

3D számítógépes geometria és alakzatrekonstrukció

3D nyomtatás

<http://cg.iit.bme.hu/portal/node/312>

<https://www.vik.bme.hu/kepzes/targyak/VIIIMA01>

Dr. Várady Tamás, Dr. Salvi Péter
BME, Villamosmérnöki és Informatikai Kar
Irányítástechnika és Informatika Tanszék



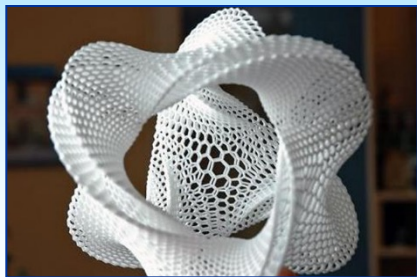
Tartalom

- A 3D nyomtatás története
- Miben új? miért jelentős?
- A hagyományos technológia korlátai
- A 3D nyomtatás folyamata
- Érdekes problémák
- Három *különböző* nyomtatási technológia
 - huzalolvasztás
 - sztereolitográfia
 - szinterelés (összesítés)
- Hasznos források

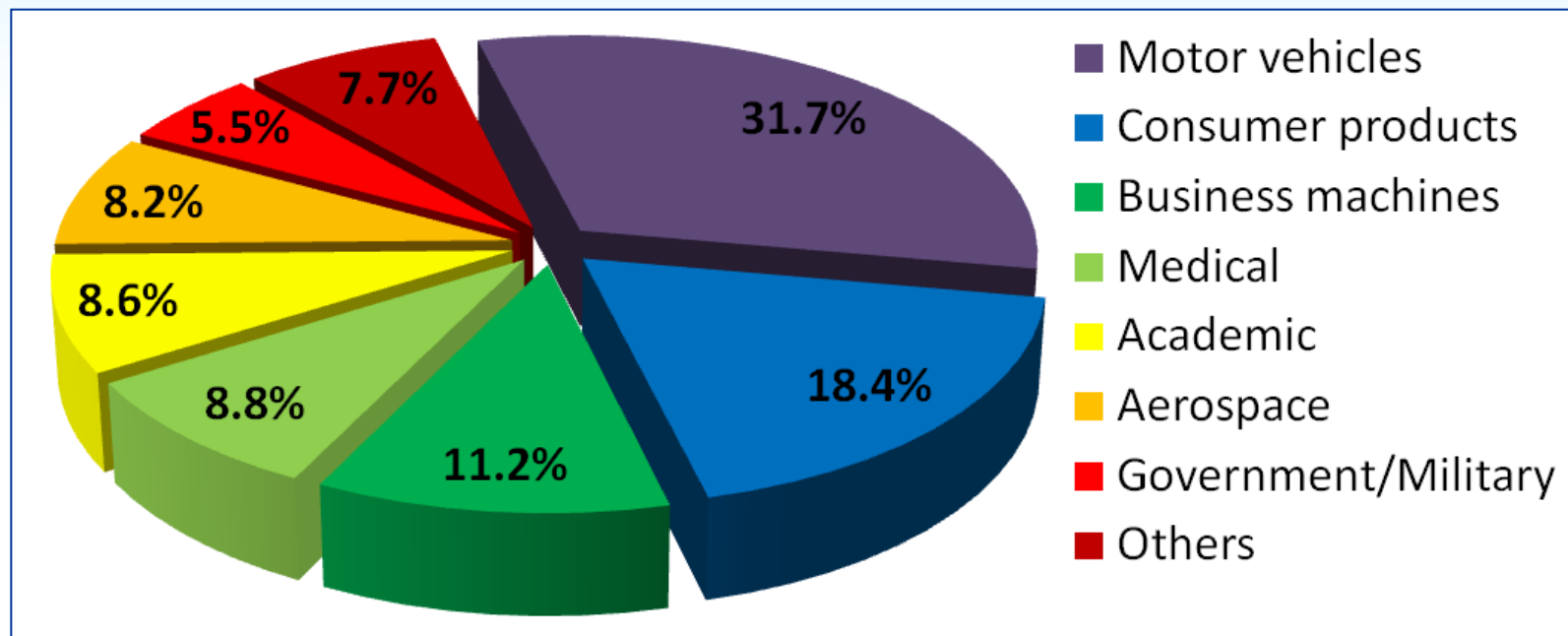
3D nyomtatás₁

- a 80-as évek vége: már létező technológiák
- 2000-es évek - egy új iparág "berobban"
 - lézertechnológia, anyagtudomány, számítási hatékonyság, CAD, stb.
- igen széles felhasználó kör
 - tervezés - 'rapid prototyping'
 - gyártás - igen jó minőségű, különleges alkatrészek - (nagy sorozatokra nem gazdaságos)
 - orvosi alkalmazások – fogászat, protézisek, stb....
 - szórakoztató ipar, oktatás, kutatás, hobbi
 - → 'desk-top' 3D nyomtatás
- árfekvések: 100e Ft – 1m Ft – 5m Ft – ?
- | | | |
|-------|-------|-------|
| hobbi | profi | ipari |
|-------|-------|-------|

3D nyomtatás₂



3D nyomtatás - alkalmazások

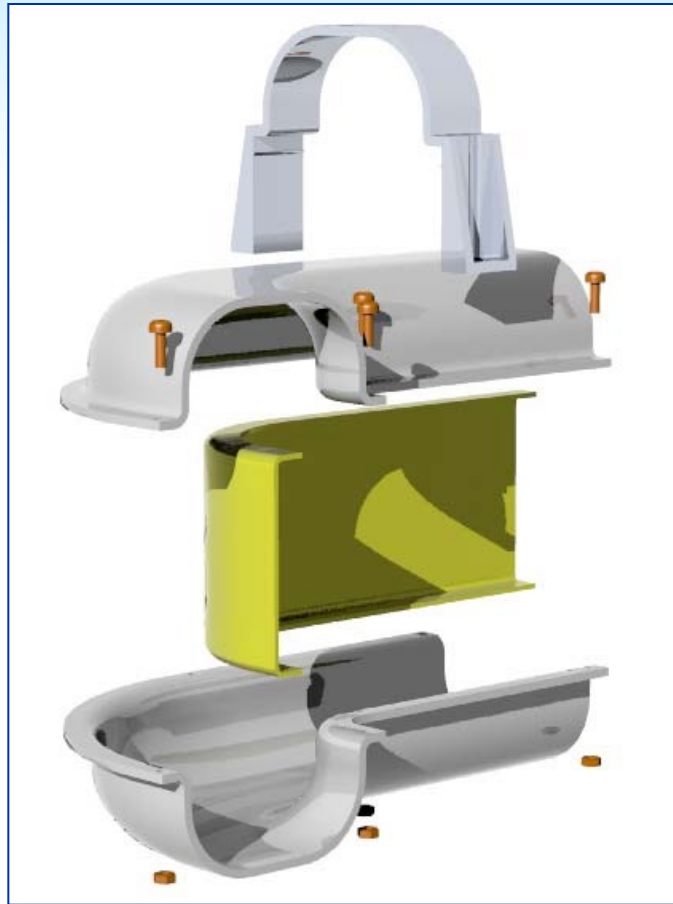


Source: Wikipedia

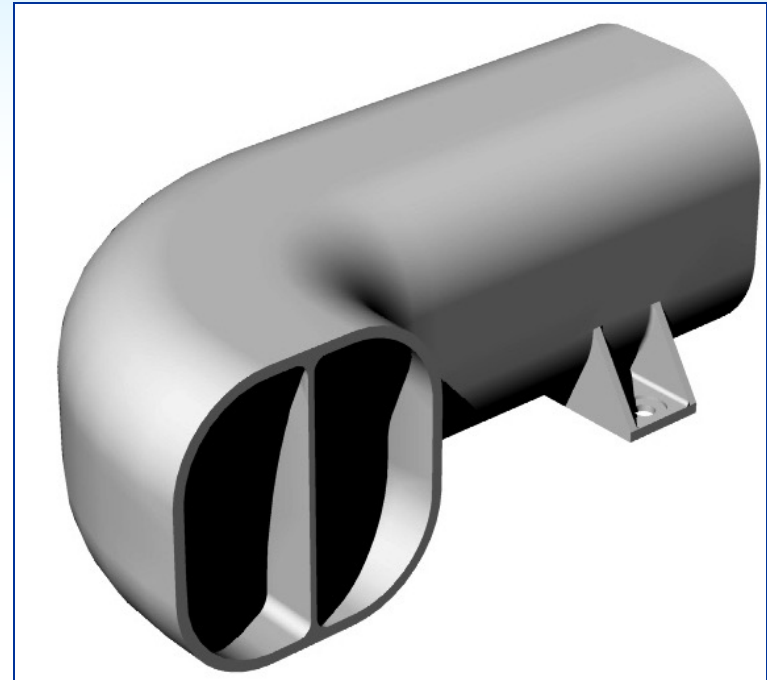
Additív megmunkálás₁

- egymásra épülő rétegek (10 μm – 400 μm), minőség \leftrightarrow rétegvastagság
- hagyományos forgácsolás - *szubtraktív*: top \rightarrow down
- *additív* megmunkálás: bottom \rightarrow up
- átlépi a hagyományos gyártás korlátait
- hatékony, üregek létrehozása !, nagy komplexitás, szerelvények egyben, nem kell felszerszámozás, különleges részletgazdagság, kompozit anyagok, stb.
- technológiai problémák
- orientáció, falvastagság, külső és belső támasz struktúrák létrehozása és eltávolítása

Szerelvények₁ - egy alkatrész



szerelt alkatrész (16 darab)



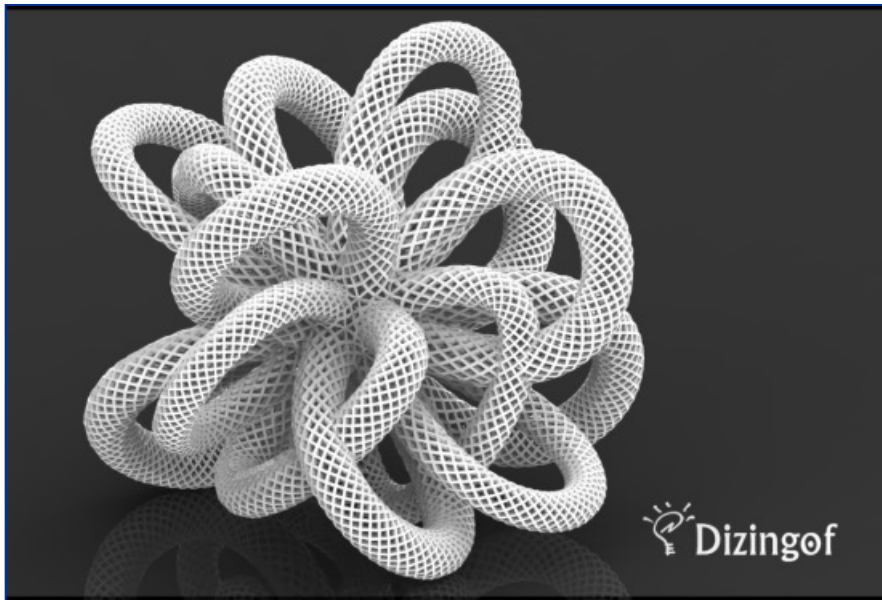
3D nyomtatással - 1 alkatrész

Szerelvények₂ - egy alkatrész

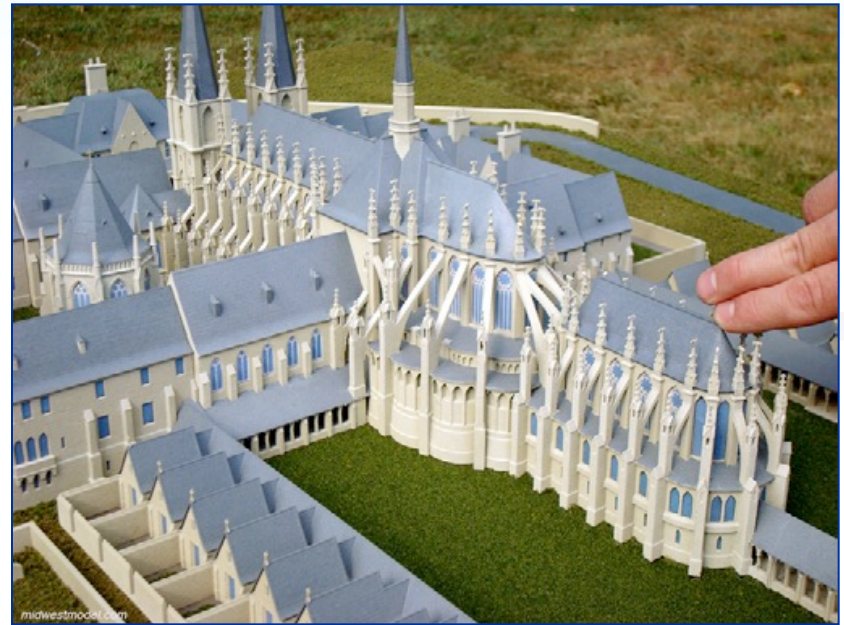


12 tengely, 12 kúpos fogaskerék;
3D nyomtatással - 1 alkatrész

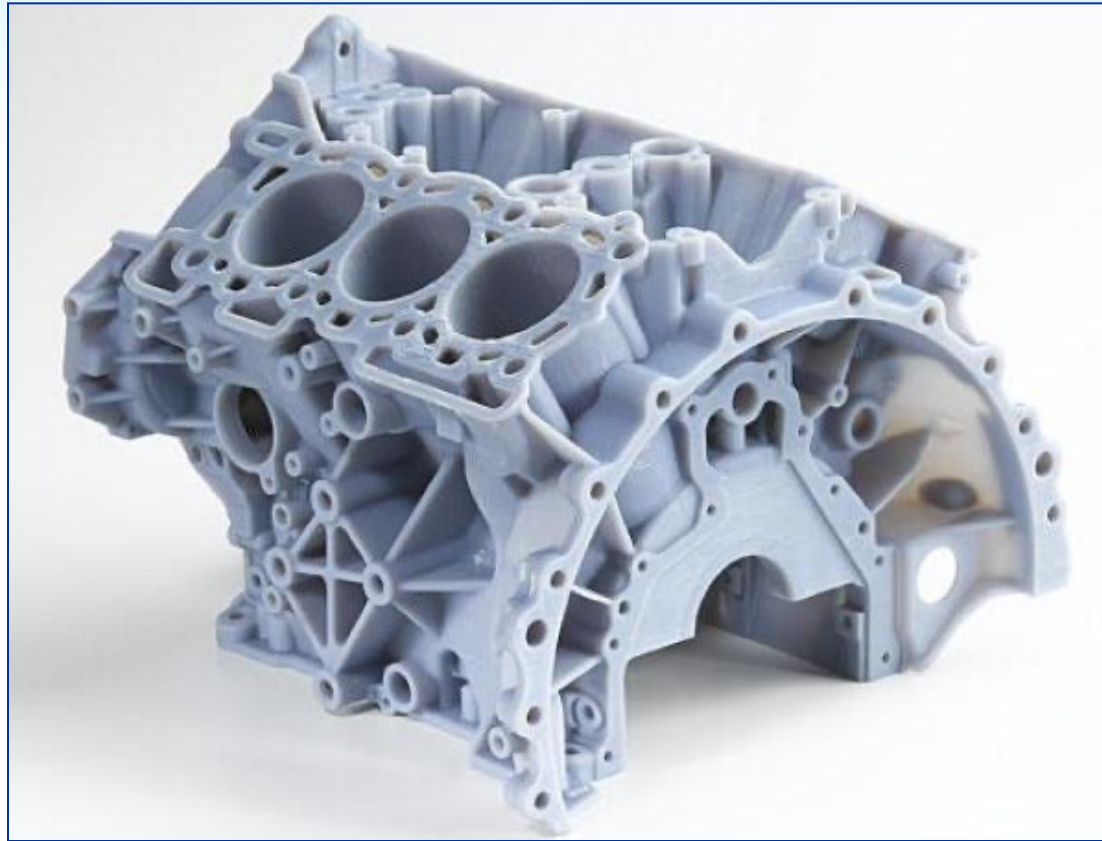
Részletgazdag tárgyak₁



Részletgazdag tárgyak₂

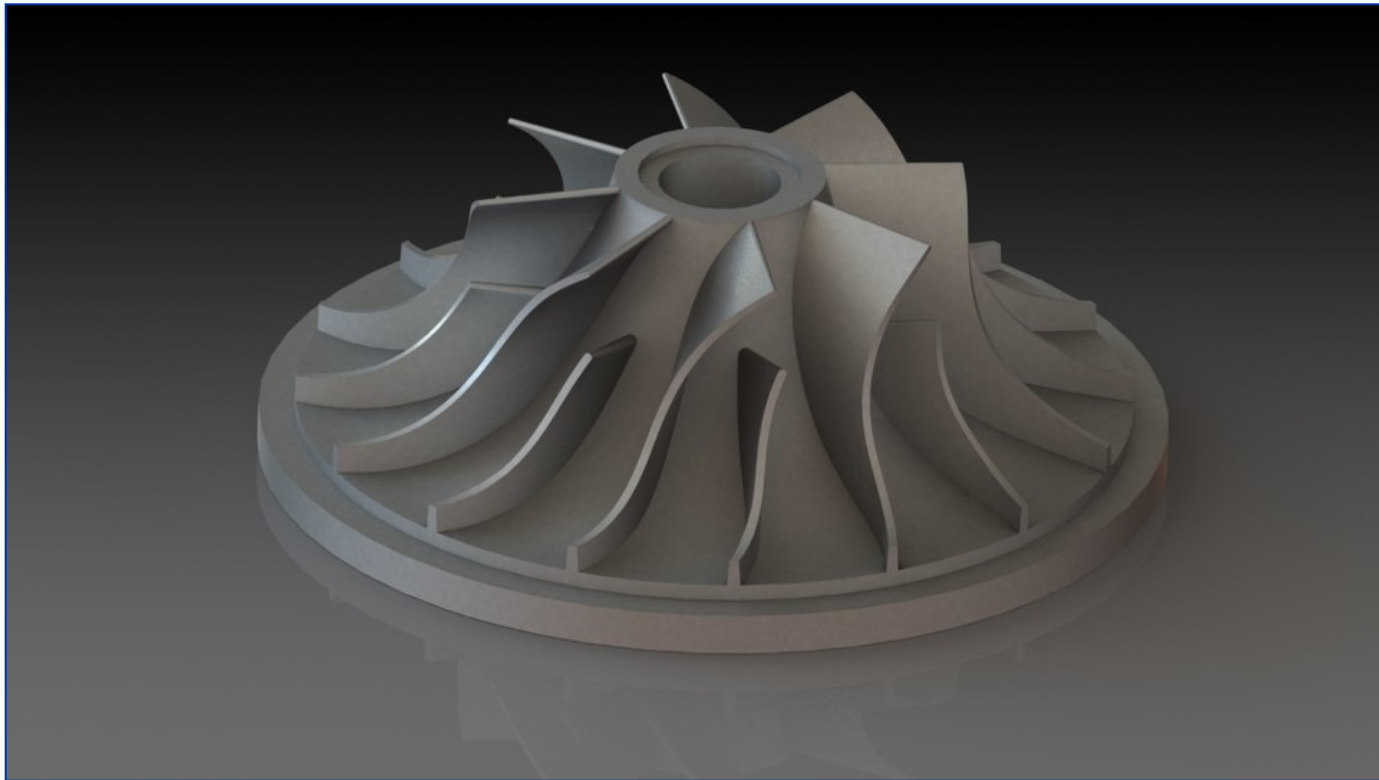


3D nyomtatás vs. komplex öntvények



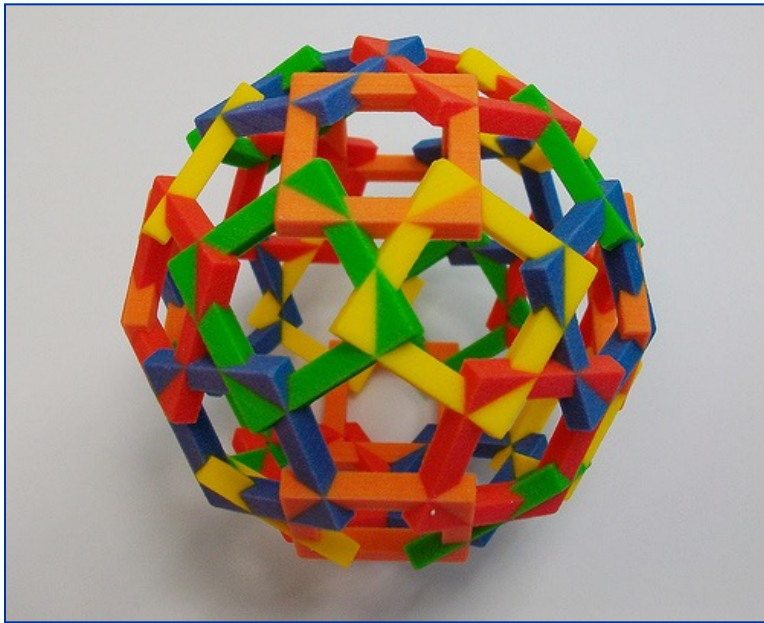
Hagyományos megmunkálás esetén - nagyon bonyolult, magas költségű öntőszerszám

3D nyomtatás vs. 5D-s NC megmunkálás



Source: GrabCAD

Különböző anyagok kombinációja



Source: GrabCAD.com

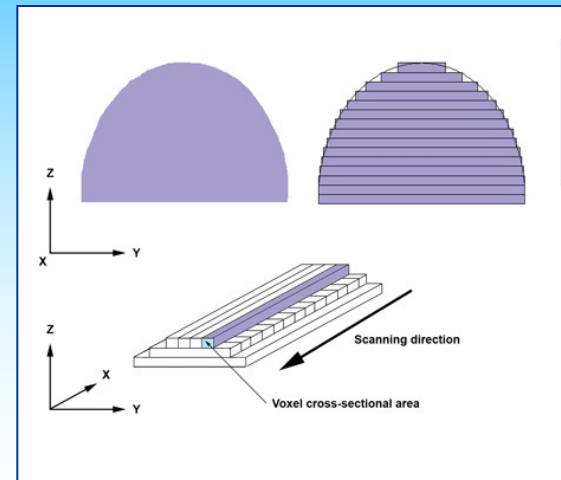


Source: 3D Systems

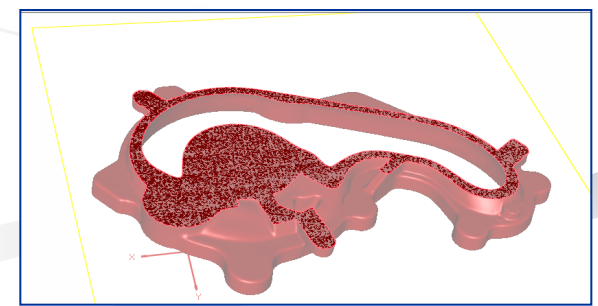
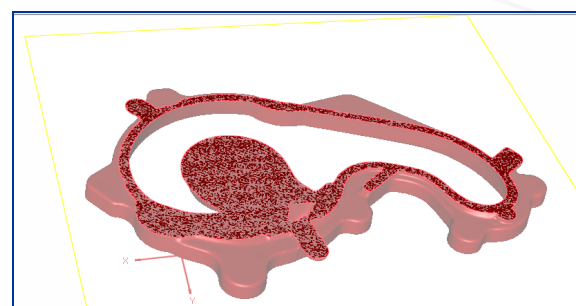
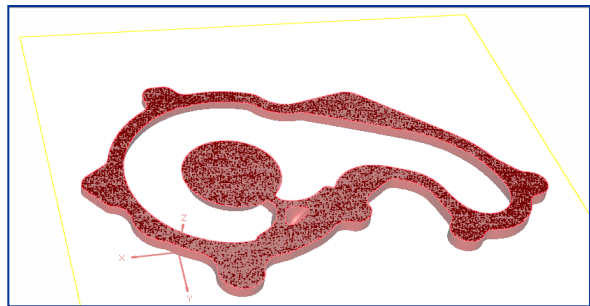
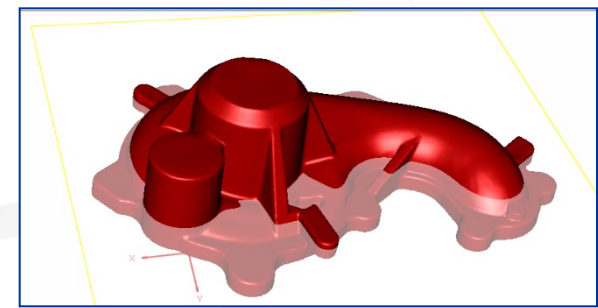
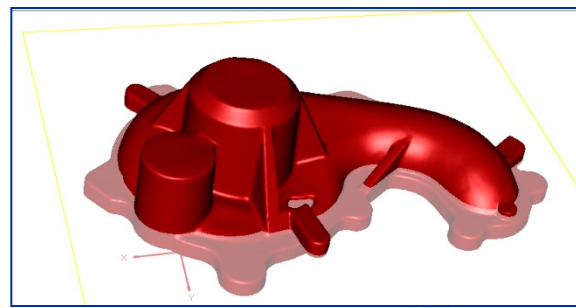
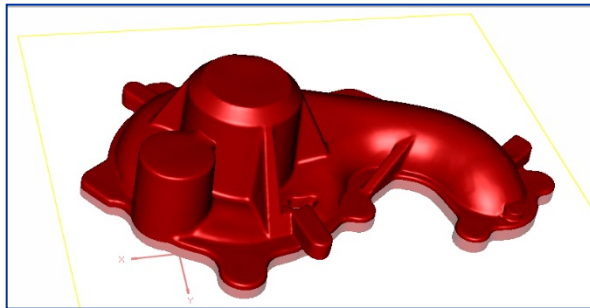
Az eljárás lépései

1. Input: a) CAD modell, b) szkennelt ponthalmaz
2. Háromszögháló létrehozása (.stl)
3. Háromszögháló ellenőrzése és javítása
 - metszetek, falvastagság, stb.
4. Legjobb orientáció beállítása, külső és belső támasz struktúrák létrehozása
5. 3D nyomtatás
6. Posztprocesszálás
 - támasz struktúrák eltávolítása, polírozás, színezés, stb.

Additív megmunkálás₂ - szeletelés (slicing)

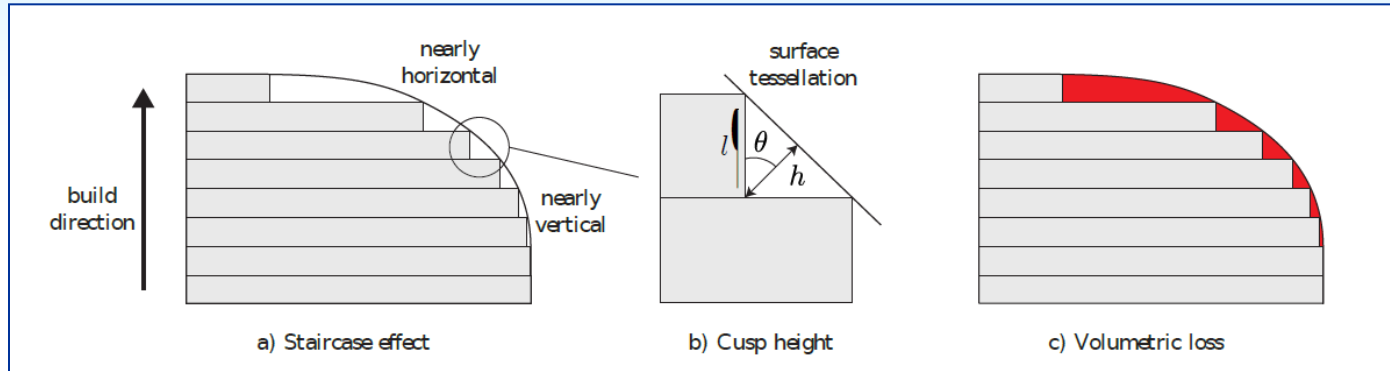


Source: Wikipedia



Geomagic Studio

A pontatlanság mérése



Source: Livesu et al.'17

- mérőszámok
 1. térfogat csökkenés lépcsőfokként
 2. összesített csúcs eltérés
- a vízszintes részek rosszabbak

Hibás háromszögháló struktúra



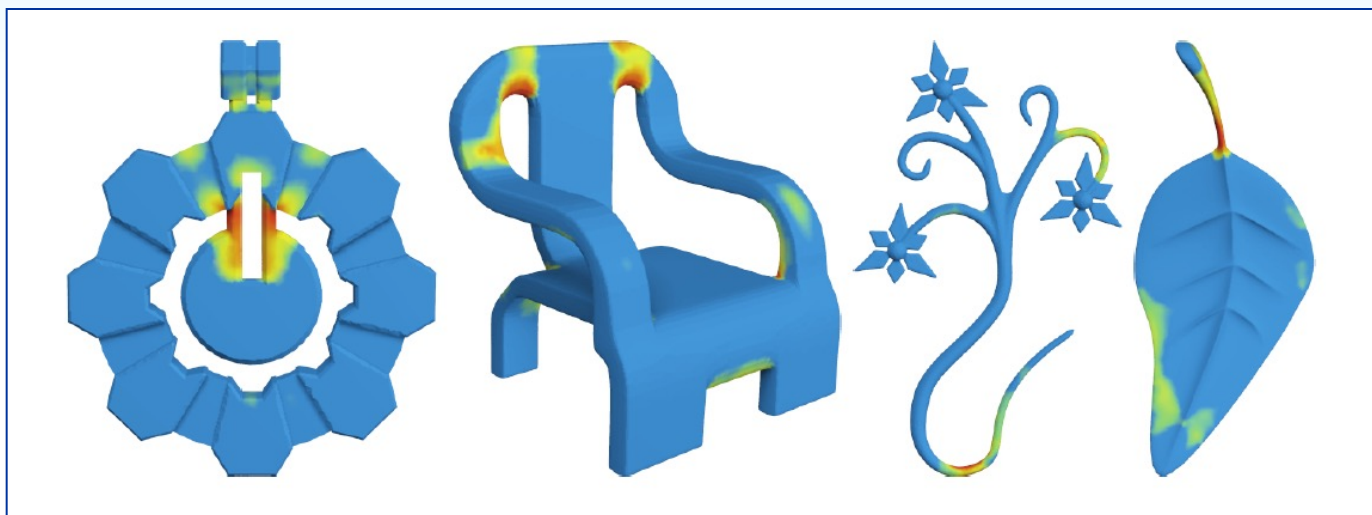
Source: Livesu et al.'17

Problémák:

- nem tömör test, lukak, tüskék, önmetszés, túl keskeny, stb.

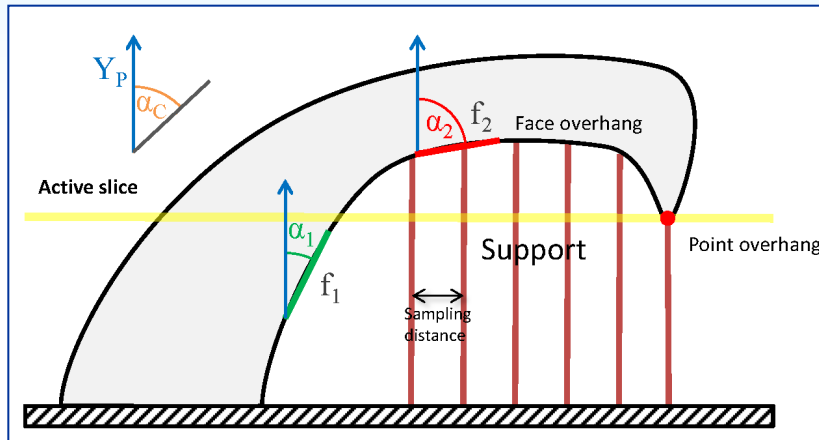
Preprocessing: jó minőségű háromszögháló biztosítása

Gyenge strukturális részek

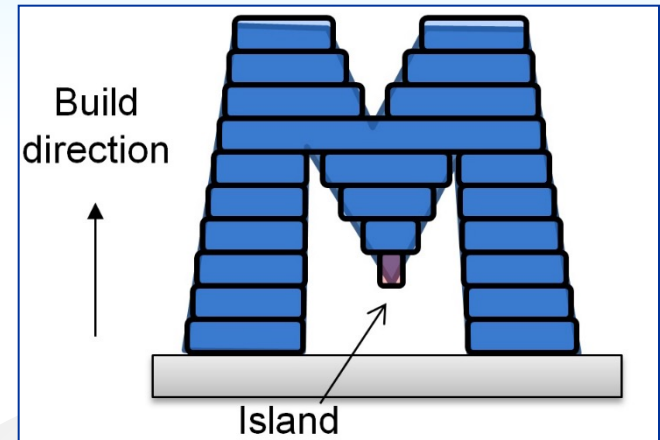


Source: Livesu et al.'17

Alátámasztási kényszerek



túlnyúlás



sziget

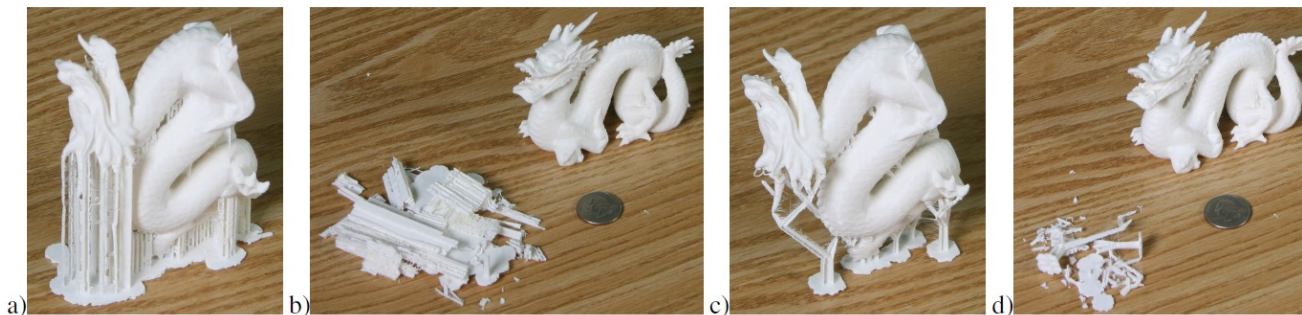
- stabil alátámasztásra van szükség

Támasz struktúrák

- kritikus technológiai kérdés
 - mechanikus
 - vegyi; kompozit anyagok
- utómegmunkálás



Source: Vanek et al., CGA 2014



Source: Wang et al., SigAsia 2013

Belső támasz struktúrák



Wang et al., SigAsia 2013

Három alaptechnológia

1. FDM - Fused Deposition Modelling - **huzalolvasztás**

Anyag: vékony hőre lágyuló műanyag (akril, nejlon, polietilén, stb.); különböző anyagú/színű vékony huzalok

Támaszanyag: oldható, ultrahangos mosó lúgos folyadékkal

2. SLA - Stereolithography - **sztereolitográfia**

Anyag: fényre (UV - lézer) szilárduló (fotopolimer) folyadék

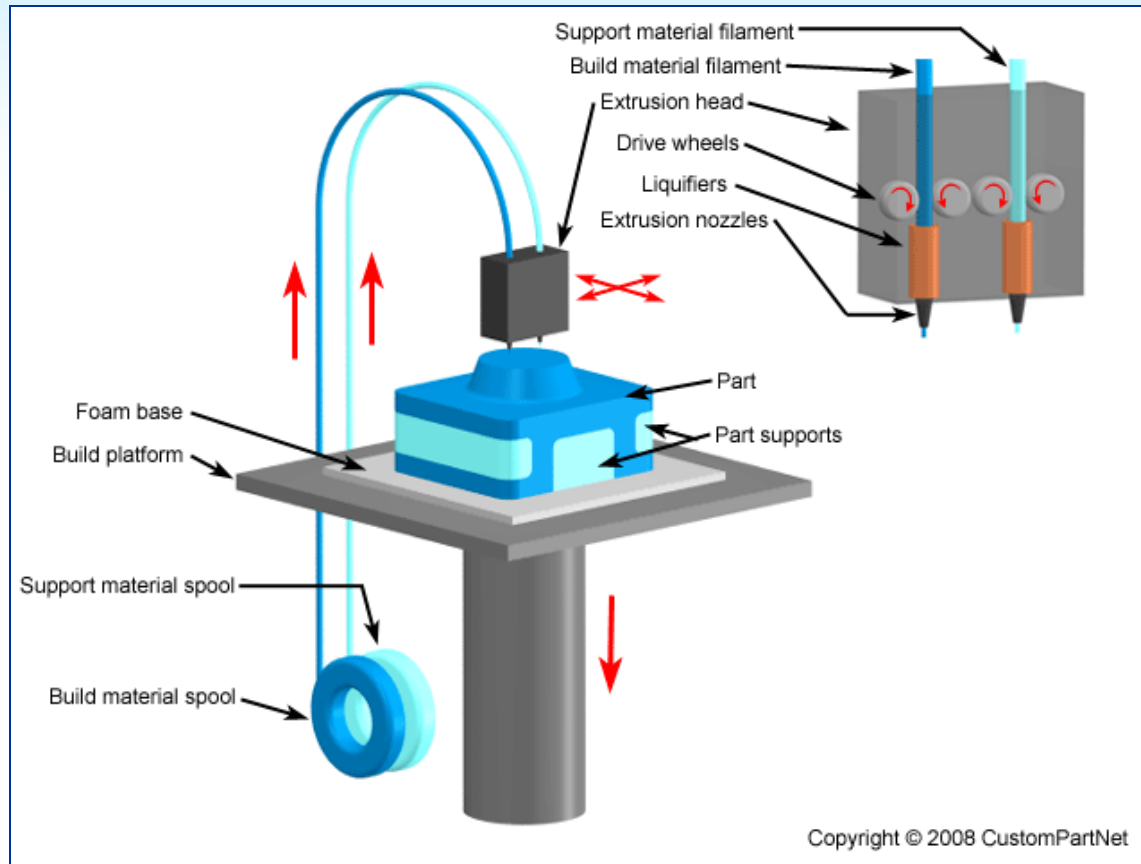
Támaszstruktúrára szükség van.

3. SLS - Selective Laser Sintering, DMS - Direct Metal Sintering - **szinterezés, összesítés**

Anyag: por (granulátum) - (magas) hőmérsékletre szilárduló, műanyag, acél, réz, kerámia, stb.

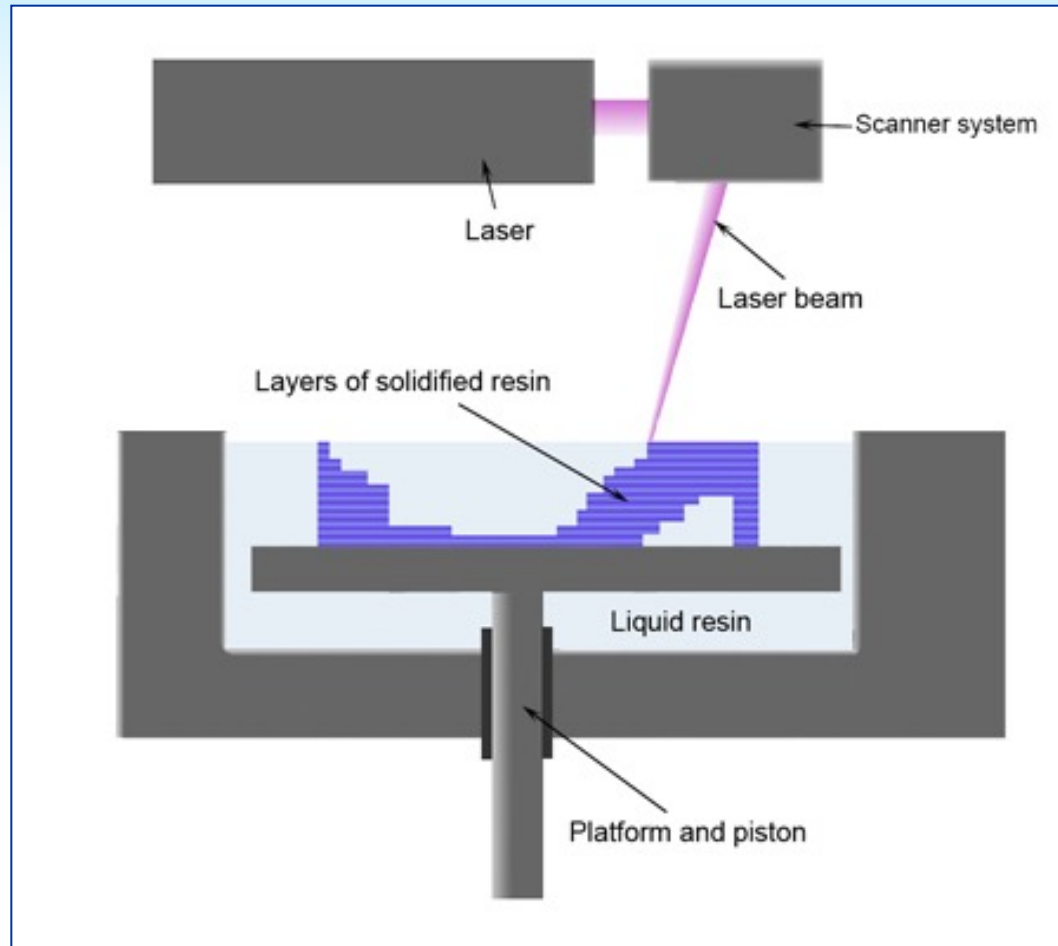
Támaszanyag: minimális, a por támasztékot ad

Fused Deposition Modeling (FDM)



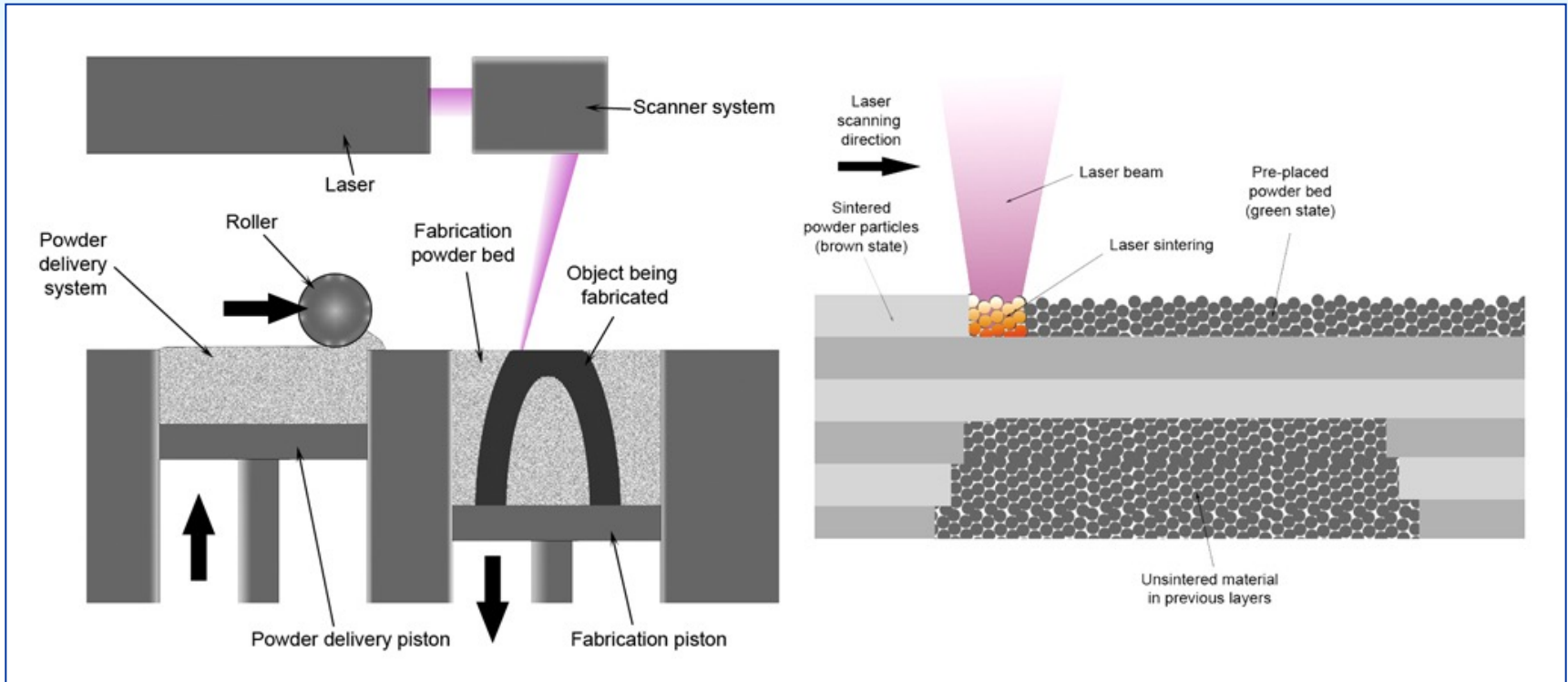
Fused Deposition Modeling (FDM) Technology.mp4

Stereolithography (SLA)



Stereolithography (SL) Technology.mp4

Selective Laser Sintering (SLS) Direct Metal Sintering (DMS)



Laser Sintering (LS) Technology.mp4

Metal Laser Sintering (MLS) Technology.mp4

Fontos források

http://en.wikipedia.org/wiki/3D_printing

<https://www.solidconcepts.com/technologies/>

<http://www.shapeways.com/tutorials/popular?li=nav>

<http://www.3dsystems.com/>

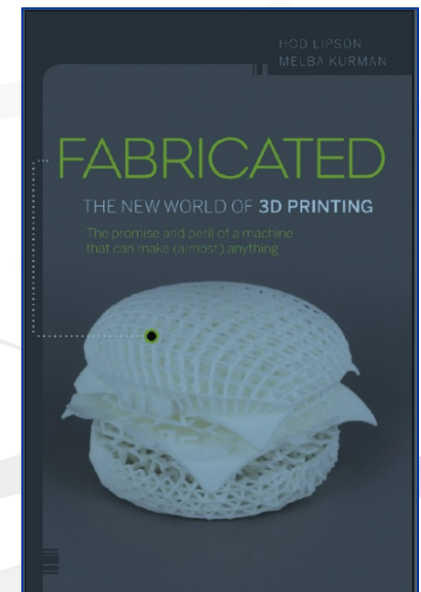
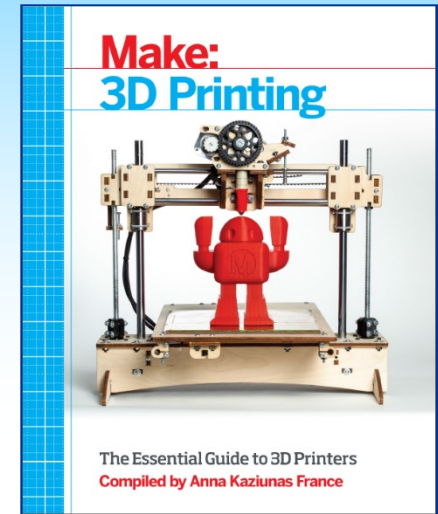
<http://www.stratasys.com/>

<https://formlabs.com/>

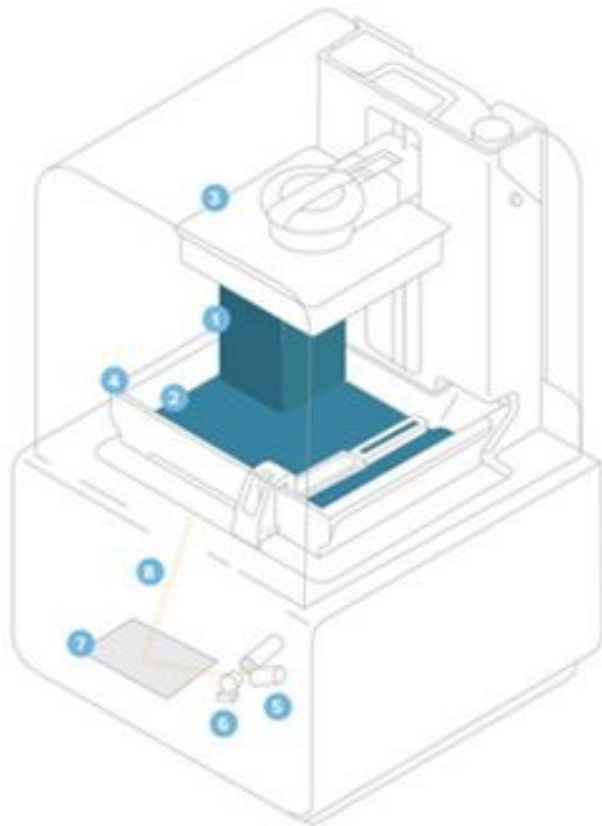
<https://formlabs.com/3d-printers/form-2/>

State-of-the-art survey:

M. Livesu et al.: From 3D Models to 3D Prints: an Overview of the Processing Pipeline, Computer Graphics Forum, Vol 36, No 2, 2017, pp 537-564



A Form2 3D nyomtató felépítése



Inverted Stereolithography (SLA)

- 1 Printed Part
- 2 Resin
- 3 Build Platform
- 4 Resin Tank
- 5 UV Laser
- 6 Galvonometers
- 7 X-Y Scanning Mirror
- 8 Laser Beam