

# Polimerek alkalmazása járműipari célokra a 3D nyomtatási technológiákban

Megjelent átdolgozott formában a Műanyag- és Gumiipari Évkönyvben (2020)

Szerkesztő: Kanyó László

## Additív gyártástechnológiák, SLA technológiai előnyei

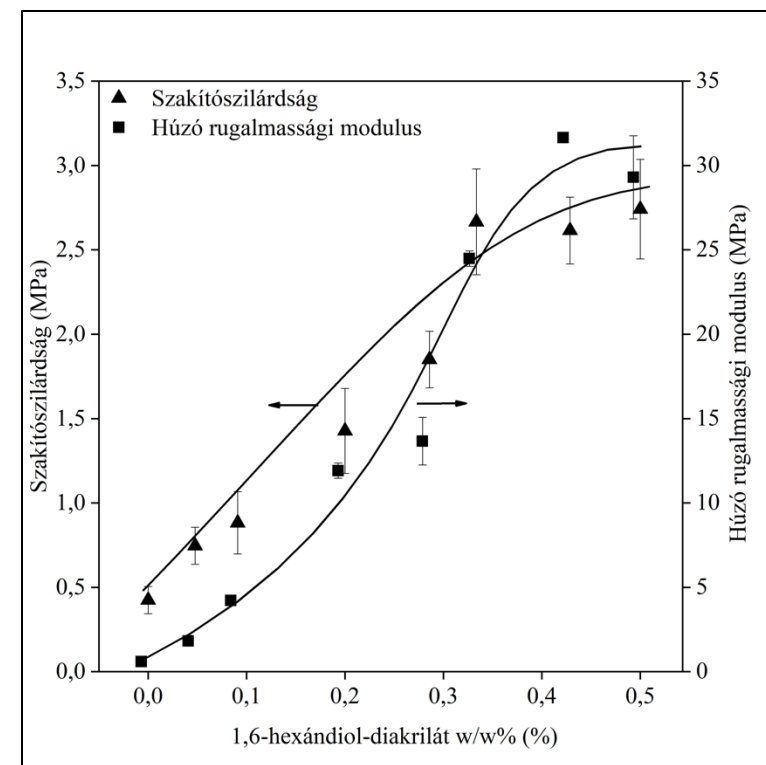
- FDM, SLA, DLP, SLS, DMLS
- Sztereolitográfia (SLA) előnyei:
- Nagy pontossággal, néhány mikrométeres eltéréssel állítható elő a szükséges termék
- az alapanyag összetételének megváltoztatásával a termék mechanikai tulajdonságai széles tartományban változtathatók

## SLA módszer ismertetése, típusai

- A gyártás nem fizikai állapotváltozás (olvadás – megszilárdulás) kihasználásával, hanem kémiai reakció során valósul meg.
- A sztereolitográfia technológiánál a kémiai reakció csak adott pozíciókban megy végbe, és ezen pozíciókban a folyékony halmazállapotú alapanyag szilárdá alakul.
- Megkülönböztetés alapja: milyen fényforrásból érkező fény hatására megy végbe a reakció
  1. Klasszikus SLA: irányított, megfelelő hullámhosszú fényt kibocsátó lézernyaláb szolgál fényforrásként
  2. Bevilágíthatjuk az építési terület teljes keresztmetszetét, és egy folyadékkristályos kijelző (LCD) segítségével a beérkező fényt a megfelelő pontokban átengedhetjük (maszkolás).
  3. Egy harmadik módszer (Digital Light Processing – DLP) mikrotükrök alkalmazása, melyek be- és kikapcsolásával a bevilágított képpontok pixelenként változtathatók.
- A 2-3. módszer gyorsabb, mert adott keresztmetszeti kép egy lépésben gyártható, míg lézer alkalmazásával a teljes építési terület végig pásztázása komoly idővesztéség.

# SLA technológia által használt alapanyagok

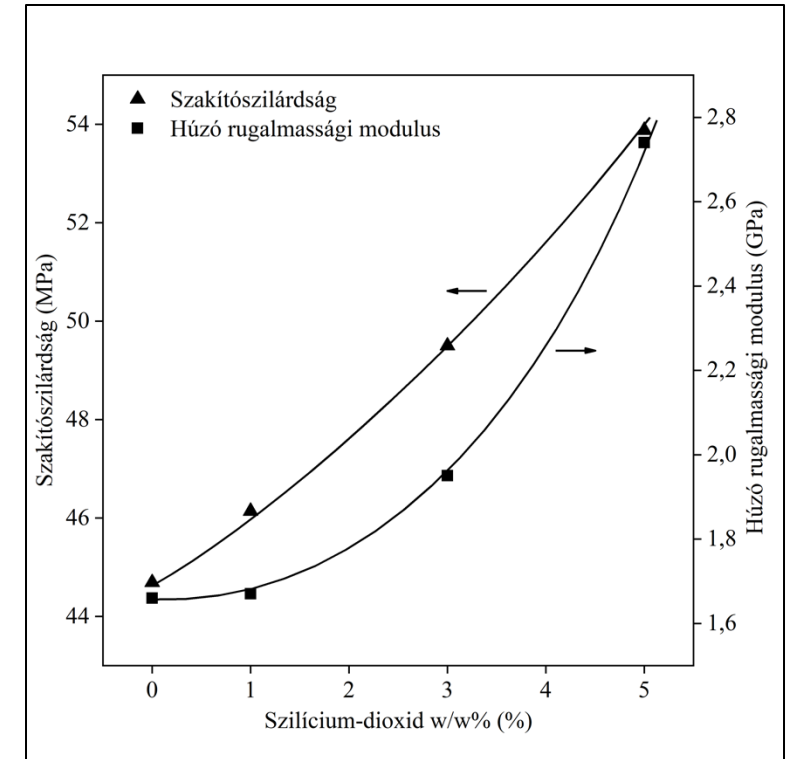
- **A nyomtatási alapanyagok:**
  - akrilát vagy epoxi funkciós csoporttal rendelkező monomerek és oligomerek,
  - iniciátorok
  - adalékanyagok
- **Folyamat:**
  - A fotopolimerizáció az alapanyagban lévő iniciátor molekulák adott hullámhosszú fényre való bomlásának, szabad gyökök képződésének hatására megy végbe.
  - A szabad gyökök keletkezésével megindul a szabad gyökös polimerizáció, mely a megvilágított pozíciókban az alapanyag megszilárdulásával jár.
- **Fotopolimer gyanták**
  - általában akrilát alapúak a gyors polimerizáció miatt használják
  - a szerves anyagok nagy hányada kémiai úton ellátható akrilát csoporttal.
- **Oligomer gyanták**
  - jellemzően 2-4 ismétlődő egységből állnak
  - uretán/epoxi/észter oligomerek, melyeket akrilát csoportokkal látnak el



1. ábra – Mechanikai tulajdonságok módosítása az alapgyanta összetételének változtatásával

# SLA technológia által használt alapanyagok

- **Iniciátorok:** a leggyakrabban alkalmazott anyag a difenil-(2,4,6-trimetilbenzoi)-foszfinoxid (TPO) fotoiniciátor
- Előnyei:
  - könnyen beszerezhető elérhető áron
  - megfelelően széles hullámhossztartományban bomlik
  - remek gyökképző tulajdonsággal jellemezhető
- **Adalék- és társítóanyagok:** UV-abszorberek (2,5-bisz(5-terc-butyl-benzoxazol-2-il)tiofén),
  - megakadályozzák a gyártás során az UV-fény terjedését az anyagban
  - erősítő- és töltőanyagok,
  - céljuk a gyártott test mechanikai tulajdonságainak javítása
  - a nyomtatást követő szintereléssel kerámia termék előállítására.
  - pl. a szilícium-dioxid, alumínium-oxid, cirkónium-dioxid, szilícium-nitrid, hidroxiapatit



2. ábra – Szilícium-dioxid töltőanyag hatása a mechanikai tulajdonságokra

# SLA technológia használata a járműiparban

## Használt alapanyagok:

- PMC-k: karbonszál, üvegszál, aramidszál
- Nano-töltőanyagok: grafén, nanoszilícium-dioxid

## Mechanikai tulajdonságok:

- szakítószilárdság,
- modulus,
- fáradtság-állóság
- hőállóság

## Esettanulmány: BMW

- Topológia-optimalizált karbonszálas SLA-alkatrészek
- Eredmény: 30% súlycsökkentés, 20% nagyobb szilárdság
- Alkalmazás: motortéri tartók, prototípus felfüggesztések

## Esettanulmány: Audi

- DLP gyártású egyedi műszerfal betétek
- Cél: dizájnvariációk tesztelése, gyárthatóság ellenőrzése
- Eredmény: 50% rövidebb fejlesztési ciklusidő