

Additív gyártás

Olyan alapanyag felvitel és összekapcsolási gyártási folyamat, amely során az előállítani kívánt objektum rétegre rétegre jön létre, digitális, három-dimenziós modell adatok alapján.

Alapanyagból a háromdimenziós modell: **rétegről rétegre, keresztmetszetről keresztmetszetre** alakítják ki.

Kiindulási anyag jellemzően polimer, de fémporos verziók is elterjedtek.

Eljárás csoportosítások: 3D nyomtatás, Rapid Prototyping, Direct Digital Manufacturing

Első fejlesztések: 1950-1960.

Párhuzamos szabadalmi bejelentések 1984-ben Japánból, Franciaországból és az USA-ból.

Charles Hull (bútorgyáros) sztereolitográfia szabadalmaztatása volt sikeres és megalapította 3D Systems céget.

Előnyök:

- Prototípus gyártás
- Kis szükséges darabszám
- Könnyen változtatható design



1988. Első SLA nyomtató



Modern SLA nyomtató

1

Additív gyártás



2

3D nyomtatási technológiák csoportosítása

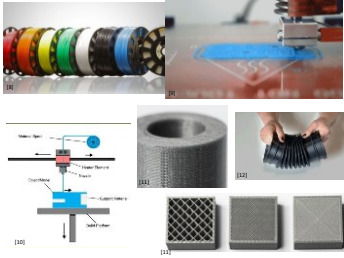
Eljárás		Anyag Típus	Anyag Kiszerezés
Kétféle fotopolimerizáció	SLA	Polimer	Folyadék, Gyanta
	DLP		
	CDLP		
Anyag extrúzió	FDM	Polimer, Kompozit	Filament
Porok gyűjtése	SLS	Polimer	Por
	SLM	Fém	
	MLF	Polimer	
	EBM	Fém	
Anyagsugárzás	Polyjet/ MultiJet	Polimer	Folyadék, Gyanta
	NPU	Fém	
	DOD	Viasz	
Kötőanyag sugárzás	Binder Jetting	Homok, Fém	Por
Lemezaminálás	LOM	Papír, Kompozit, Fém	Fólia
	UC		
Közvetlen fém lerakás	LENS	Fém	Por, Huzal
	EBAM		

3

3D nyomtatási technológiák: FDM

FDM - Fused Deposition Modeling - Anyagextrúzió

- Hőre lágyuló filament mint kiindulási anyag
- Extruder fej melegíti fel a kívánt hőmérsékletre, **fűvókán (nozzle)** keresztül adagolja az alapanyagot. Fűvóka keresztmetszete (mm) meghatározza a rétegvastagságot (kisebb rétegvastagság, hosszabb gyártási időt)
- Keresztmetszet kialakítása a tárgvasztalon
- Filament anyag nagy választéka (PLA, ABS, PET, TPU, PC, ASA stb.)
- Felületi minőség nem minden esetben megfelelő
- Utómunkálatokat igényelhet



BME EIT - WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

4

3D nyomtatási technológiák: FDM

FDM - Fused Deposition Modeling - Anyagextrúzió

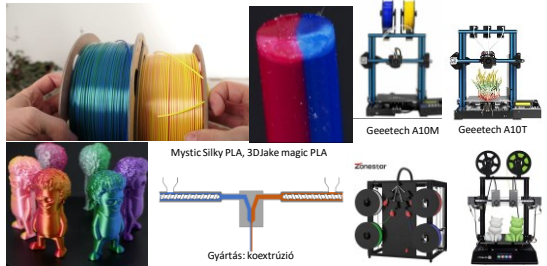
- Hőre lágyuló filament mint kiindulási anyag
- Extruder fej melegíti fel a kívánt hőmérsékletre, **fűvókán (nozzle)** keresztül adagolja az alapanyagot. Fűvóka keresztmetszete (mm) meghatározza a rétegvastagságot (kisebb rétegvastagság, hosszabb gyártási időt)
- Keresztmetszet kialakítása a tárgvasztalon
- Filament anyag nagy választéka (PLA, ABS, PET, TPU, PC, ASA stb.)
- Felületi minőség nem minden esetben megfelelő
- Utómunkálatokat igényelhet



BME EIT - WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

5

3D nyomtatási technológiák: FDM



BME EIT - WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

<https://www.cockitchen.com/blog/dual-color-dichromatic-3d-printing-filament>

6

3D nyomtatási technológiák: SLA

SLA - Stereolithography - Kádas fotopolimerizáció

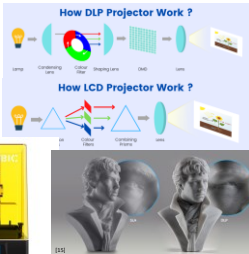

Három elterjedt típus: Lézér SLA, DLP SLA, LCD SLA.

Lézér - Pontról pontra megvilágít. (UV lézer)

DLP - Digital Light processing - Egész réteget szelektíven megvilágít. (UV)

LCD - Liquid Crystal Display - Egész réteget megvilágít LCD „maszkon” keresztül. (LED)

- Kiindulási anyag: valamilyen **fotopolimer gyanta (resin)**
- Z iránytól függ az ideje a nyomtatásnak
- Horizontális rétegek láthatók
- „Voxel effekt”

7

3D nyomtatási technológiák: SLA

SLA - Stereolithography - Kádas fotopolimerizáció

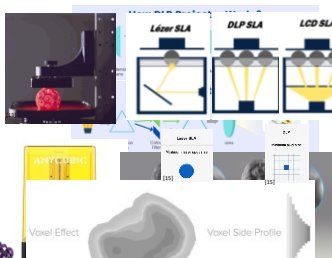

Három elterjedt típus: Lézér SLA, DLP SLA, LCD SLA.

Lézér - Pontról pontra megvilágít. (UV lézer)

DLP - Digital Light processing - Egész réteget szelektíven megvilágít. (UV)

LCD - Liquid Crystal Display - Egész réteget megvilágít LCD „maszkon” keresztül. (LED)


- Kiindulási anyag: valamilyen **fotopolimer gyanta (resin)**
- Z iránytól függ az ideje a nyomtatásnak
- Horizontális rétegek láthatók
- „Voxel effekt”

8

3D nyomtatási technológiák: SLA

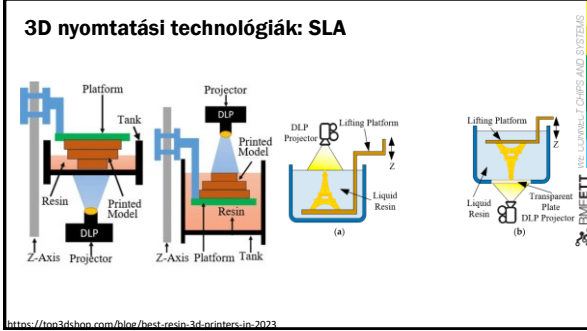
Több szín? Hogyan? ☺



<https://www.youtube.com/watch?v=8w5p3SohpA>

<https://www.youtube.com/watch?v=mjLXthiNng>

9



10

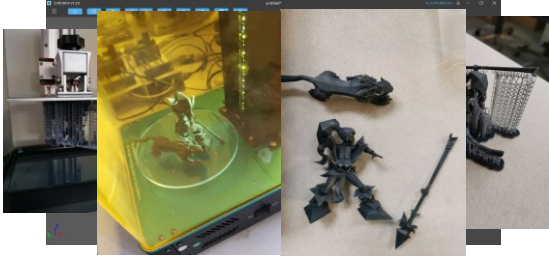


11



12

3D nyomtatási technológiák: SLA



WE CONNECT CHAIR AND SYSTEMS
BMEETT

13

3D nyomtatási technológiák: SLS

SLS - Selective Laser Sintering -
Porágyas fűző

- Alapanyag finom por formában
- Lézersugár rétegről rétegre hevíti a geometria keresztmetszetét
- Támaszanyagra nincs szükség (maga az alapanyag az)
- Akár több alkatrész egyben nyomtatható
- Alapanyag és nyomtató magas költségu
- Szemcseméret, alak fontossága
- Problémás tisztítás (munkadarab és alapanyag - „powder management“)
- Akár végtermék



WE CONNECT CHAIR AND SYSTEMS
BMEETT

14

3D nyomtatási technológiák: SLS

SLS - Selective Laser Sintering -
Porágyas fűző

- Alapanyag finom por formában
- Lézersugár rétegről rétegre hevíti a geometria keresztmetszetét
- Támaszanyagra nincs szükség (maga az alapanyag az)
- Akár több alkatrész egyben nyomtatható
- Alapanyag és nyomtató magas költségu
- Szemcseméret, alak fontossága
- Problémás tisztítás (munkadarab és alapanyag - „powder management“)
- Akár végtermék



WE CONNECT CHAIR AND SYSTEMS
BMEETT

15

3D nyomtatási technológiák: SLS

SLS – Selective Laser Sintering (polimer)

SLM – Selective Laser Melting (fém)

DMLS – Direct Metal Laser Sintering (fém)

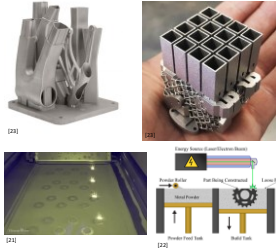
EBM – Electron-beam melting

Elektronnyaláb (elektronsugaras ágyú) vagy lézersugár energiáját használja fel a por alapú anyagok összeolvasztására, így hozva létre a szilárd végterméket

SLS, DMLS EBM – szinterelés hatására fúzió (olvadáspont alatti hőkezelés); SLM – teljes átolvasztás

SLM egy típusú fémből gyárt, DMLS
fémötvözetekből

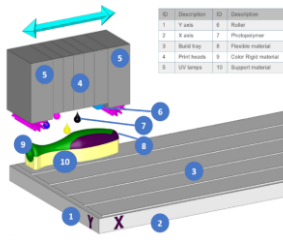
- Inert gázt alkalmaz -> korrózió ellen
- Lehetséges összetett geometriai kialakítások nyomtatása



16

3D nyomtatási technológiák: PolyJet/MultiJet

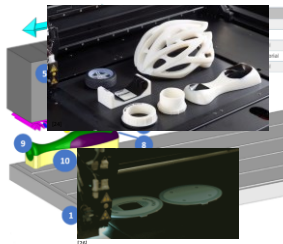
- UV fényre szilárduló akrilbázisú gyanta mint alapanyag (**fotopolimer**)
- Tintasugaras nyomtatási elv 3D-ben
- UV rögtön térhálósítja
- Több anyag is alkalmazható egyszerre (több anyag tartály – pl. támasznyag)
- Alapanyag választék széleskörű mind típusban, mind színben
- Kiváló felületi minőség
- Komplex formák könnyű megvalósítása



17

3D nyomtatási technológiák: PolyJet/MultiJet

- UV fényre szilárduló akrilbázisú gyanta mint alapanyag (**fotopolimer**)
- Tintasugaras nyomtatási elv 3D-ben
- UV rögtön térhálósítja
- Több anyag is alkalmazható egyszerre (több anyag tartály – pl. támaszanyag)
- Alapanyag választék széleskörű mind típusban, mind színben
- Kiváló felületi minőség
- Komplex formák könnyű megvalósítása



18

3D nyomtatási technológiák: PolyJet/MultiJet



BMETT WE CONNECT CHAIRS AND SYSTEMS

19

Összehasonlítás

Megéri-e összehasonlítani?

- Eszköz költség (alapanyag, nyomtató és kiegészítő eszközök)
- Nyomtató üzemeltetésének költsége
- Eszköz öregedése, szerviz költség
- Anyag költség (nem csak alapanyag)
- Anyag veszteség
- Idő tényezője (beüzemelés, nyomtatás, utómunkálat, takarítás)

Mi a munka darab célja?

Fájl: 19

BMETT WE CONNECT CHAIRS AND SYSTEMS

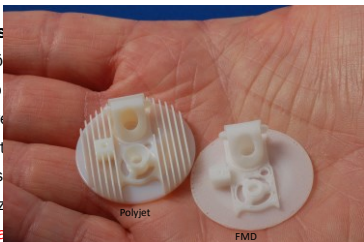
20

Összehasonlítás

Megéri-e összehasonlítani?

- Eszköz költség (alapanyag, nyomtató és kiegészítő eszközök)
- Nyomtató üzemeltetésének költsége
- Eszköz öregedése, szerviz költség
- Anyag költség (nem csak alapanyag)
- Anyag veszteség
- Idő tényezője (beüzemelés, nyomtatás, utómunkálat, takarítás)

Mi a munka darab célja?



Fájl: 21

BMETT WE CONNECT CHAIRS AND SYSTEMS

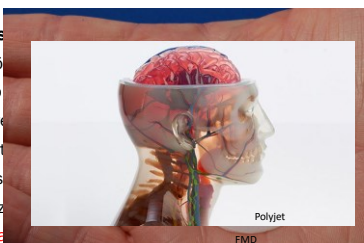
21

Összehasonlítás

Megéri-e öss

- Eszköz köl
- Nyomtató
- Eszköz öre
- Anyag köl
- Anyag ves
- Idő tényez

Mi a munka



Képek: [1]

22

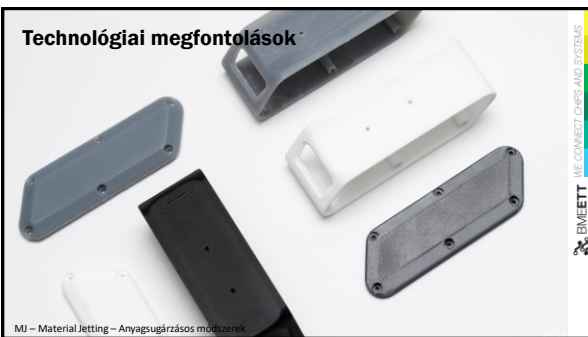
Technológiai megfontolások

Felhasználás	Leírás	Javasolt technológia
Prototípus gyártás	Legyen költséghatékony, gyors	FDM
Magas hőmérséklet tűrés	Hőmérséklet tűrő műanyagok, hőkezelésre alkalmas anyagok	MJ
Kiváló felületi minőség	SLS (nylon) szatén szerű felületi minőséget is eredményezhet, de az anyagsugárzás és az SLA is sima felületet képes kialakítani.	SLS, SLA, MJ
Pontosság	SLS (nylon), MJ akár 0,2-0,5 mm pontosságot érnek. Támaszanyag is szerepet játszhat.	SLA, SLS, MJ

MJ – Material Jetting – Anyagsugárzásos módszerek

23

Technológiai megfontolások



MJ – Material Jetting – Anyagsugárzásos módszerek

24

Technológiai megfontolások

Felhasználás	Leírás	Javasolt technológia
Átlátszóság	Az átlátszóság betekintést enged a belső alkatrészekre, pl a folyadékok áramoltatásánál szerepet játszik.	SLA, MJ
Flexibilis anyag	Gumi-szerű anyagoknak az alkalmazása, ami könnyíti pl. a gomboknak a mozgását, csatlakozóknak a használatát.	SLA, FDM

MJ – Material Jetting – Anyagsugárzásos módszerek

25

CAD szoftverek

CAD (Computer Aided Design) szoftverek szerepe gépészetben:

- Kialakítani kívánt model/eszköz megtervezése (2D, 3D)
- 3D-s megjelenítés
- Összeállítás megtervezése (több alkatrész)
- Műszaki rajz készítés
- Szimulációk elvégzése
- .stl file generálás

CAD szoftverek szerepe az elektronikai tervezésben:

- Elektronikai eszköz burkolat tervezés(enclosure)
- NYÁK tervezés (speciálisabb szoftver, kiegészítő szoftver)
- Összeszerelés menetének modellezésére, tervezésére

26

CAD szoftverek az elektronikában

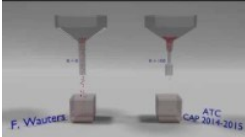
- SketchUp – Felhasználóbarát kezelőfelület, nem igényel tervezési tapasztalatot.
- Catia – Haladó tervező program, NYÁK tervezéshez alkalmas.
- Creo – Felhasználói felület egyszerűen használható, NYÁK tervezésre alkalmas. Az alkatrészek egyenként is kiválaszthatók, és a programmal egy belső nézet is elérhető.
- Solidworks – Mind NYÁK tervezésre mind burkolatok tervezésére alkalmas.
- Inventor – Felhasználóbarát CAD szoftver, amellyel egyszerű és komplex 3D-s elektronikai alkatrészeket tervezhetünk.

27

Poligon alapú CAD szoftverek

A 3D-s objektumok felületeit sokszögekkel ábrázolják, és így nagyszerű **szimulációs, animációs** szoftvereknek tekinthetők.

- Blender – szimulációk és animációk készítése
- 3Ds Max – 3D-s vizualizációhoz, létrehozhatunk összeállítási, szétszerelési és működési videókat.



<https://www.youtube.com/watch?v=2f9eRb-w5yl>



<https://www.youtube.com/watch?v=V-Y-gYEnDGI>

28

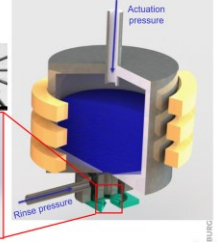
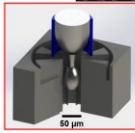
StarJet Technology

For direct, non-contact printing of molten metals

- Molten metal is ejected from nozzle in liquid state
- Metal solidifies upon impact on target

Pneumatically driven printhead

- Star-shaped nozzle chip
 - High directional stability
 - Oxidation reduced by sheath flow
- No temperature limitation for material
 - Bulk tin alloy (Solder) > 150 °C
 - Bulk Zinc alloy (ZAMAK) > 400 °C
 - Bulk Aluminium alloy > 660 °C
- No chemical / post-treatment needed (no inks / pastes / particles)



2023-03-29 Zhe Shu @ Technicat

2

29