

# Társított és összetett rendszerek

---

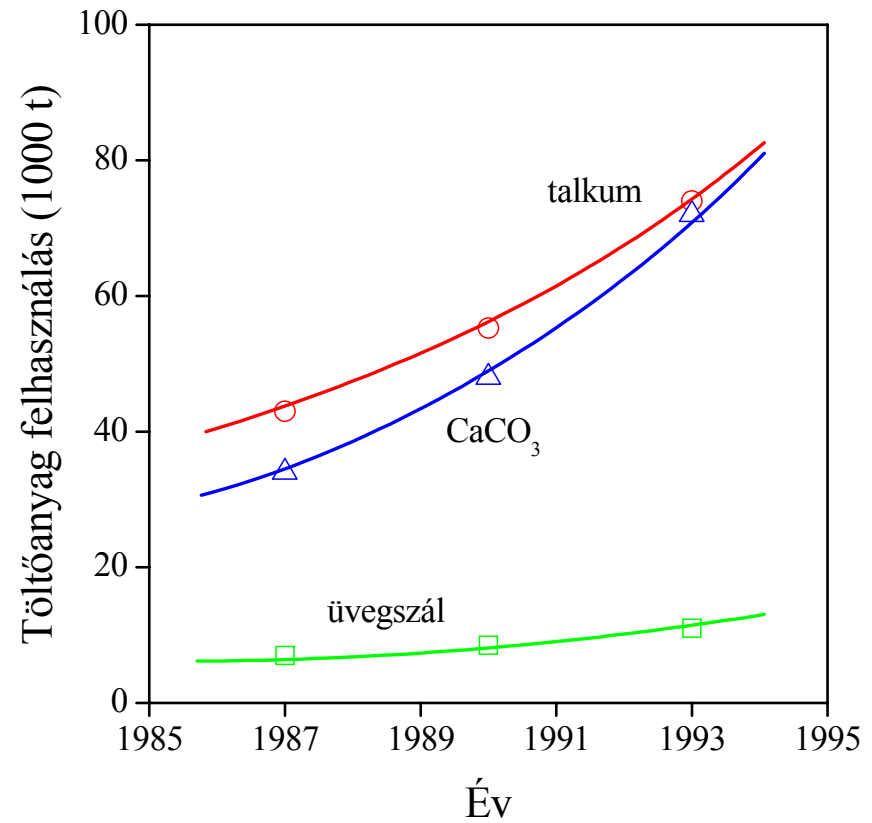
- Bevezetés
- Töltőanyagot tartalmazó polimerek
  - tulajdonságok
  - kölcsönhatások
  - szerkezet
- Polimer keverékek
  - elegyíthetőség
  - összeférhetőség
- Többkomponensű rendszerek
- Mikromechanikai deformációk
- Szálerősítésű rendszerek

# Bevezetés

## Társító komponensek

- Töltőanyagok
- Polimerek
- Szálak

## Felhasználás növekedése



# Bevezetés

---

---

Anyag	Modulus (GPa)	Szilárdság (MPa)	Ütésállóság (kJ/m <sup>2</sup> )	Alkalmazás
PS	3.15	55.0	<b>25<sup>a</sup></b>	vonalzó
HIPS	2.65	38.0	<b>450<sup>a</sup></b>	monitor ház
PP	<b>1.40</b>	32.4	1.73 <sup>b</sup>	műanyag edény
PP/talkum	<b>4.82</b>	33.8	1.77 <sup>b</sup>	lökhárító, légbefúvó
Acél	<b>20.7</b>	<b>69.0</b>		
Epoxi/szénszál	<b>13.8</b>	<b>137.9</b>		repülés, űrhajó

---

**Előny: különleges tulajdonságok**

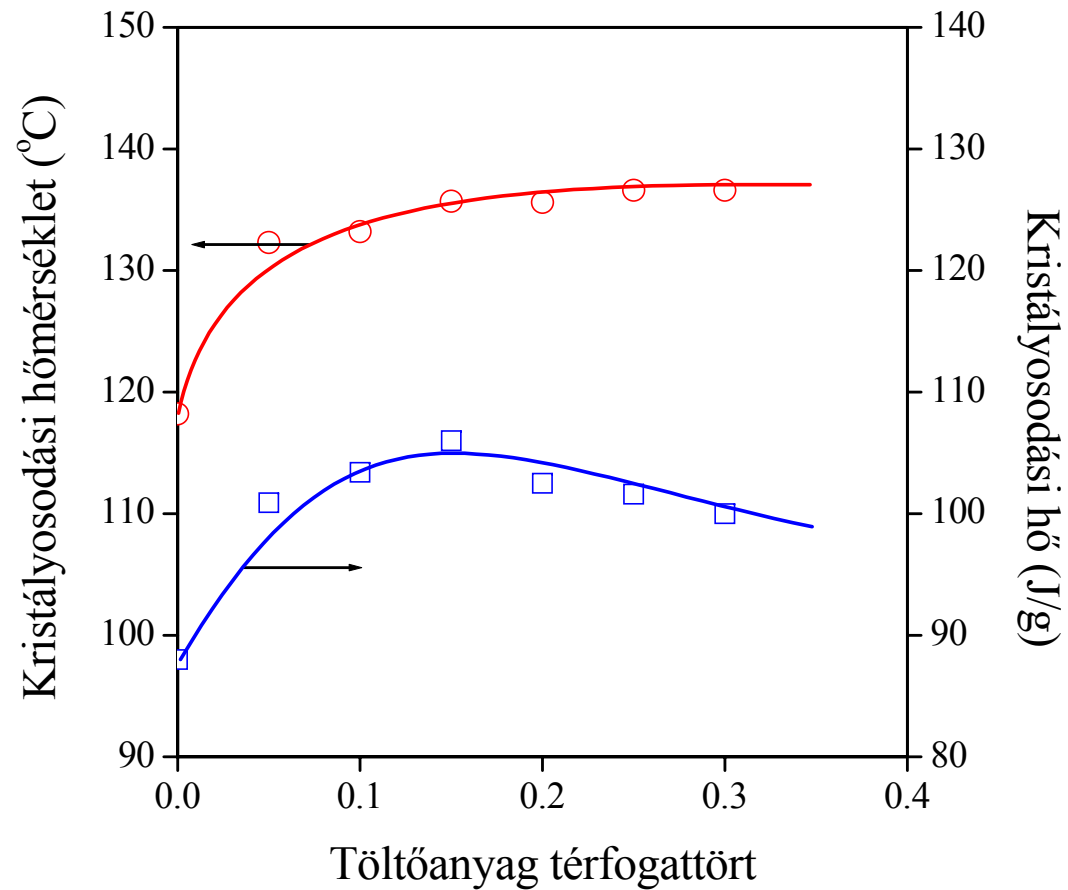
# Bevezetés

---

- Fejlesztés
  - szintézis 6 - 8 év, drága beruházás
  - társítás 2 - 3 év, olcsóbb berendezés
- Társított rendszerek többkomponensű, többfázisú anyagok.
- Tulajdonságokat meghatározó tényezők
  - a komponensek jellemzői
  - az összetétel
  - a szerkezet
  - a határfelületi kölcsönhatások

# Töltőanyagot tartalmazó polimerek

## Gócképzés



**A töltőanyag módosíthatja a mátrix szerkezetét.**

# Töltőanyagot tartalmazó polimerek

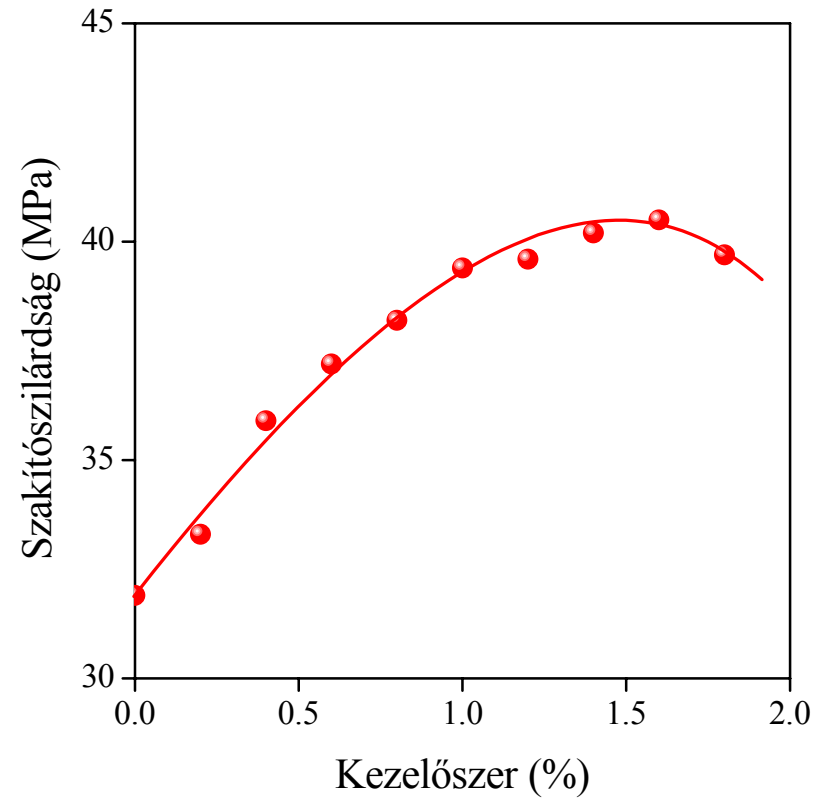
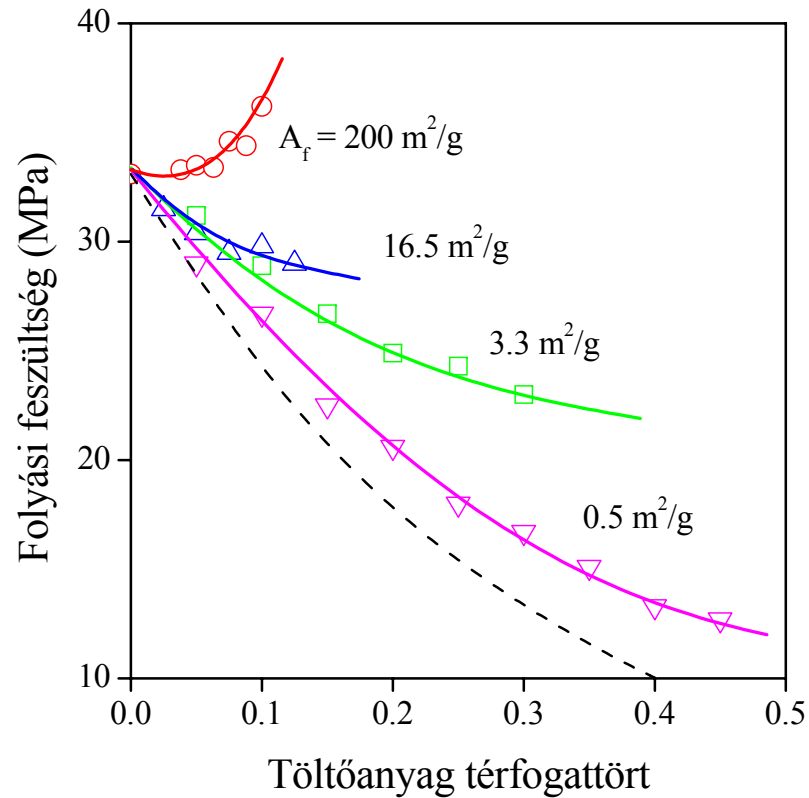
## A töltőanyag jellemzői

---

- Típus
- Kémiai összetétel
- **Szemcseméret**
- **Fajlagos felület**
- **Alak**
- Felületi szabadenergia
- Egyéb jellemzők
- Különleges tulajdonságok

# Töltőanyagot tartalmazó polimerek

## Határfelületi kölcsönhatások

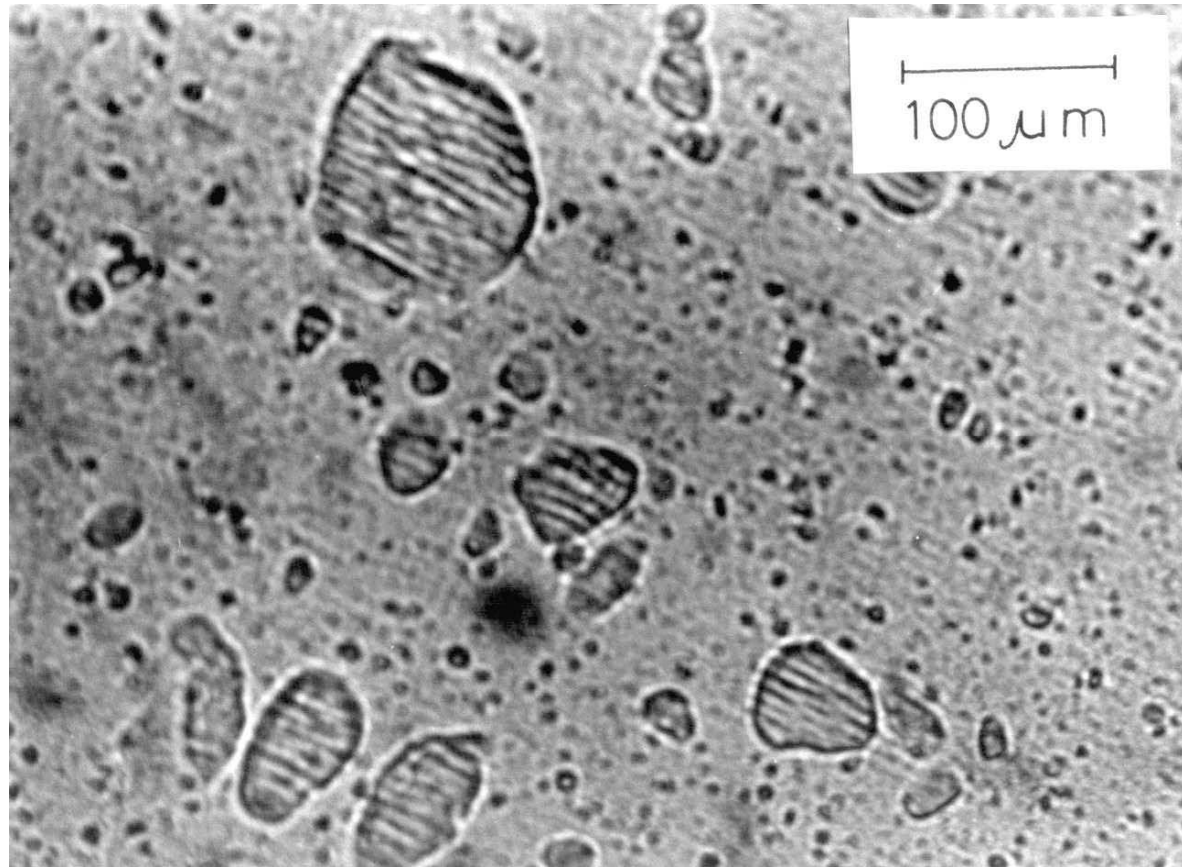


**Felületkezeléssel a tulajdonságok módosíthatók.**

# Töltőanyagot tartalmazó polimerek

## Szerkezet - aggregáció

---





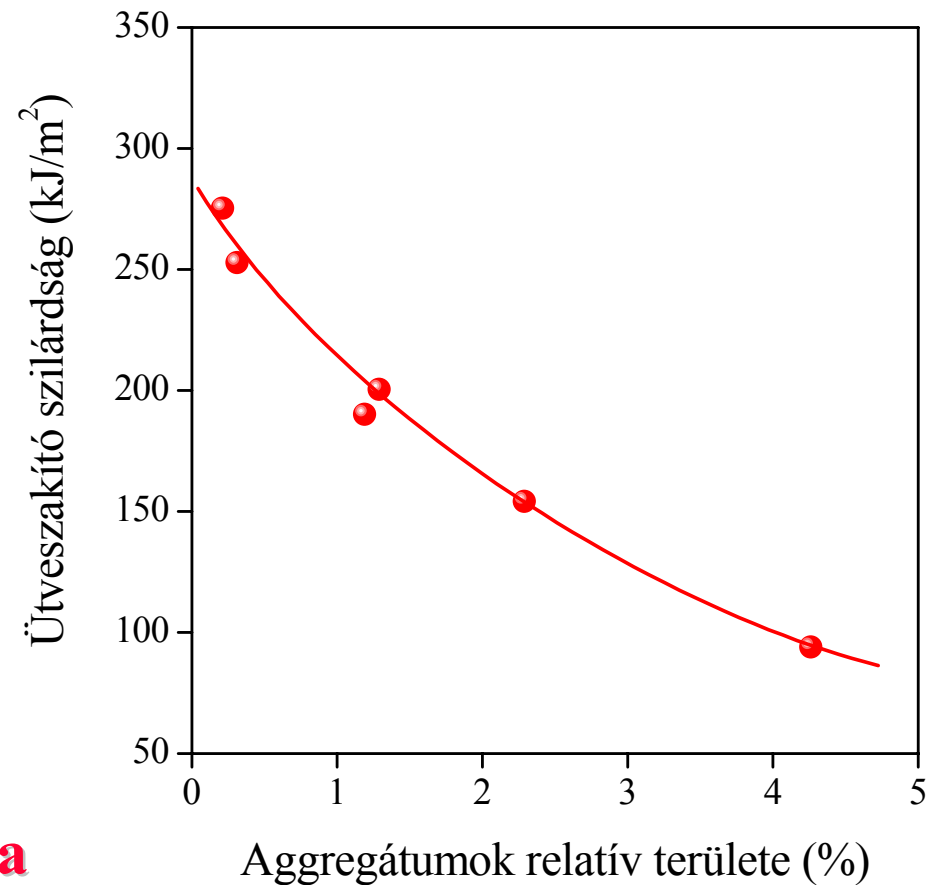
# Töltőanyagot tartalmazó polimerek

## Szerkezet - aggregáció

- Meghatározó tényezők
  - adhézió
  - nyírás

$$\frac{F_a}{F_h} = K_1 \frac{W_{mf}}{\eta \dot{\gamma} R}$$

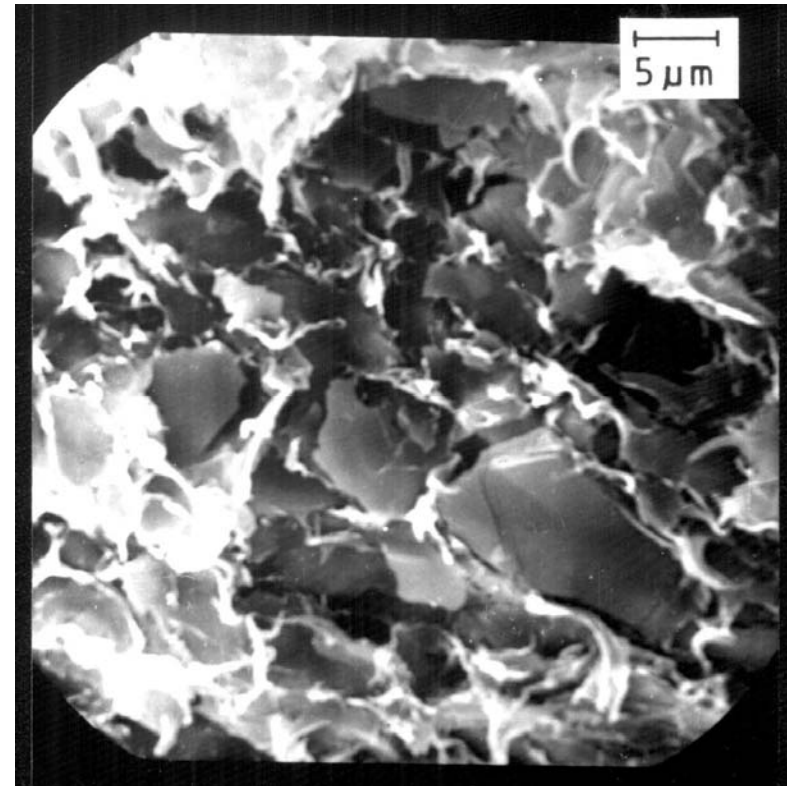
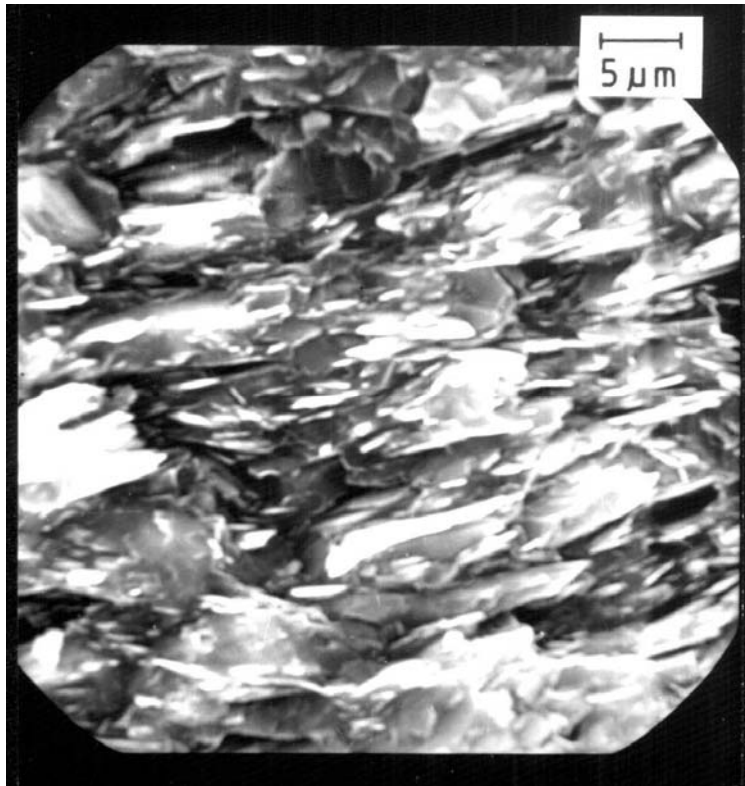
- **Káros a tulajdonságokra**



# Töltőanyagot tartalmazó polimerek

## Szerkezet - orientáció

---

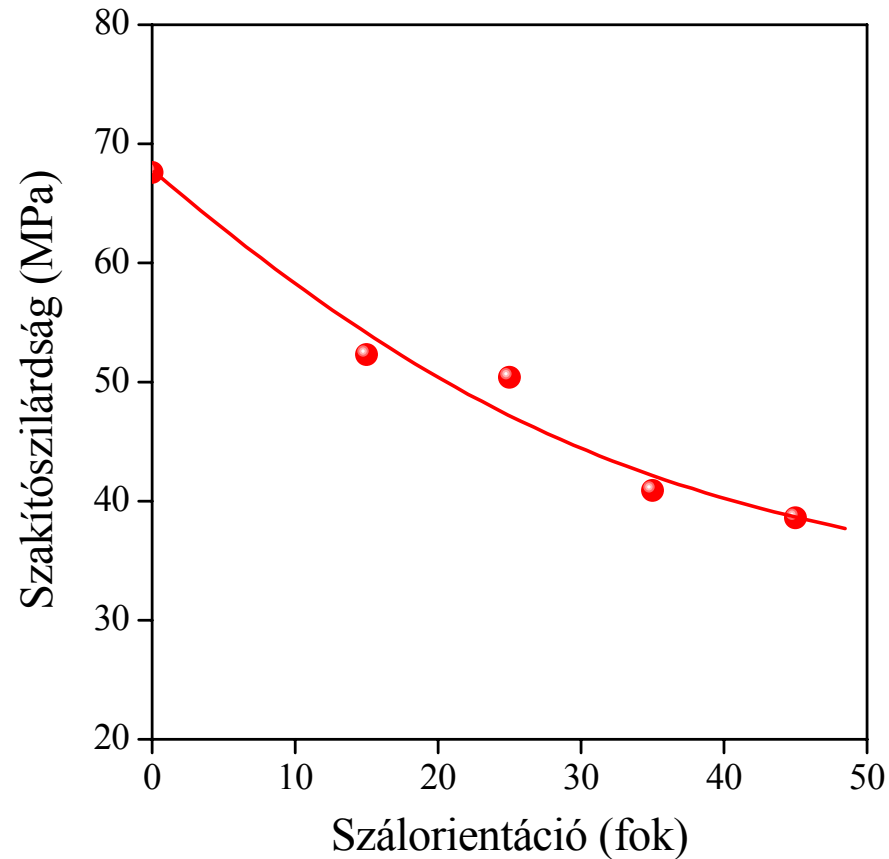


**Lemezes és szálas anyagok orientálódnak a feldolgozás során**

# Töltőanyagot tartalmazó polimerek

## Szerkezet - orientáció

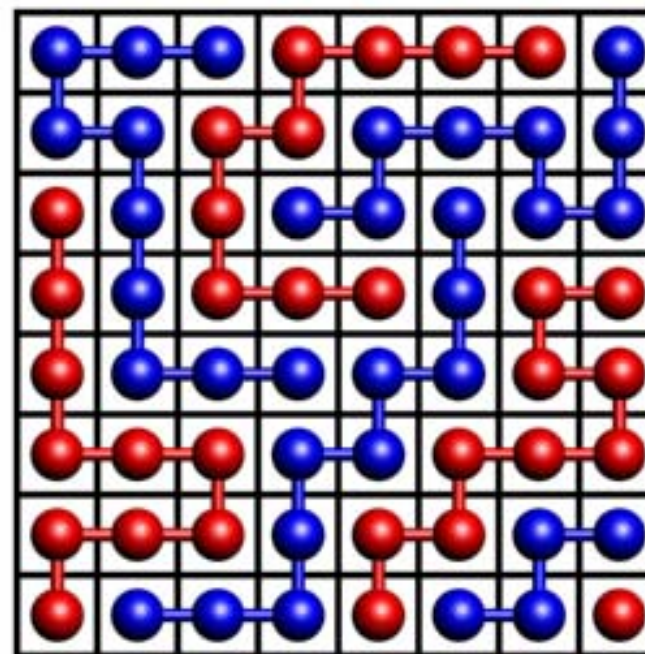
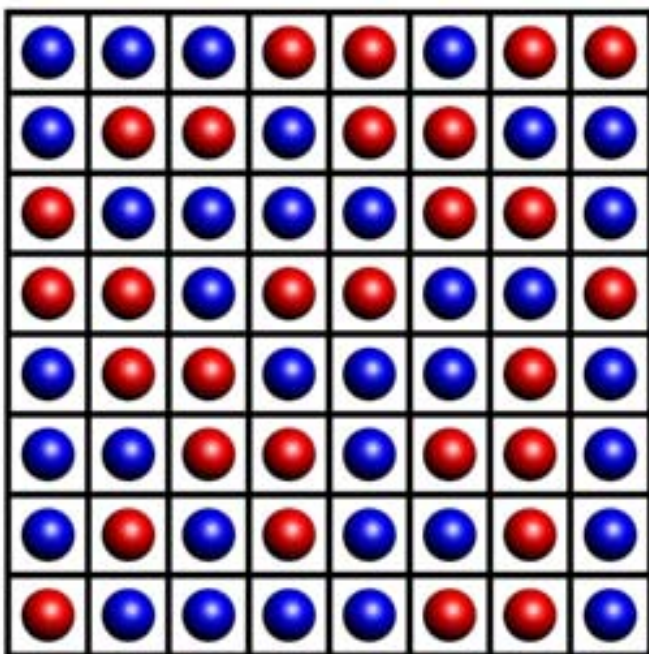
---



**Az orientáció irányfüggő tulajdonságokat eredményez.**

# Polimer keverékek

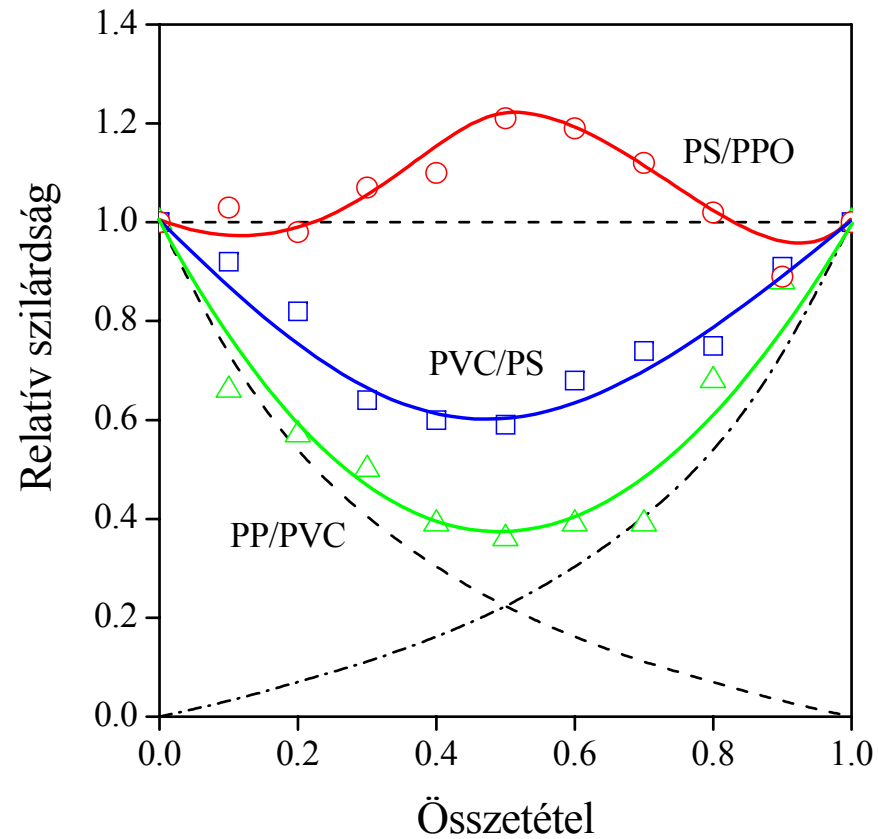
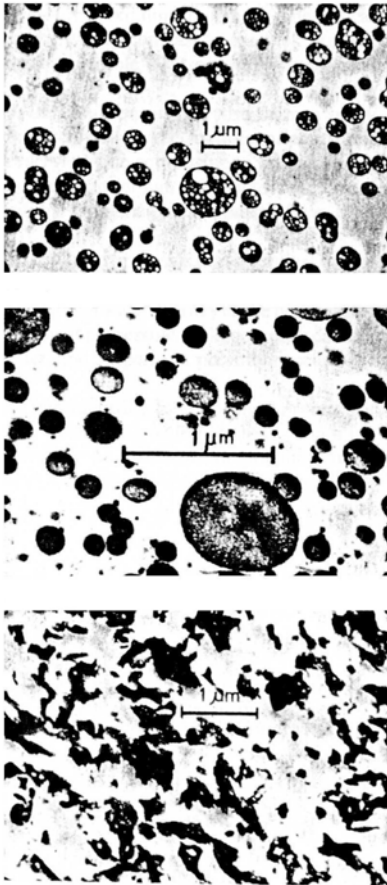
## Elegyíthetőség



$$\Delta G = \Delta H - T \Delta S$$

# Polimer keverékek

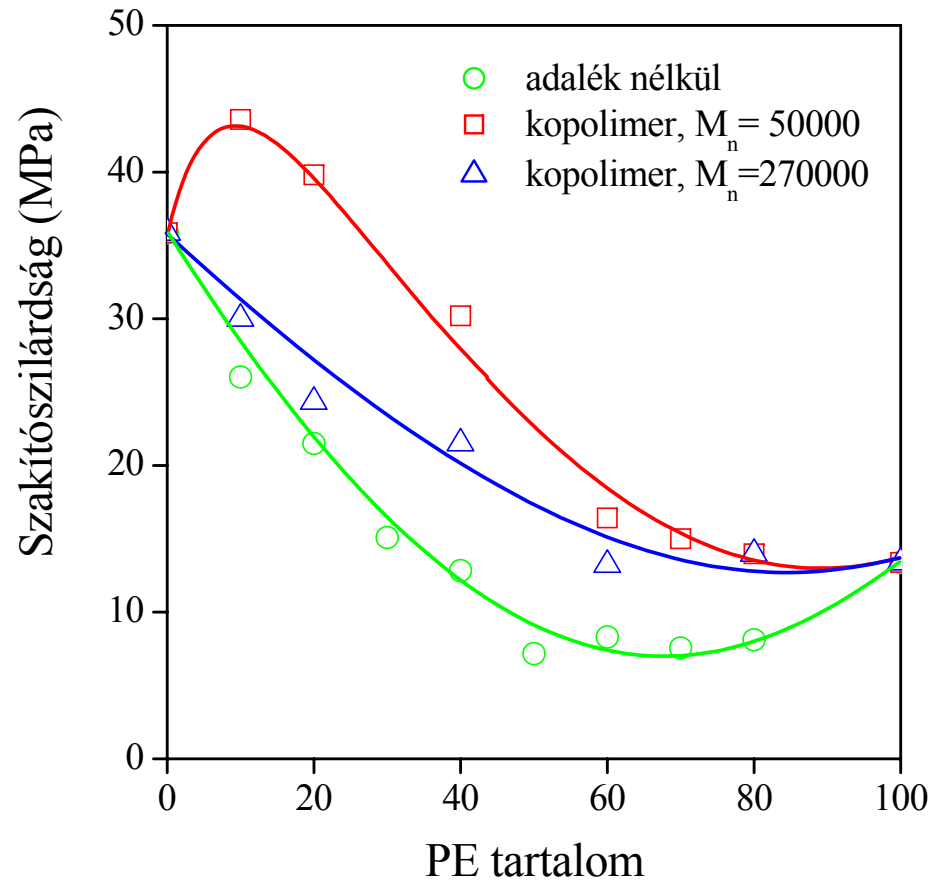
## Összeférhetőség



**Elfogadható tulajdonságokhoz jó kölcsönhatás kell.**

# Polimer keverékek

## Összeférhetőség



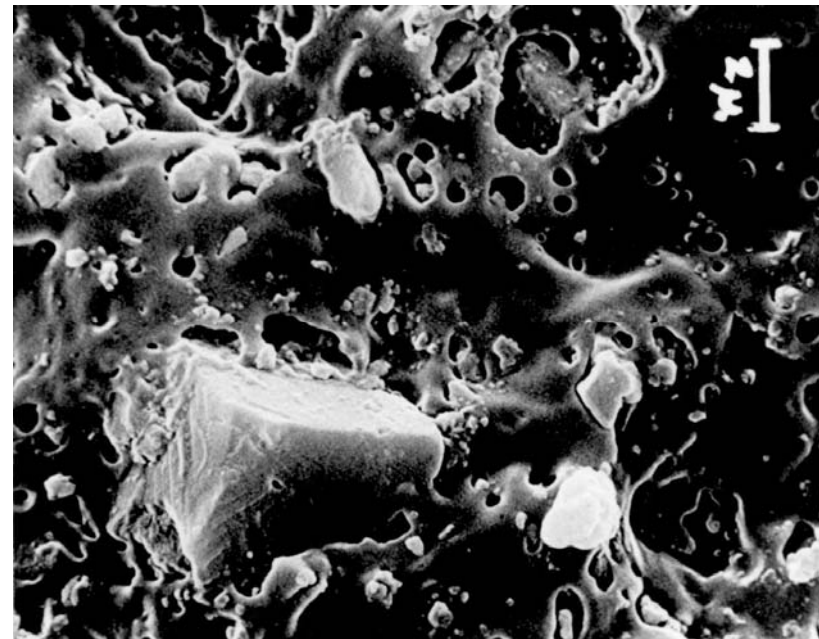
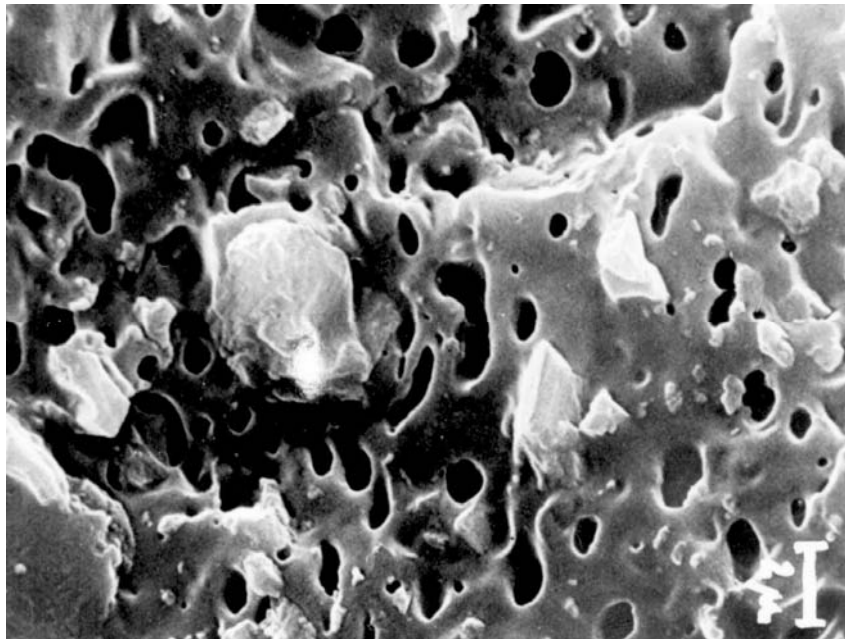
**A kölcsönhatás adalékokkal javítható.**



# Többkomponensű rendszerek

PP/CaCO<sub>3</sub>/elasztomer

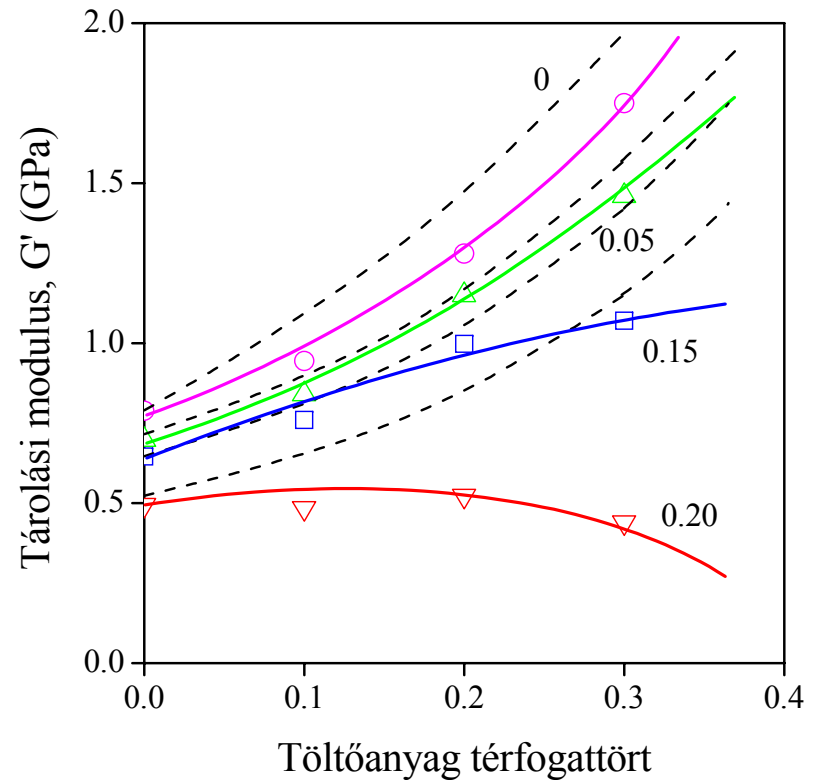
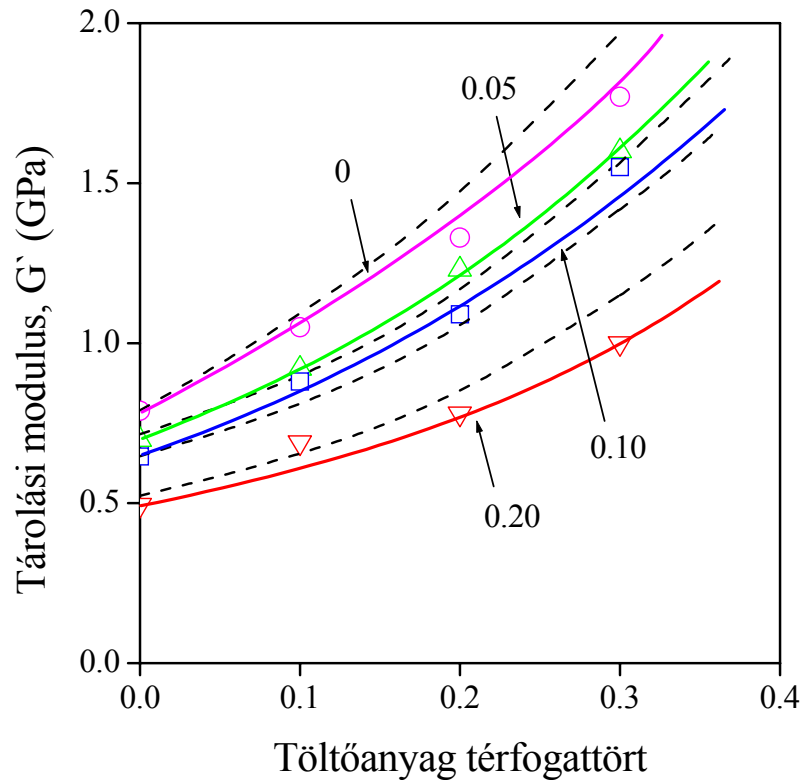
---



**Azonos összetétel, különböző szerkezet.**

# Többkomponensű rendszerek

## PP/CaCO<sub>3</sub>/elasztomer



**Különböző szerkezet, eltérő tulajdonságok.**



# Mikromechanikai deformációk

## Tényezők, mechanizmusok

---

### Tényezők

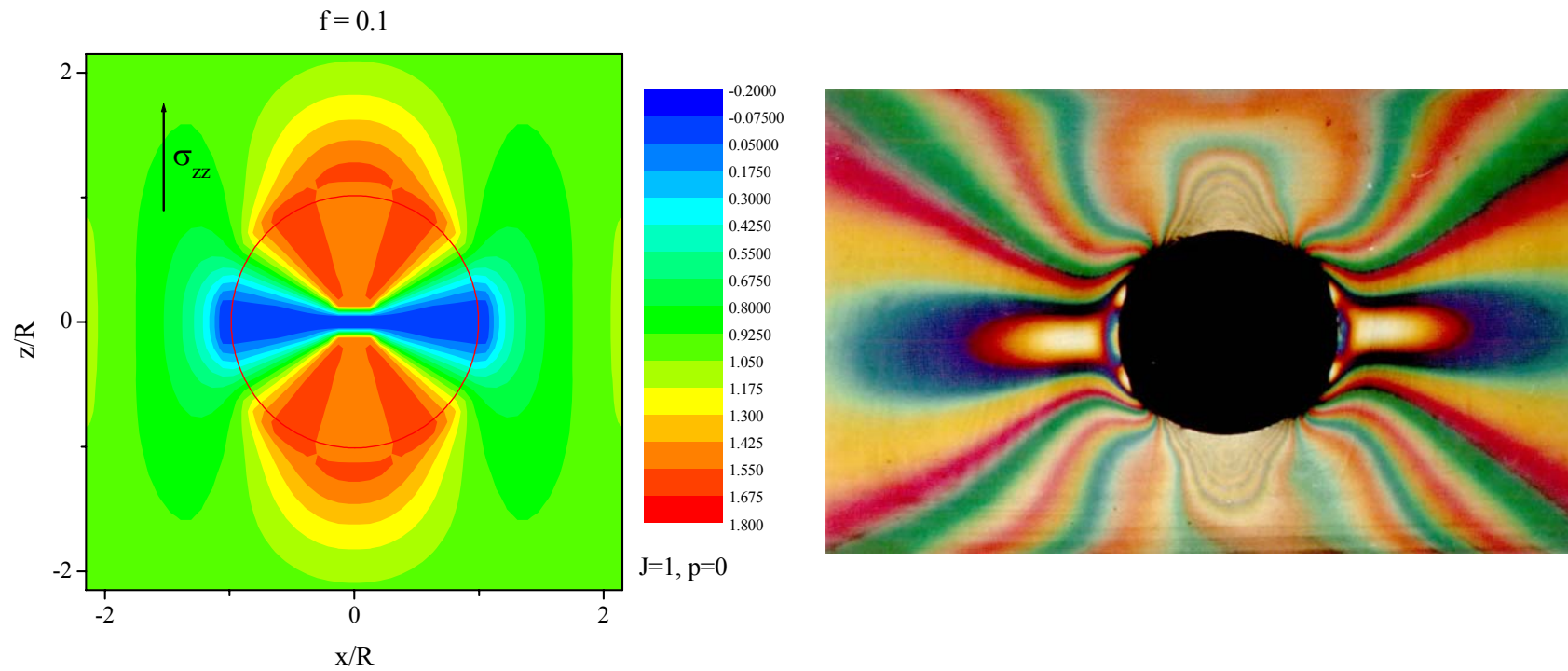
- Feszültségkoncentráció
- Termikus feszültségek
- Adhézió, a komponensek kölcsönhatása

### Mechanizmusok

- Nyírási folyás
- Mikrorepedezés
- Határfelületek elválása
- Kavitáció
  
- Szálkihúzóadás
- Száltördelődés
- Szálbehajlás

# Mikromechanikai deformációk

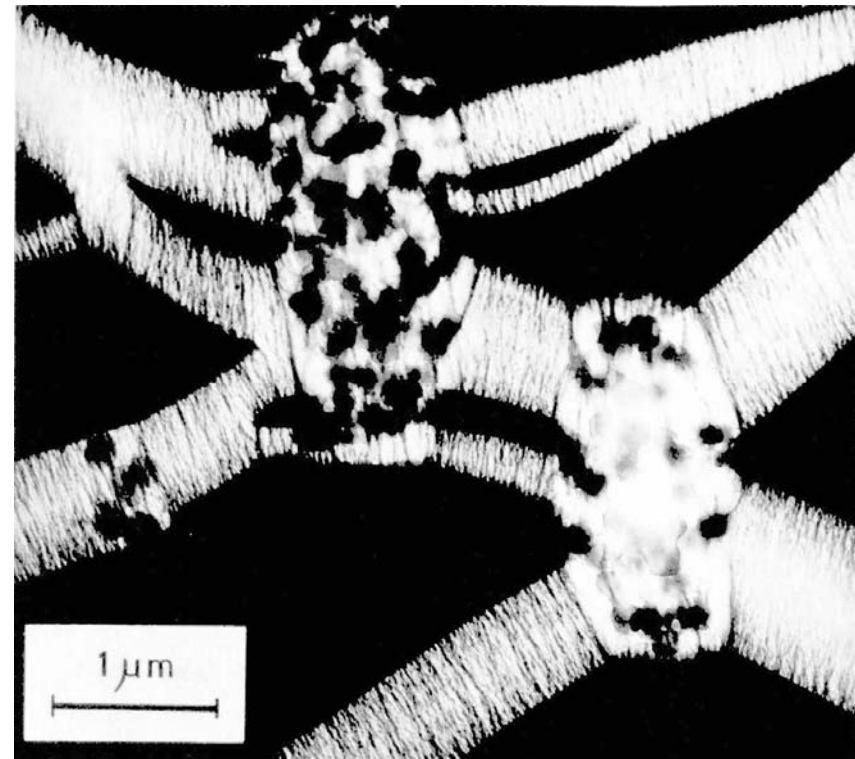
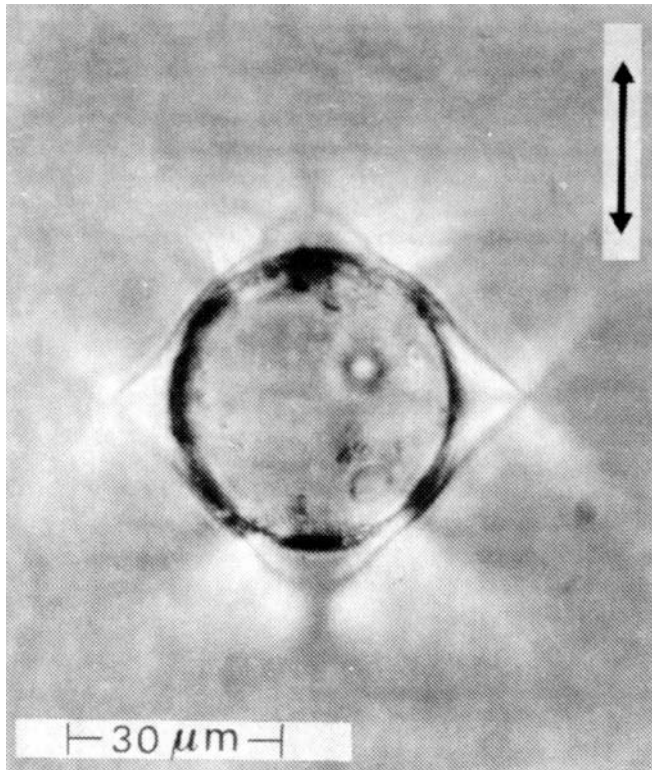
## Feszültségkoncentráció



**Jelentős lokális feszültségnövekedés.**

# Mikromechanikai deformációk

Nyírási folyás, mikrorepedezés



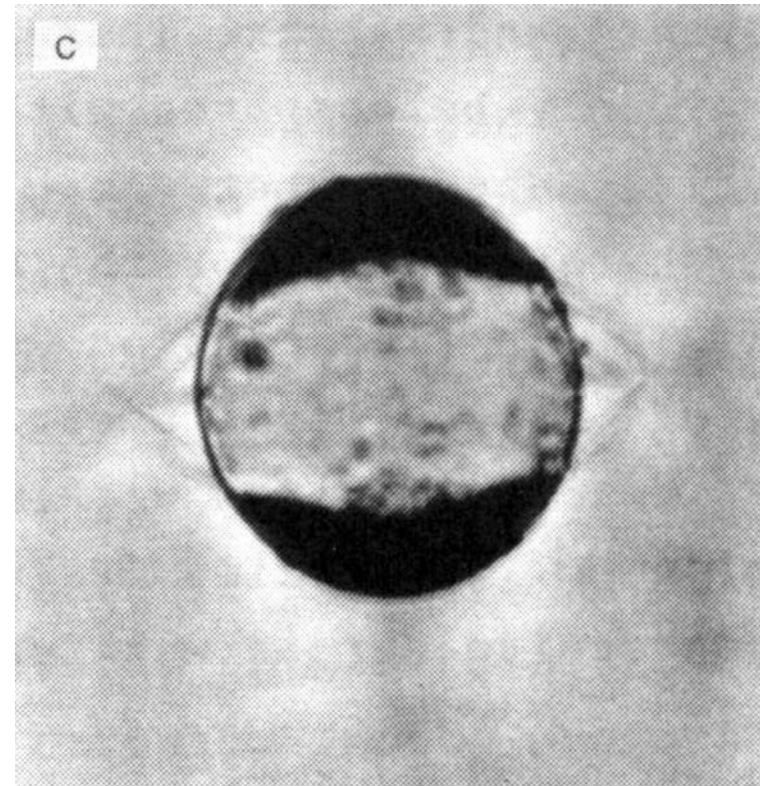
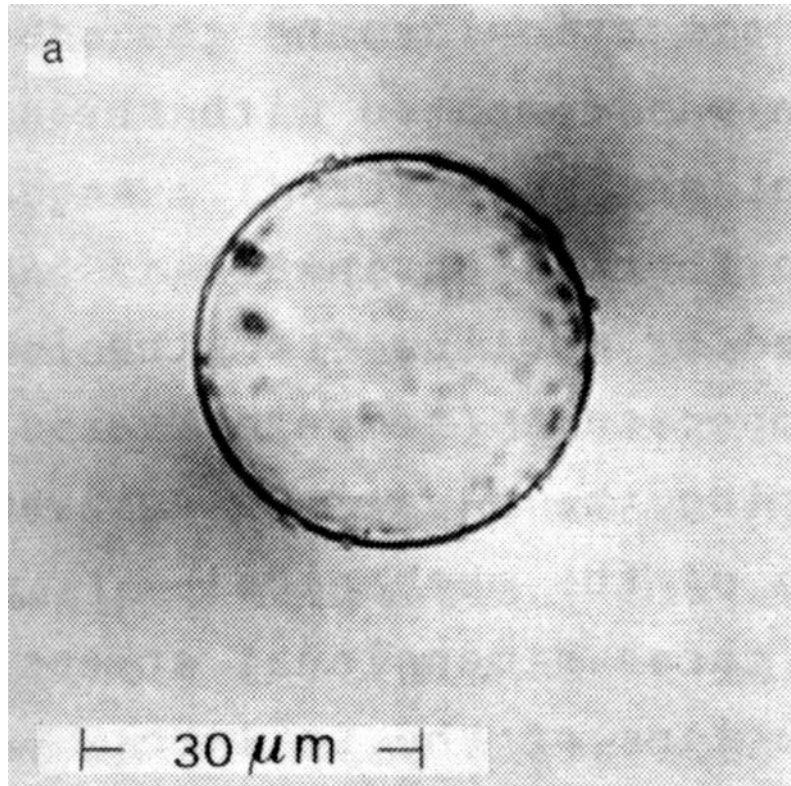
**Jelentős energiaelnyelés.**



# Mikromechanikai deformációk

## Határfelületek elválása

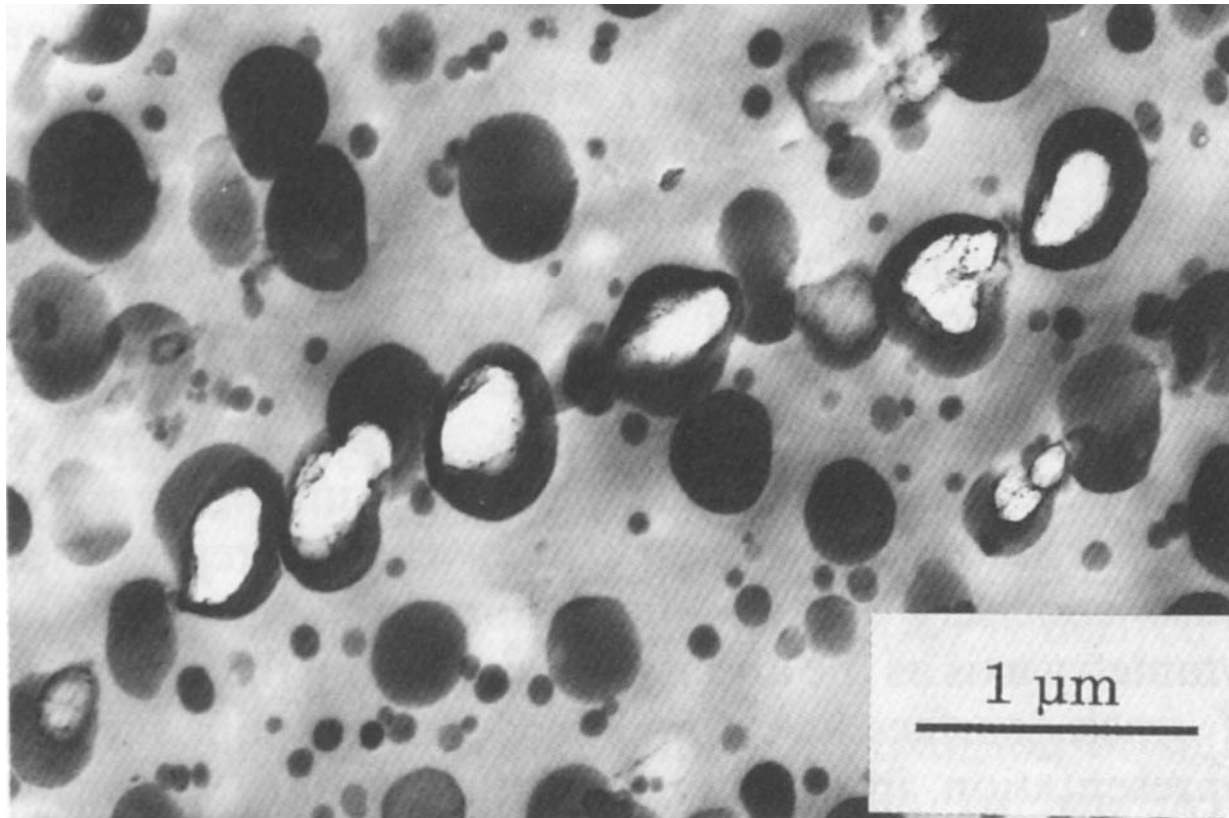
---



**Töltőanyagot tartalmazó polimerekre jellemző.**

# Mikromechanikai deformációk

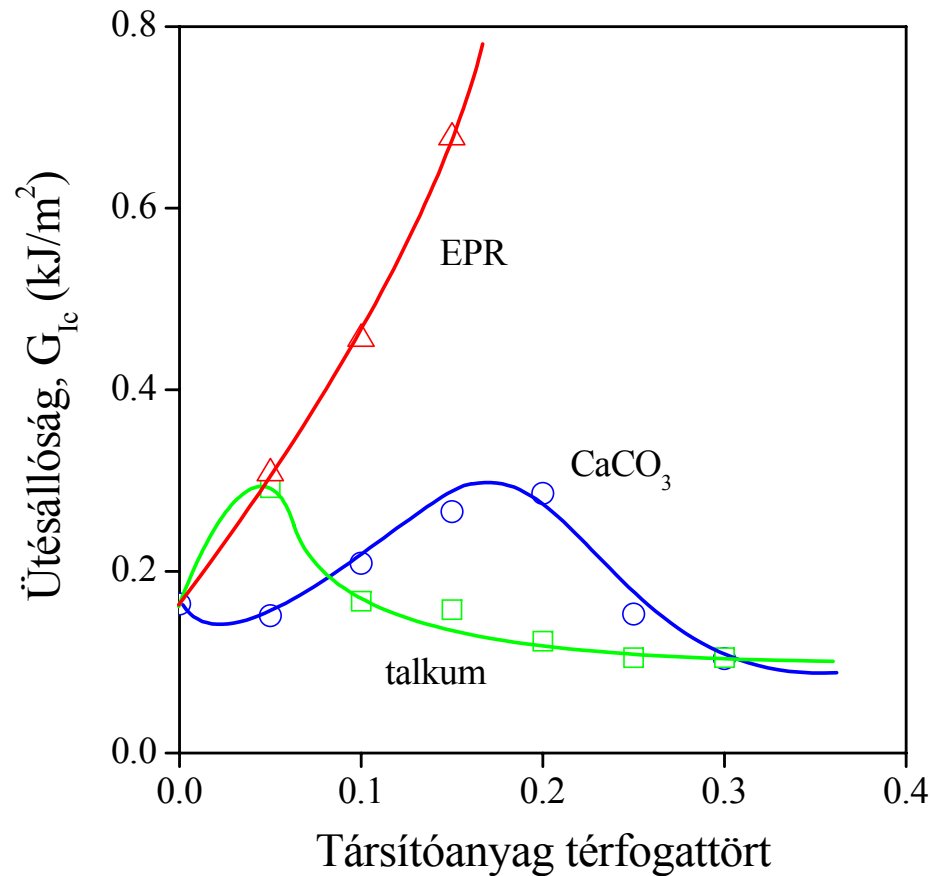
## Kavitáció



**Ütésálló polimerek deformációja.**

# Mikromechanikai deformációk

## Kompozit tulajdonságok



**A mikromechanikai deformációk meghatározzák a makroszkopikus jellemzőket.**

# Szálerősítésű kompozitok

## Jellemzők

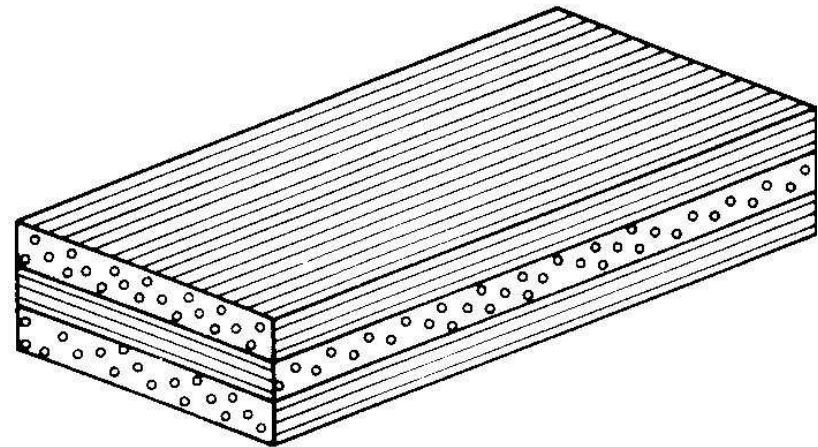
---

- **Elv: a szál viseli a terhelést, a mátrix közvetíti.**
- **Feltétel: a terheléssel párhuzamos szálorientáció, adhézió**
- Típusok
  - rövidszál, hőre lágyuló mátrix
  - rövidszál, térhálós mátrix
  - hosszúszál, térhálós mátrix
- Szálak: üveg, szén, szerves (aramid, PE)
- Jellemzők: jó tulajdonság, magas ár, manuális technológia.

# Szálerősítésű kompozitok

## Megvalósítás

- Rétegelt szerkezet
- Szimmetrikus felépítés
- Tipikus kompozit:  
 $[(0_3/90_2/45/-45_3)r/c_3]s.$
- Szimmetria - vetemedés
- 24 vagy 42 réteg





# Szálerősítésű kompozitok

## Tipikus alkalmazások

---



# Szálerősítésű kompozitok

## Tipikus alkalmazások

---

