

Kompozitok

Wiener Csilla

wiener.csilla@gpk.bme.hu

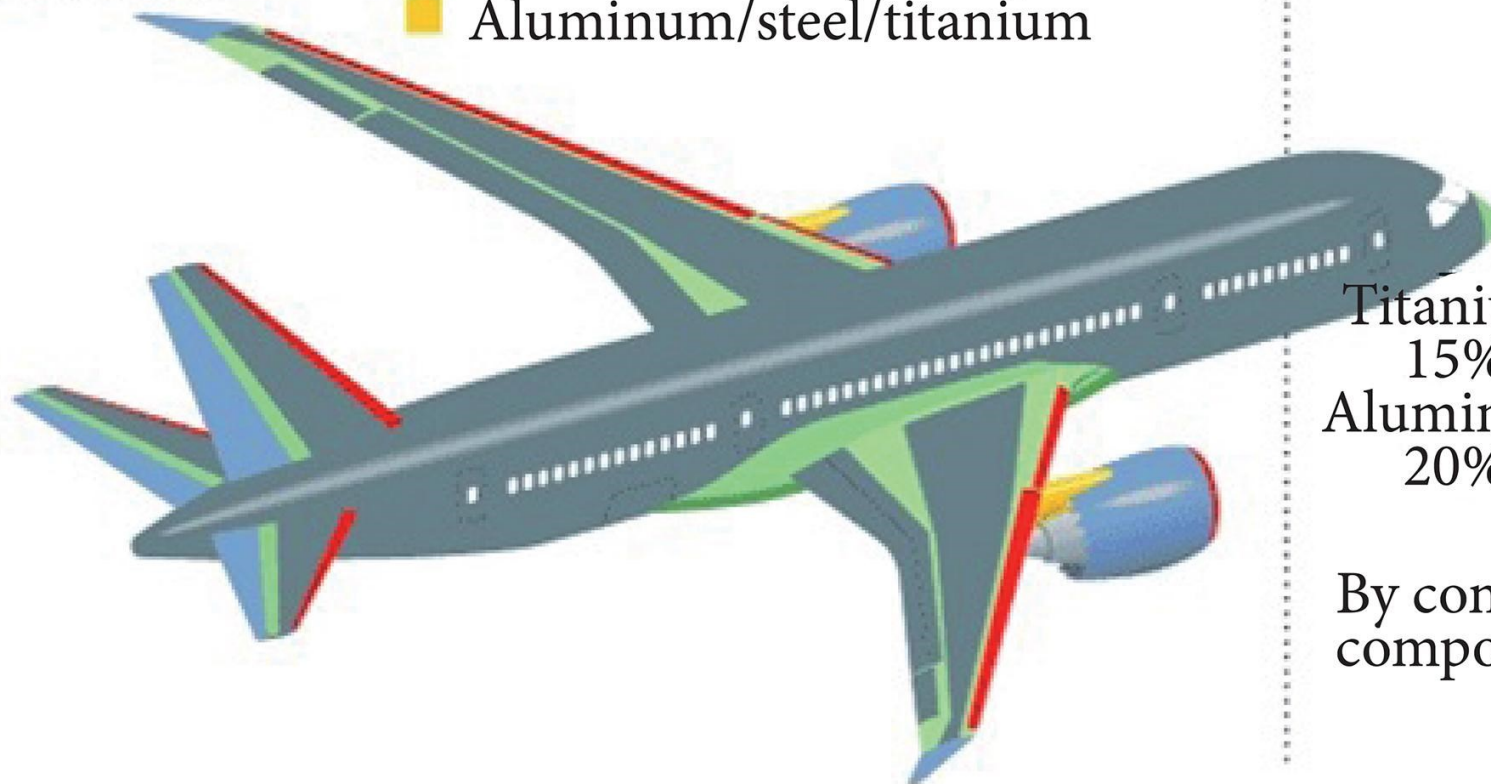
Anyagtudomány

BMEGEMTNG11

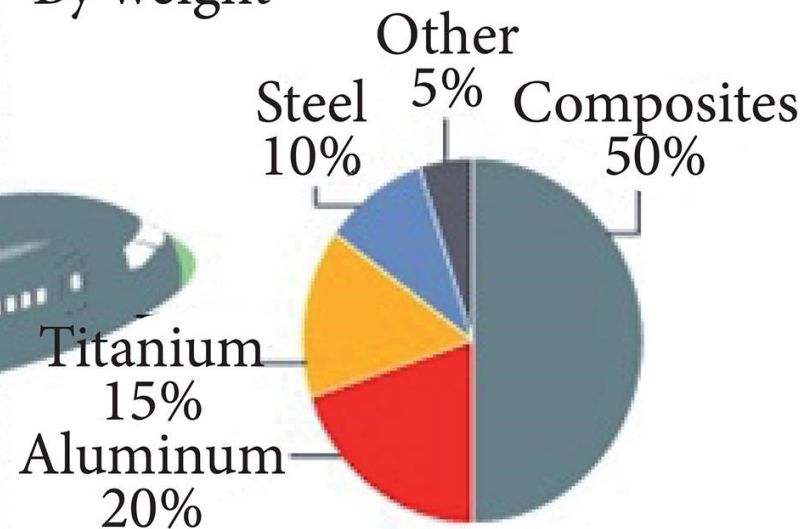
2025.02.26.

Materials used in 787 body

- Fiberglass
- Aluminum
- Carbon laminate composite
- Carbon sandwich composite
- Aluminum/steel/titanium



Total materials used By weight



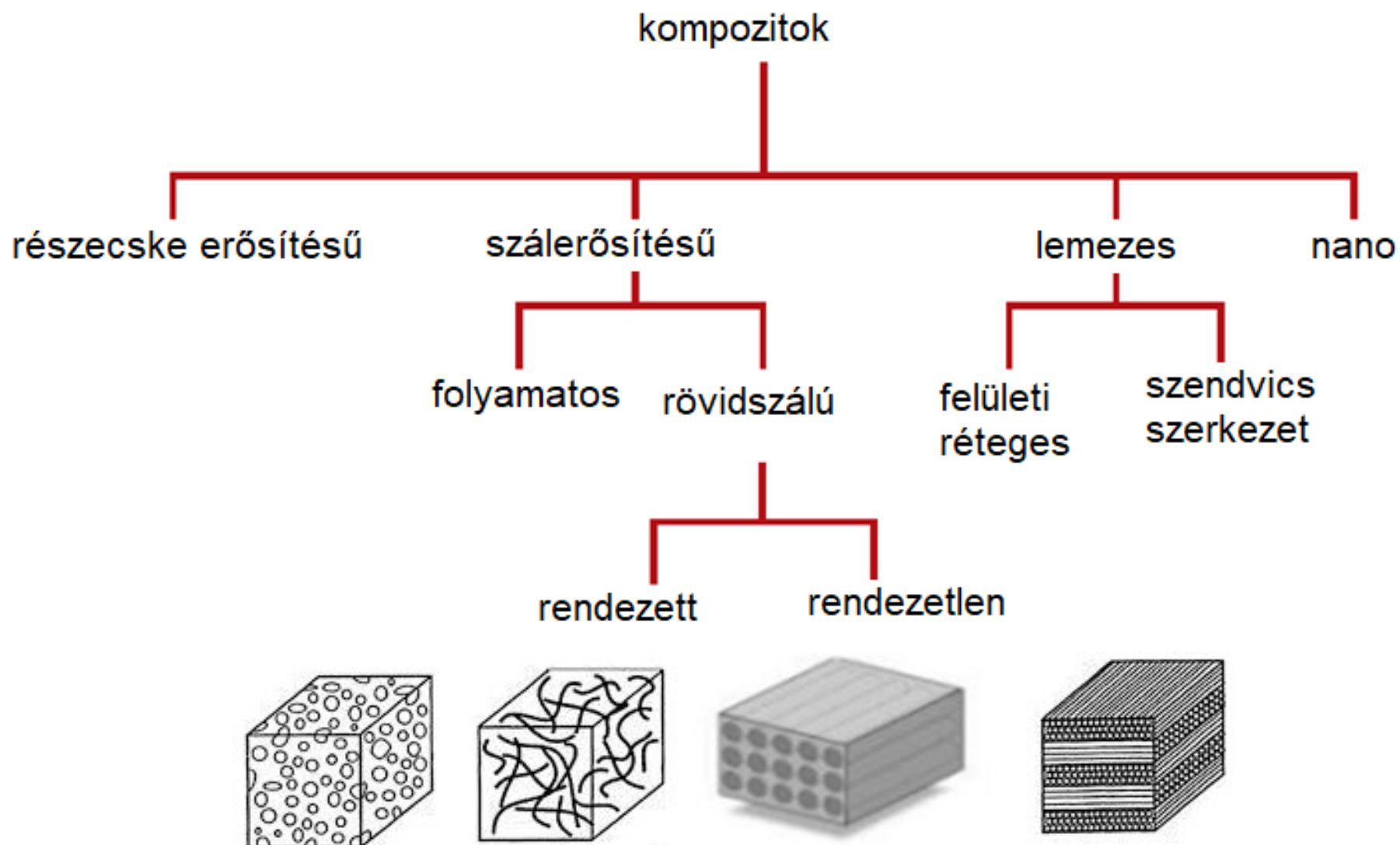
By comparison, the 777 uses 12 percent composites and 20 percent aluminum

- Két vagy több anyag társításával létrejött anyagok; olyan tulajdonság-kombinációk valósíthatók meg, amelyek az alkotókkal külön-külön nem valósítható meg
 - Mátrixanyag (befoglaló anyag)
 - Erősítőanyag
 - Határréteg

CÉL:

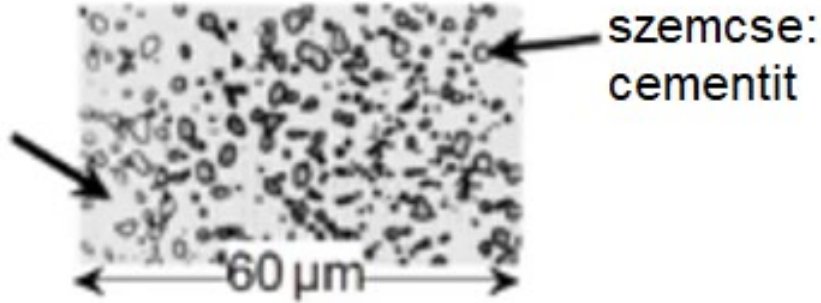
Szilárdság növelése
Törési szívósság javítása
Keménység növelése
Tömeg csökkentése
Kopásállóság javítása

Vezetési tulajdonságok módosítása
Mágneses tulajdonságok módosítása
Ár csökkentése
Hőtágulás módosítása
Korrózióállóság javítása

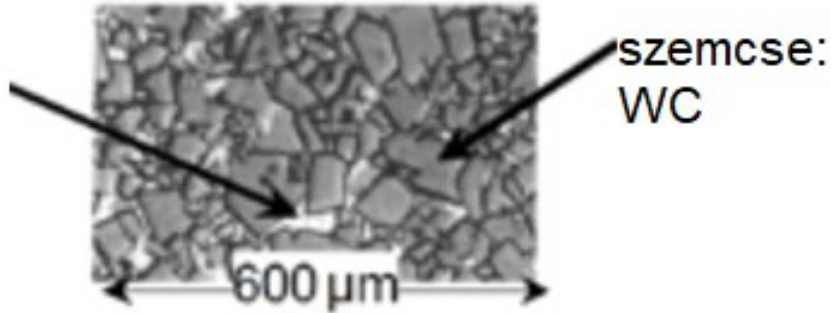




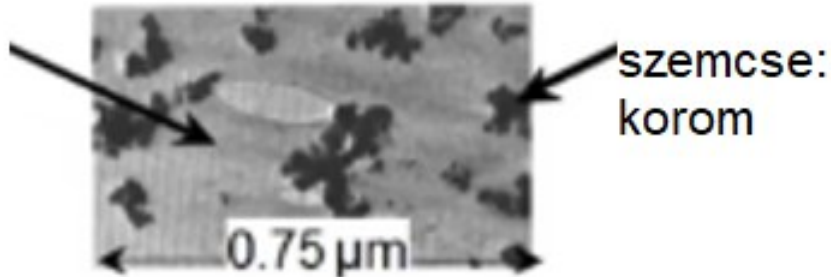
mátrix:
ferrit



mátrix:
Co

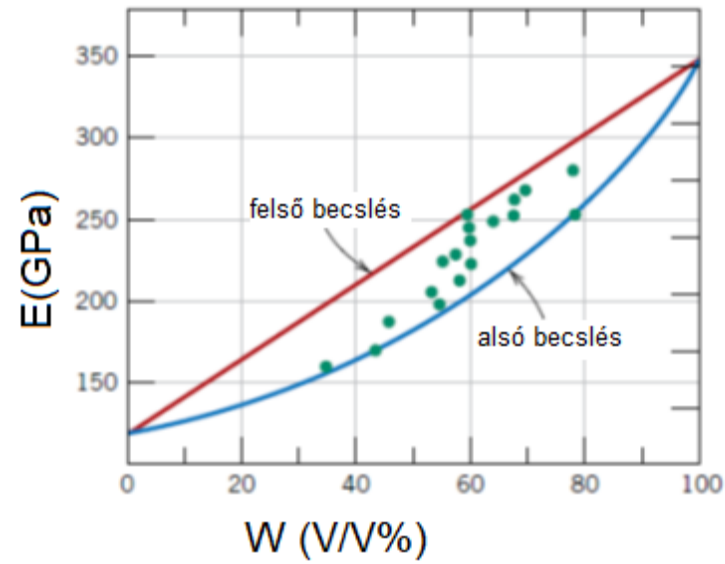


mátrix:
gumi

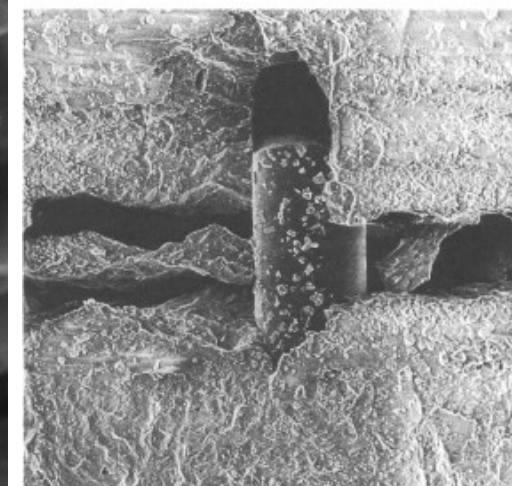
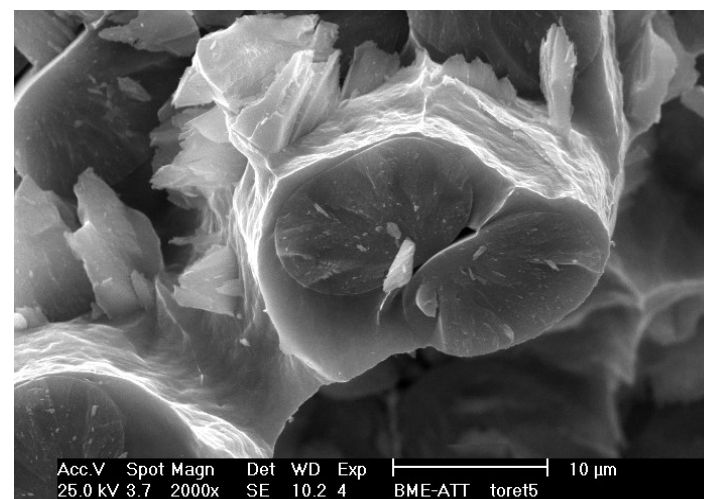
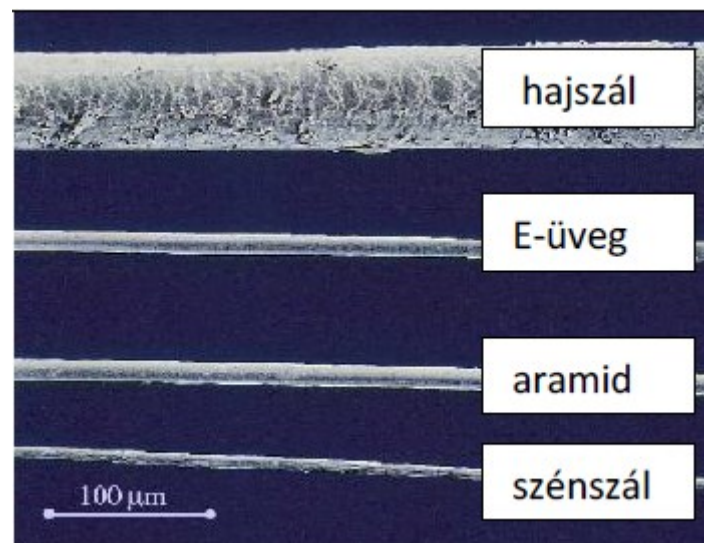
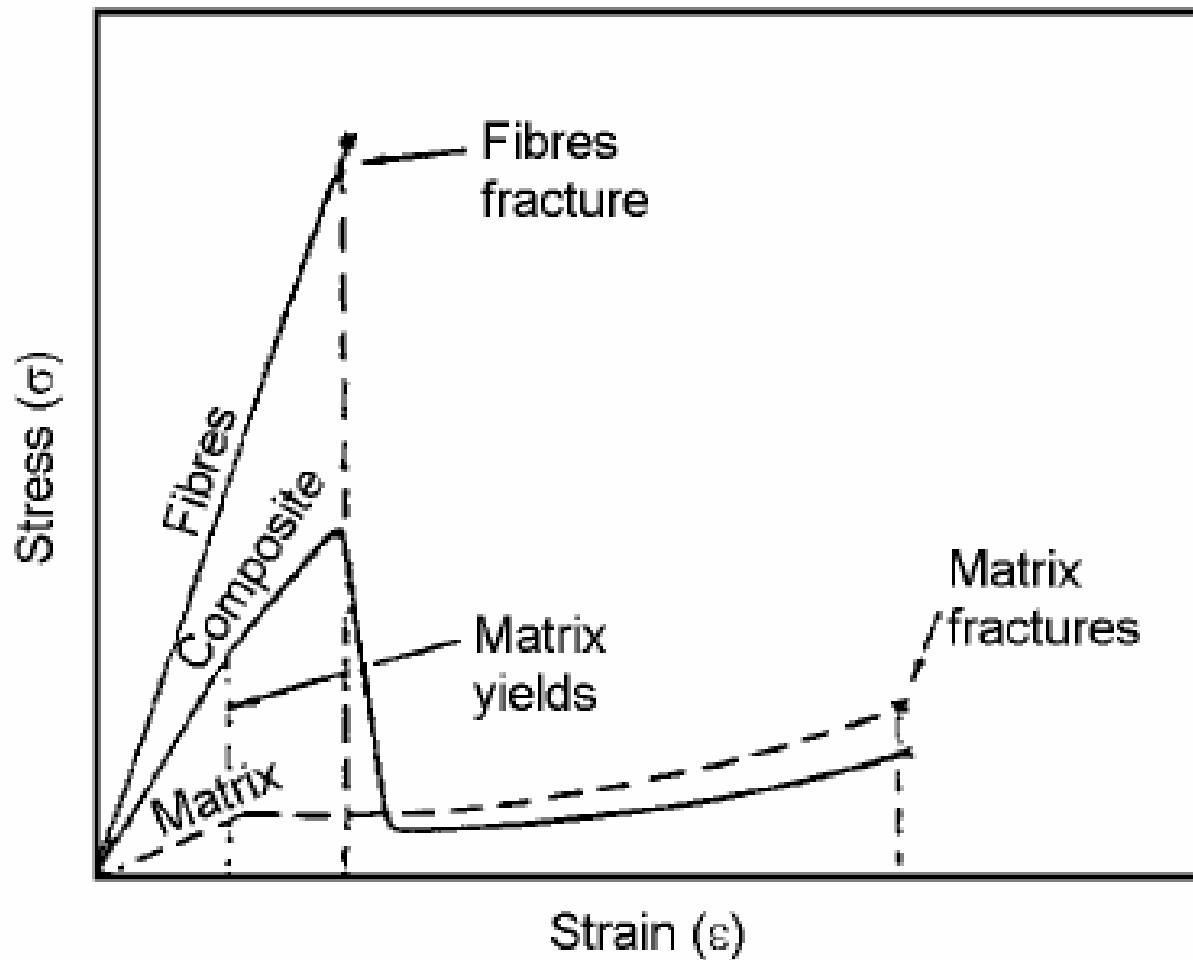


$$E_c^{felső} = V_p E_p + V_m E_m$$

$$\frac{1}{E_c^{alsó}} = V_p \frac{1}{E_p} + V_m \frac{1}{E_m}$$



Cu-W

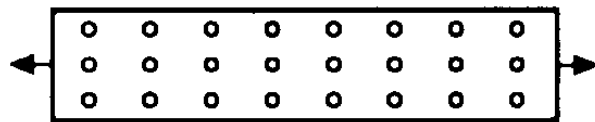


- folyamatos

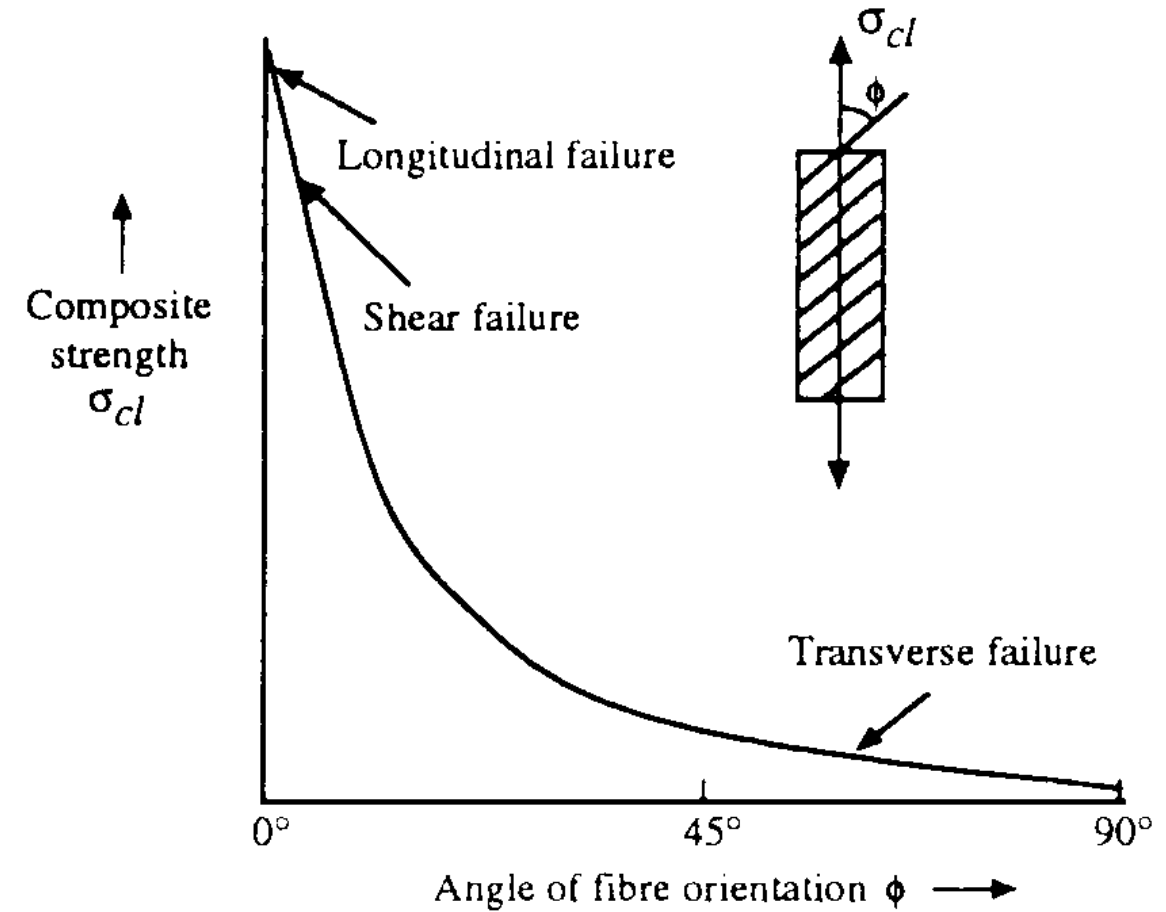


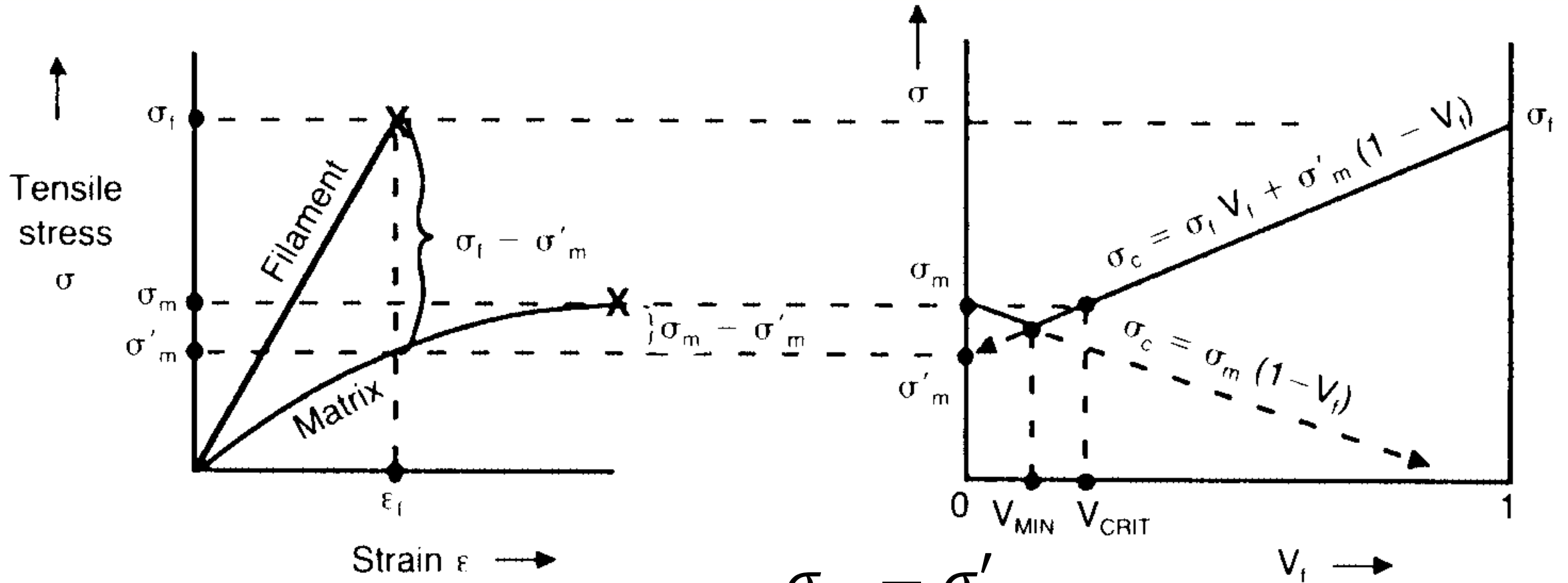
$$\sigma_{cl} = \sigma_{fl} V_f + \sigma_m V_m$$

$$E_{cl} = E_{fl} V_f + E_m V_m$$

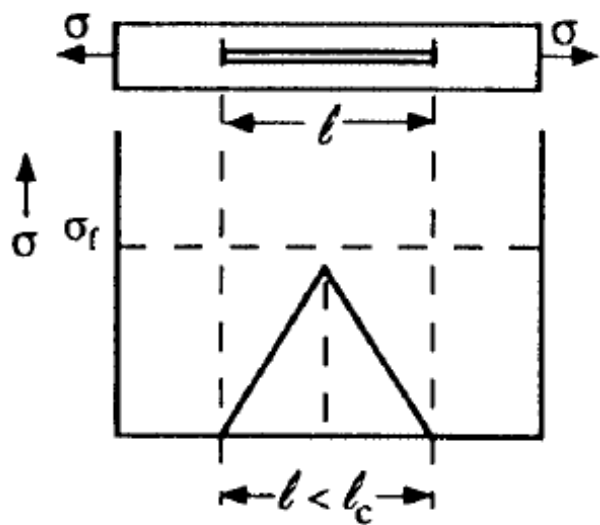


$$(1/E_{ct}) = (V_f/E_{ft}) + (V_m/E_m)$$

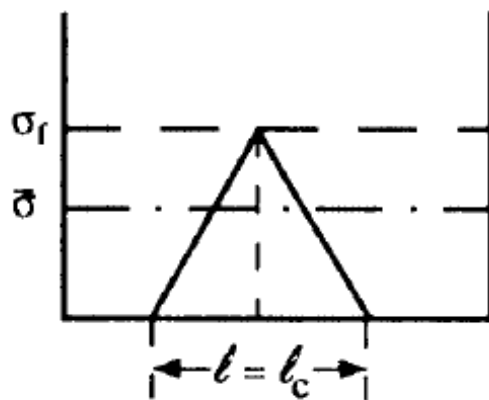




$$V_{krit} = \frac{\sigma_m - \sigma'_m}{\sigma_f - \sigma'_m}$$

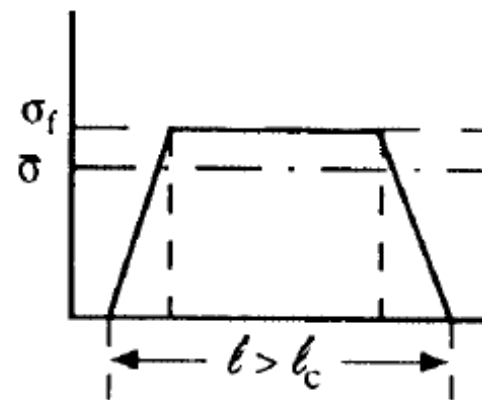


$$\bar{\sigma} = \sigma/2$$



$$\bar{\sigma} = \frac{\sigma_f (l_c/2)}{l_c}$$

$$= \sigma_f/2$$

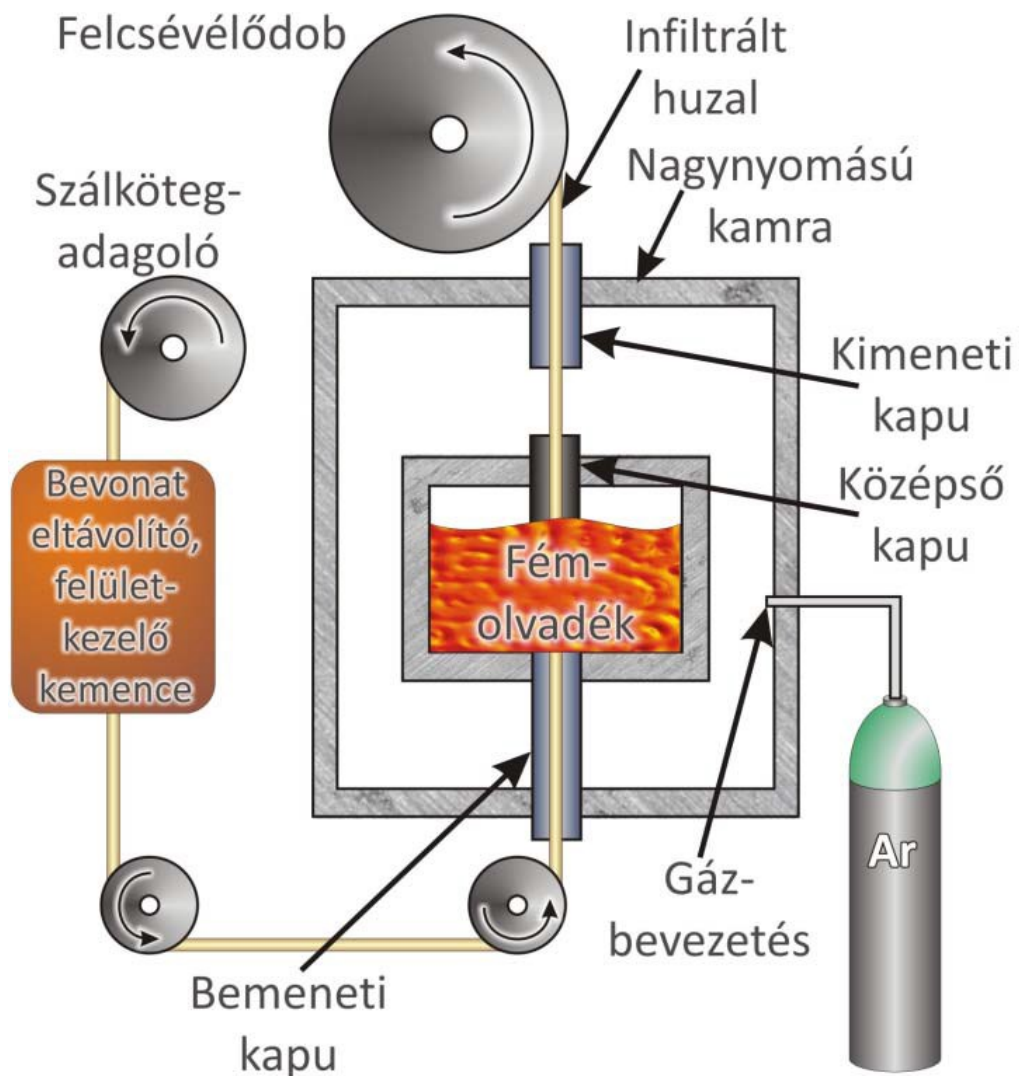


$$\bar{\sigma} = \frac{\sigma_f l - \sigma_f (l_c/2)}{l}$$

$$= \sigma_f \left(1 - \frac{l_c}{2l}\right)$$

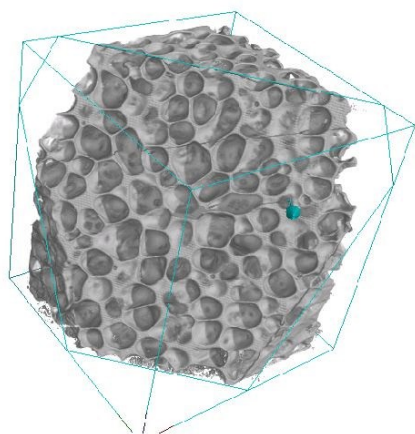
$$l_c/d \geq \sigma_f/2\tau$$

alaki tényező
kritikus szálhossz





- repülőgépipar, űripar, haditechnika: tömegcsökkentés, szilárdságnövelés + „extra”
- autógyártás: tömegcsökkenés – Al mátrixú; kopás, fáradási tul. javítása
- sporteszközök
- építőipar
- szerszámanyagok
- elektrotechnika
- energetikai ipar: magas T



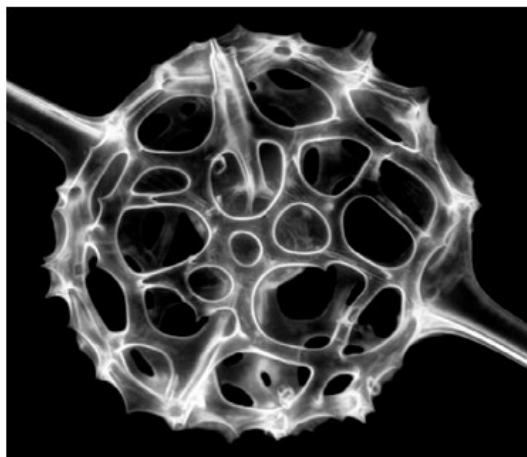
3D View

Fémhabok

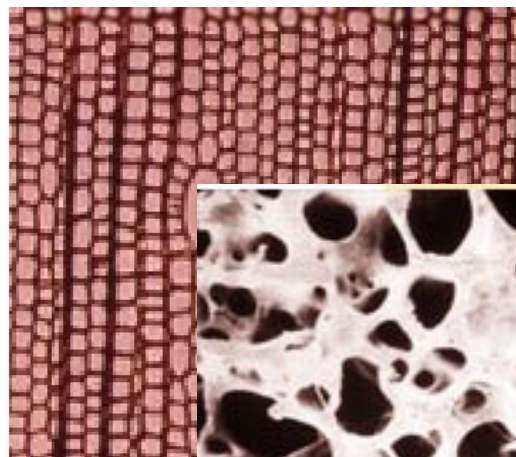




Venus flower basket (Neon)



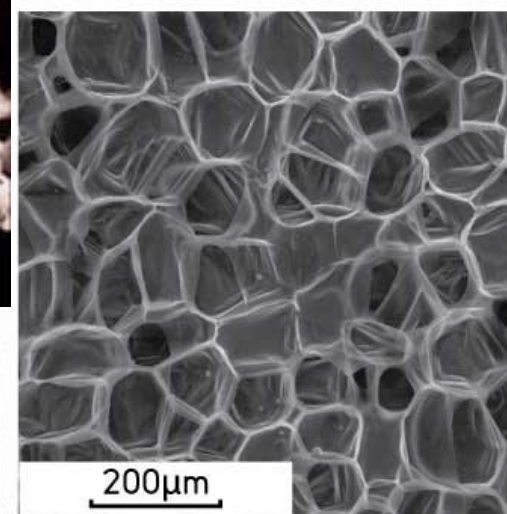
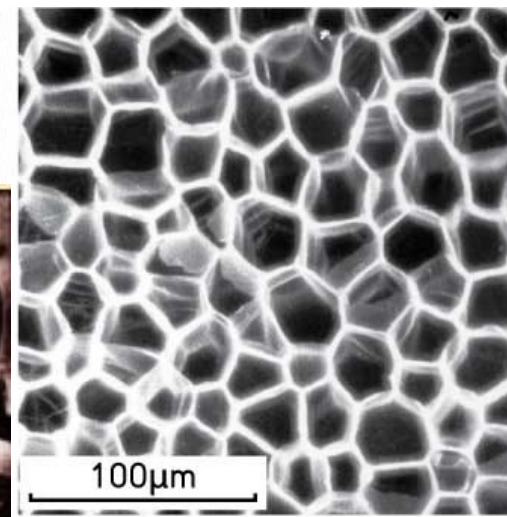
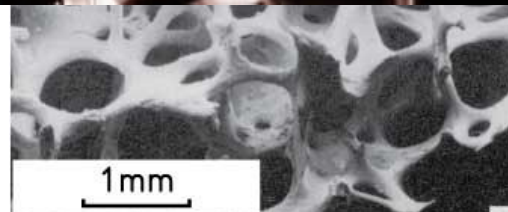
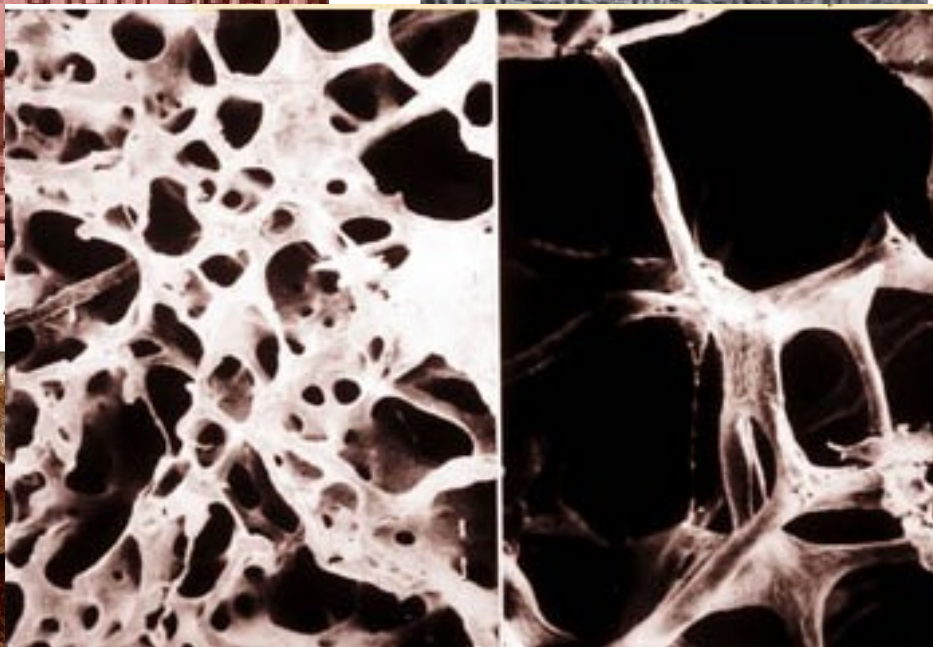
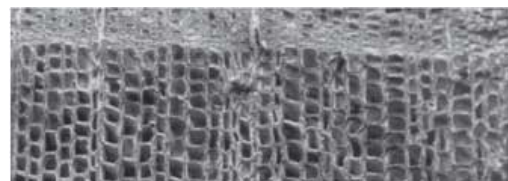
Radiolarian (Picturepest)



Douglas fir

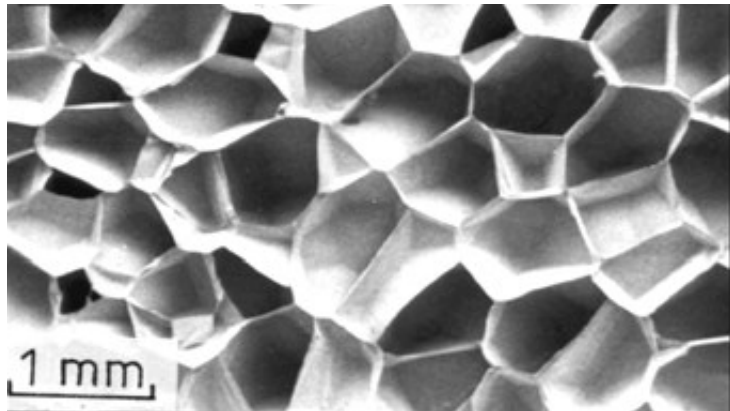


Wasp nest

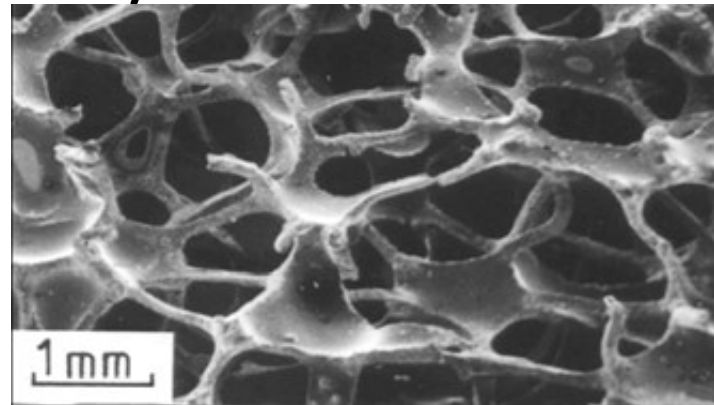


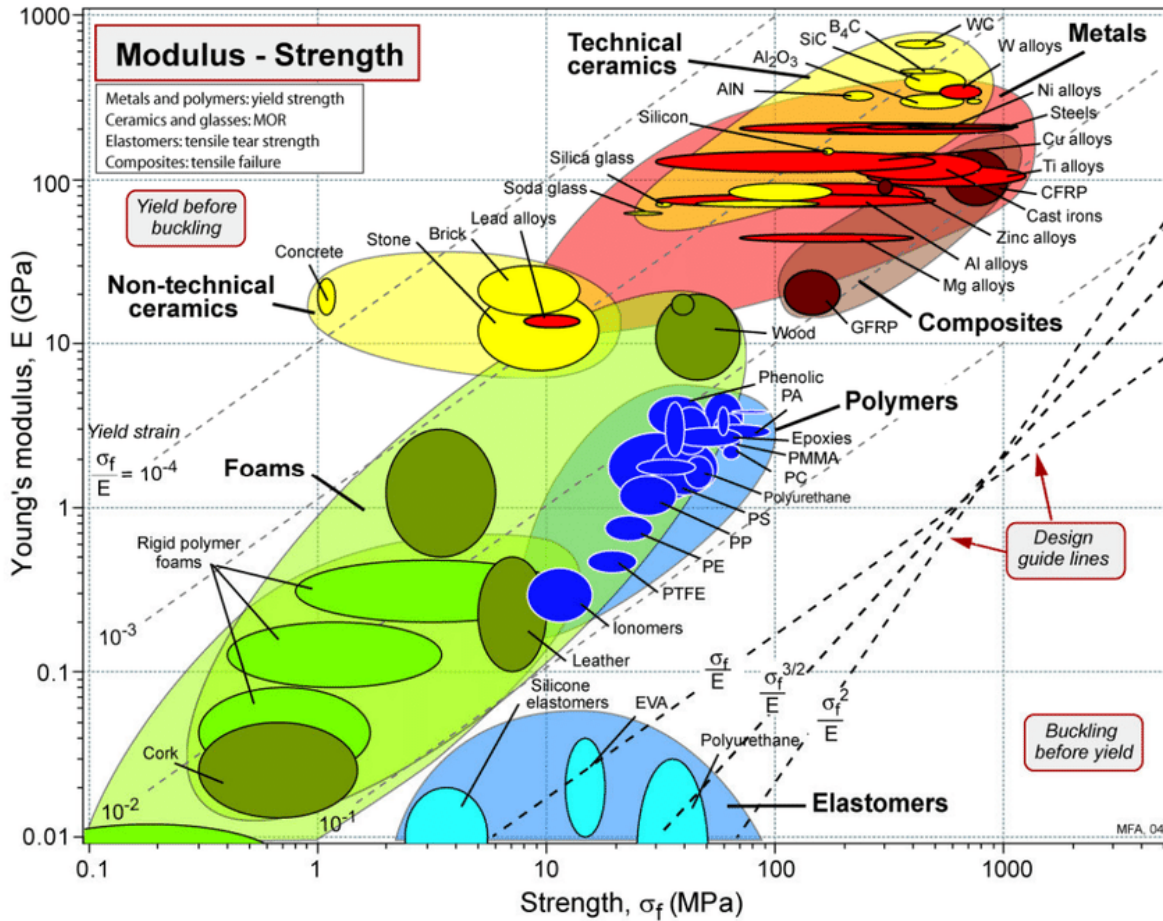
- **hab**: tömör rudak és/vagy tömör lemezek háromdimenziós összefüggő hálózata
- **cellafal, cellaél**
- **relatív sűrűség** (ρ_{rel}): a hab sűrűségének és a hab tömör vázát alkotó anyag sűrűségének a hányadosa
- **porozitás**

- zárt cellás habok



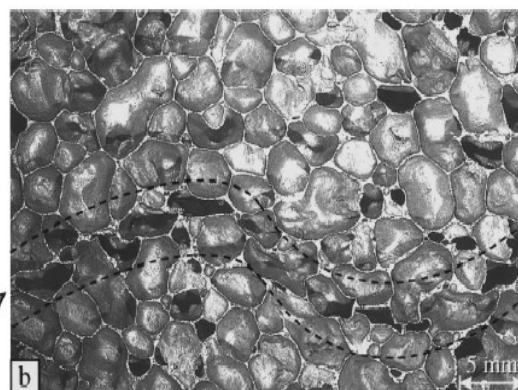
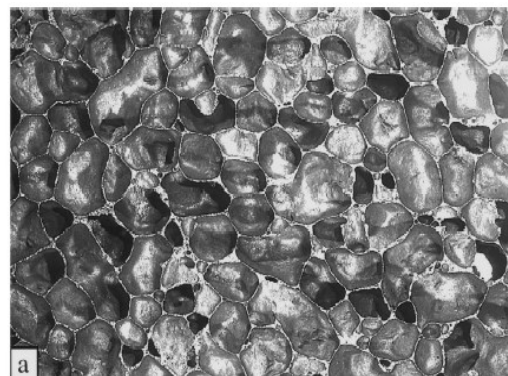
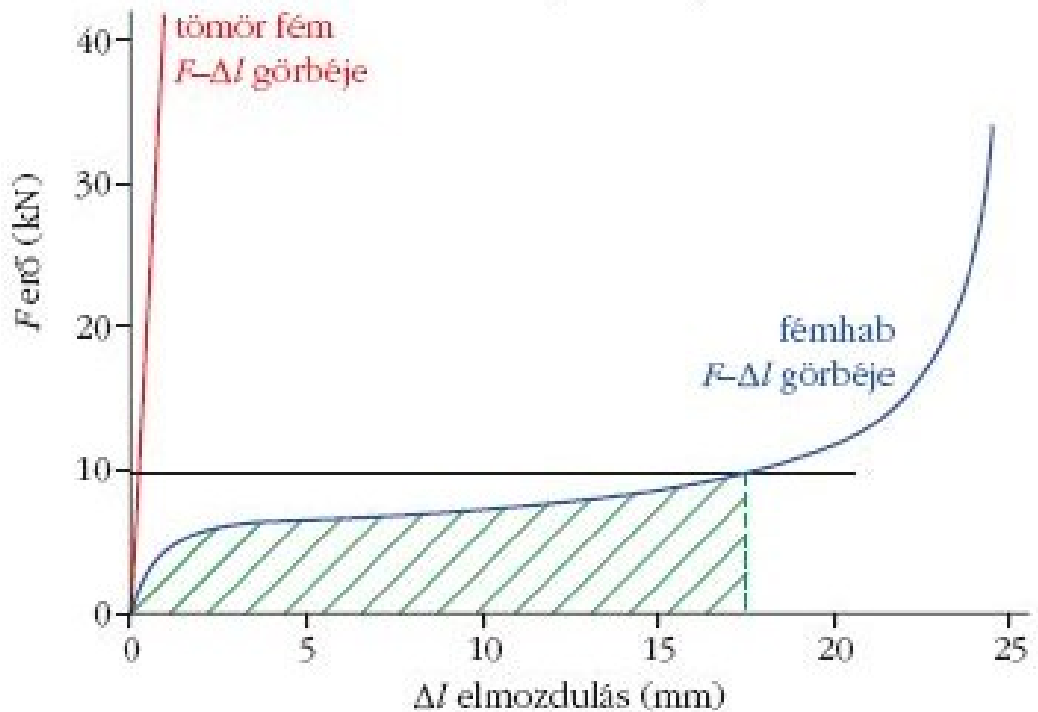
- nyitott cellás habok





Fémhabok legfőbb fizikai tulajdonságai

Cellaméret	20 nm - kb. 20 cm
Relatív sűrűség	0,003 - 0,5
Rugalmassági modulus	0,02 - 15 GPa
Rugalmasság határa	0,02 - 50 MPa
Hővezetési tényező	0,3 - 35 W/m · K



A hab P_{hab} mechanikai tulajdonságai függenek:

- a habot alkotó fém P_s mechanikai tulajdonságaitól (fém mikroszerkezete)
- a hab ρ_{rel} relatív sűrűségétől (fém térfogati hányada)
- a hab szerkezetétől (cellák alakja, mérete; cellafalakban tárolt anyag térfogati hányada; hibák; stb.)

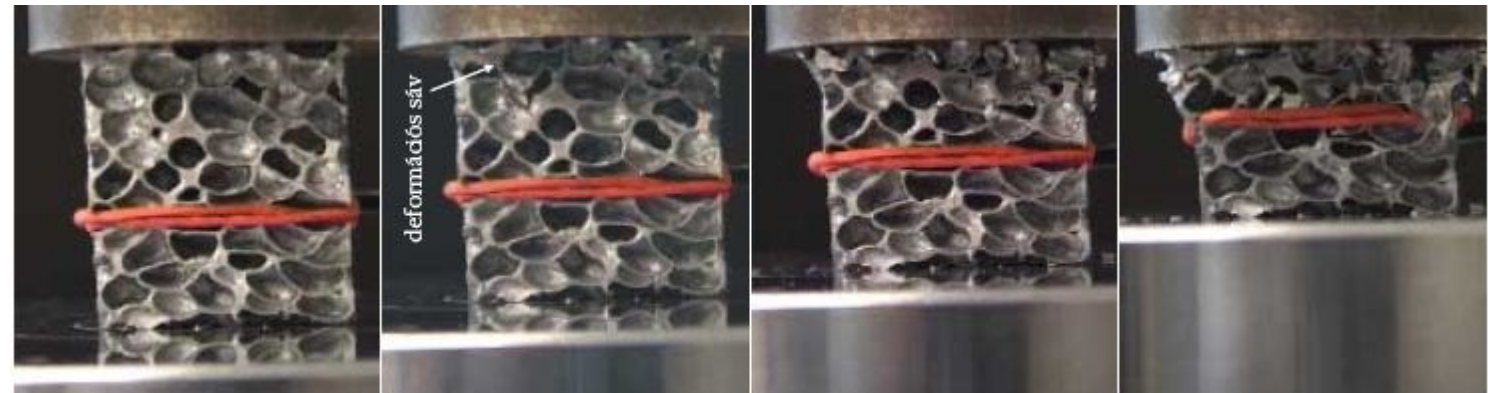
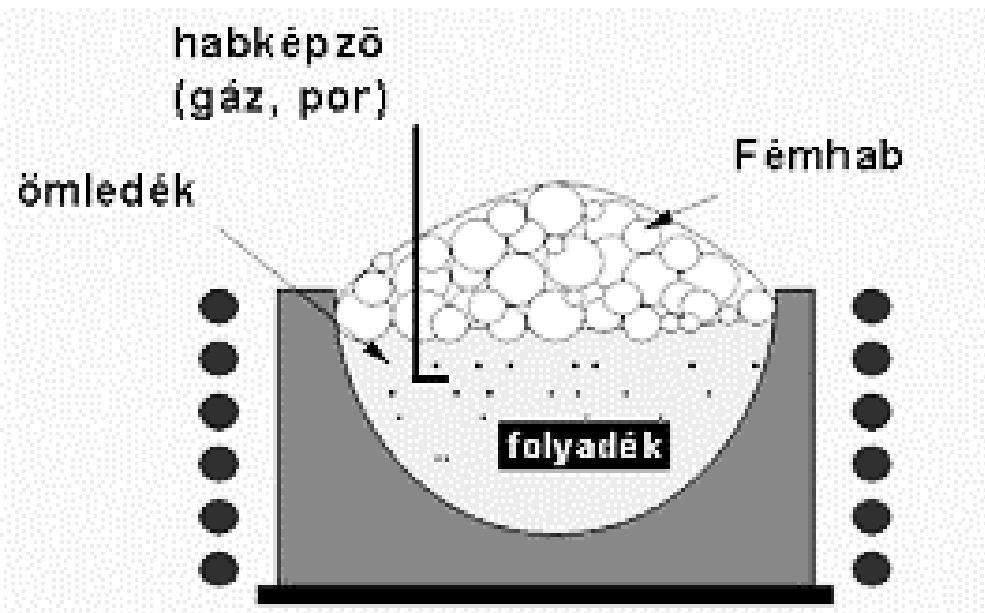
$$P_{hab} = A \cdot P_s \cdot \rho_{rel}^n$$

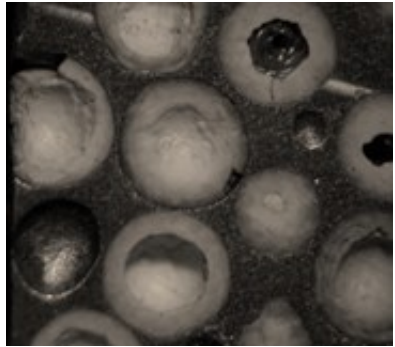


- lökhárító
- merevítés
- hangszigetelés
- szűrő
- hőcserélő
- elektróda



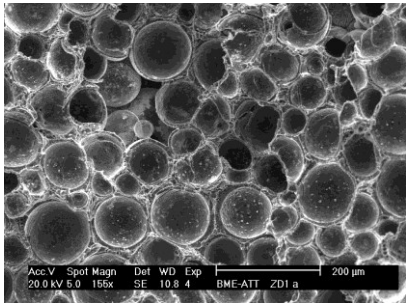
<p style="text-align: center;">Olvadékból történő előállítás</p>	<p style="text-align: center;">Porkohászati módszerek</p>	<p style="text-align: center;">Bevonásos eljárások</p>
<ul style="list-style-type: none"> ● <u>Buborékoltatásos habosítás</u> ● <u>Habosítás fúvatóanyaggal</u> ● <u>Granulátumra öntés</u> ● <u>Öntés – keramikus formázás</u> 	<ul style="list-style-type: none"> ● <u>Fémpor habosítása fúvatóanyaggal</u> ● Habosítás pórusokba zárt gázzal ● Üreges granulátum szinterelése ● Freeze-casting 	<ul style="list-style-type: none"> ● Bevonás galvanizálással ● Bevonás porlasztással ● Bevonás vákuumpárologtatással





Előny:

- nagy fajlagos szilárdság
- hidrosztatikai nyomással szemben ellenálló
- tervezhető



Hivatkozások

- R.E. Smallman, R.J. Bishop: Modern Physical Metallurgy and Materials Engineering, Butterworth-Heinemann, 2002
- Szabó Lóránt-Szabó Rudolf-Borbély Endre: Kompozitok alkalmazásai
- Gibson LJ, Ashby MF and Harley BA (2010) Cellular Materials in Nature and Medicine. Cambridge University Press
- https://www.bme.hu/hirek/20180912/Vilagszerte_csak_kevesek_altal_kutatott_anyag_megismeresere_teszunk_kiserletet
- *Bhate, Dhruv, Clint A. Penick, Lara A Ferry and Christine Lee. "Classification and Selection of Cellular Materials in Mechanical Design: Engineering and Biomimetic Approaches." Designs (2019)*
- https://www.urvilag.hu/nyomtat/hazai_kutatohelyek_es_uripar/20060914_ursor_nelkul_sulytalanul
- <http://www.alusion.com/alusionhome>
- <https://www.duocelfoam.com/>
- <https://ergaerospace.com/>
- <http://aluinvent.com/hu/>
- M.F. Ashby, The CES EduPack Resource Booklet 2: Material and Process Selection Charts, 2009
- M.F. Ashby, A. Evans, N.A. Fleck, L.J. Gibson, J.W. Hutchinson, H.N.G. Wadley, Metal Foams: A Design Guide, first ed., Butterworth-Heinemann, Boston, 2000.
- L.J. Gibson, M.F. Ashby, Cellular Solids – Structure and Properties, second ed., Cambridge University Press, Cambridge, 1997.
- J. Banhart, Prog. Mater. Sci. 46 (2001) 559.