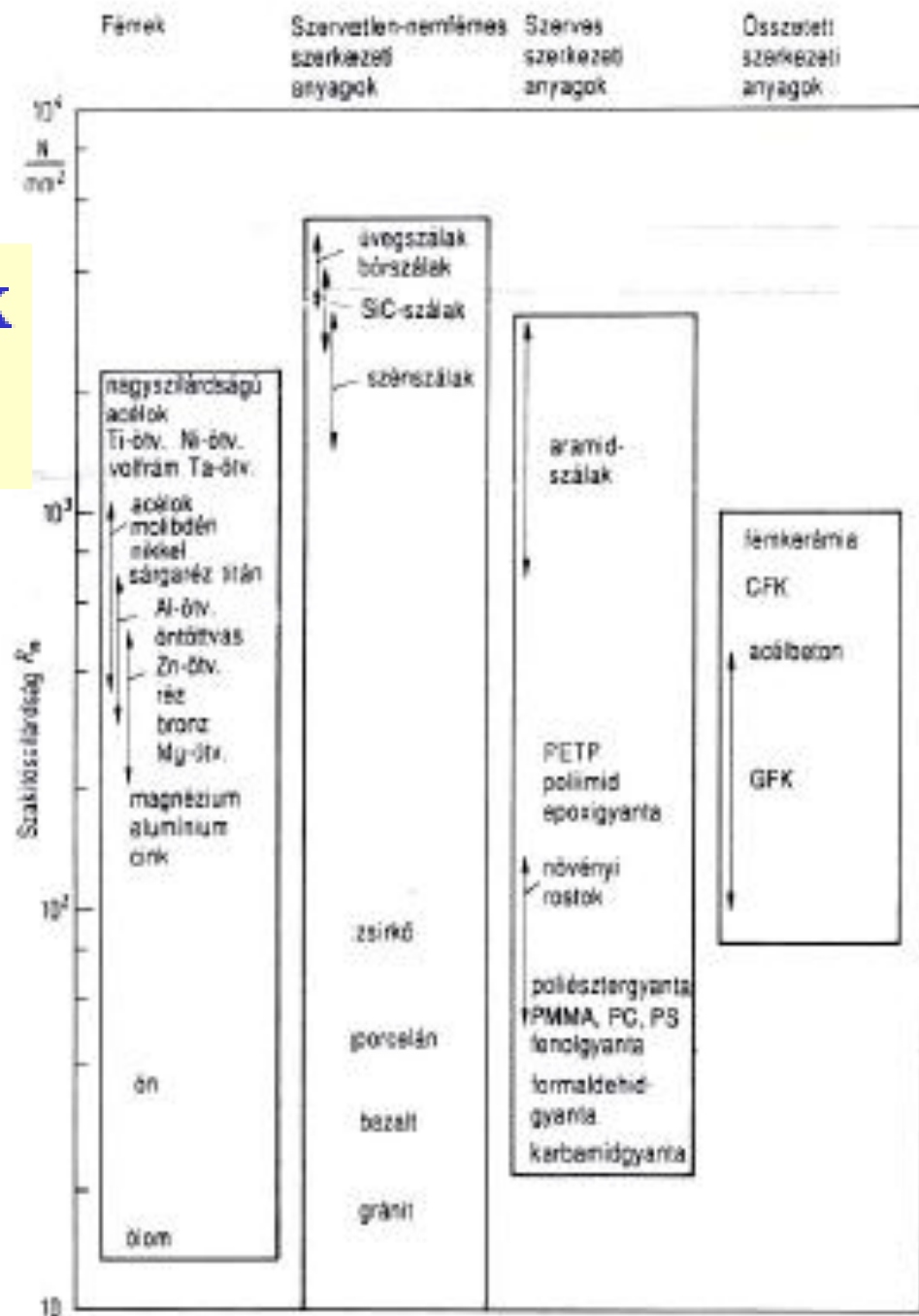
A szakítószilárdság a vizsgálat során mért legnagyobb terhelő erő és az eredeti keresztmetszet hányadosa:

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

