

# Dodajalne tehnologije

3D-tisk ali industrijska proizvodnja

Igor Drstvenšek

3D-TISK / PRILOŽNOSTI ZA INDUSTRIJO



## Start me up...

- u.d.i.s. → Libela Celje
- uvajanje 3D CAD v proizvodnjo
- Scorpions: „Wind of Change“ ...



**1991**  
„Wind of Change“



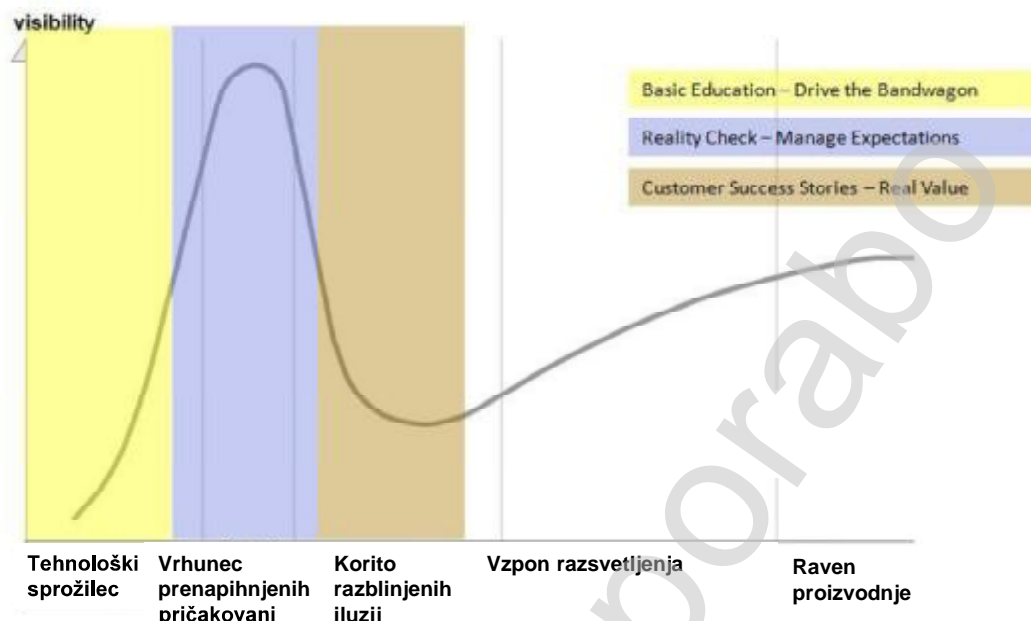
## 2002 – Univerza v Mariboru

### ■ Fakulteta za strojništvo





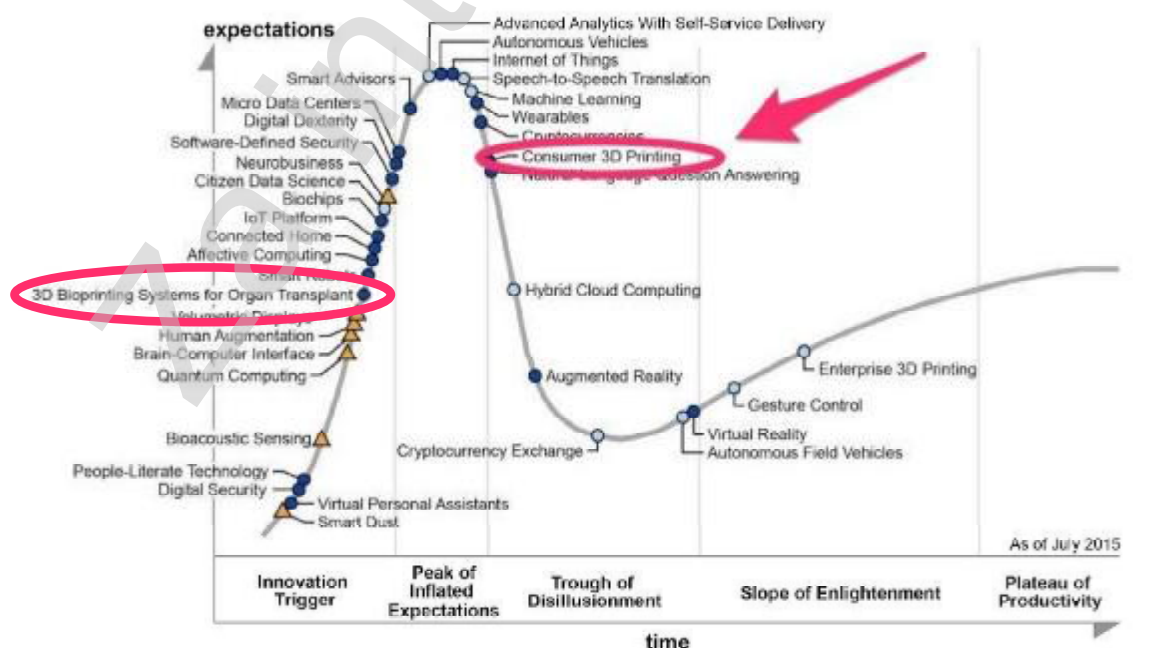
# Cikel navdušenja



(vir: SageCircle)



# Cikel navdušenja nad tehnologijami



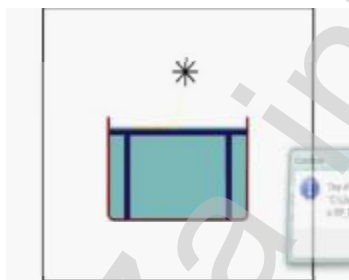
(vir: Gartner)

Plateau will be reached in:  
 ○ less than 2 years    ◐ 2 to 5 years    ● 5 to 10 years    ▲ more than 10 years    ⊗ obsolete before plateau



## Dodajalne tehnologije

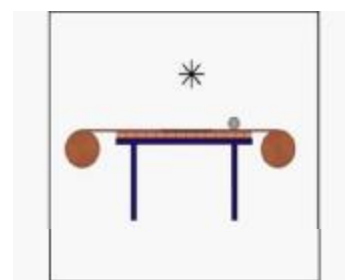
Selektivno strjevanje



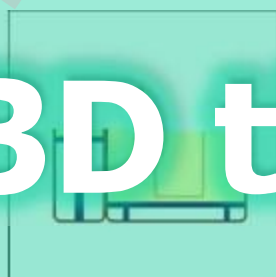
Selektivno taljenje



Nalaganje krojenih plasti



Ciljno nalaganje – (3DP)



Ciljno nalaganje – neprekinjeno



# 3D tiskalniki



# SLA - komercialni razvoj

Marec, 1986 Charles Hull in Raymond Freed ustanovita 3D Systems



3D Systems

SLA 3500(1998) in ProJet 7000(2012)

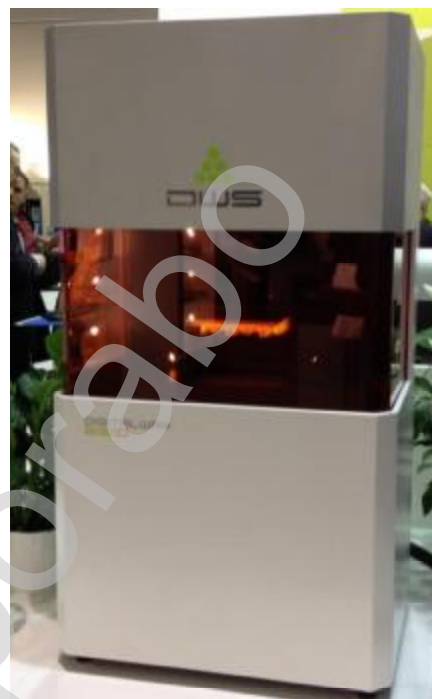


Gorenje prototipna





# DWS



# FormLabs





# SLS - komercialni razvoj

1986-87

Deckard's SLS patent, DTM, Selective Laser Sintering



Carl Deckard, Joe Beaman (1987)



Carl Deckard, Joe Beaman, in Paul Forderhase (2012)

## Sinterstation 2000 (DTM)



## 3D Systems sPro60 in sPro140







# Primeri uporabe



# SLM – komercialni razvoj

1991

Fockele & Schwartze; Selective Laser Melting





## Electrone Beam Melting - ARCAM



# FDM – komercialni razvoj

1988

Lisa & Scott Crump ustanovita STRATASYS

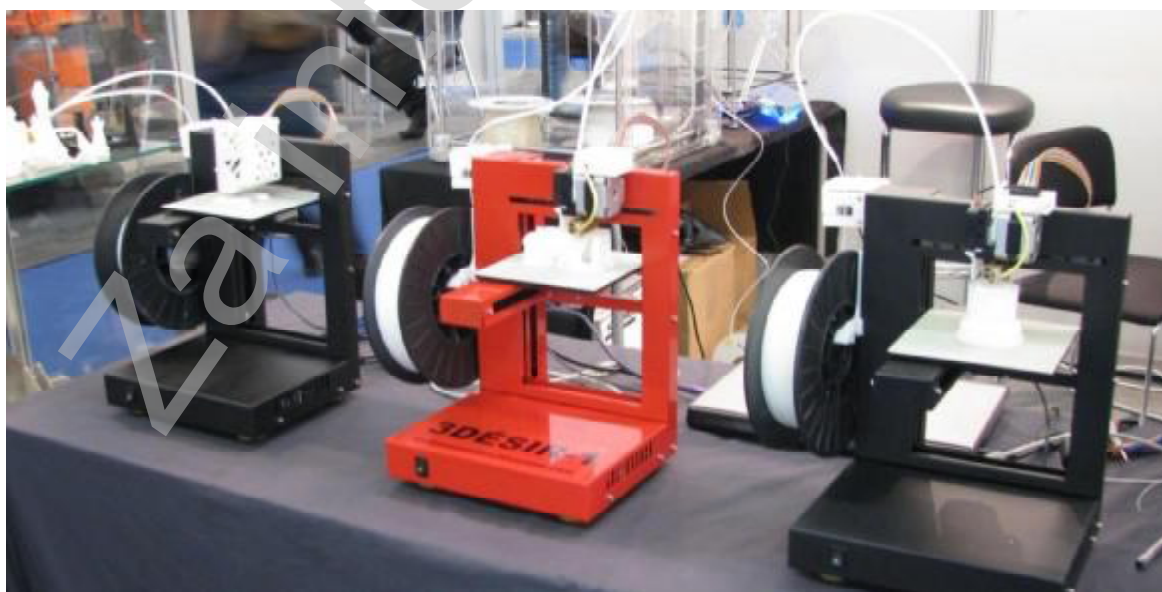




## Primeri uporabe



## Tiertime Technologies (China)





## 3D tisk zgradb (Qingdao, 2014)



## Ciljno nalaganje – kapljično Z printer = ProJet (2012)





Priložnosti

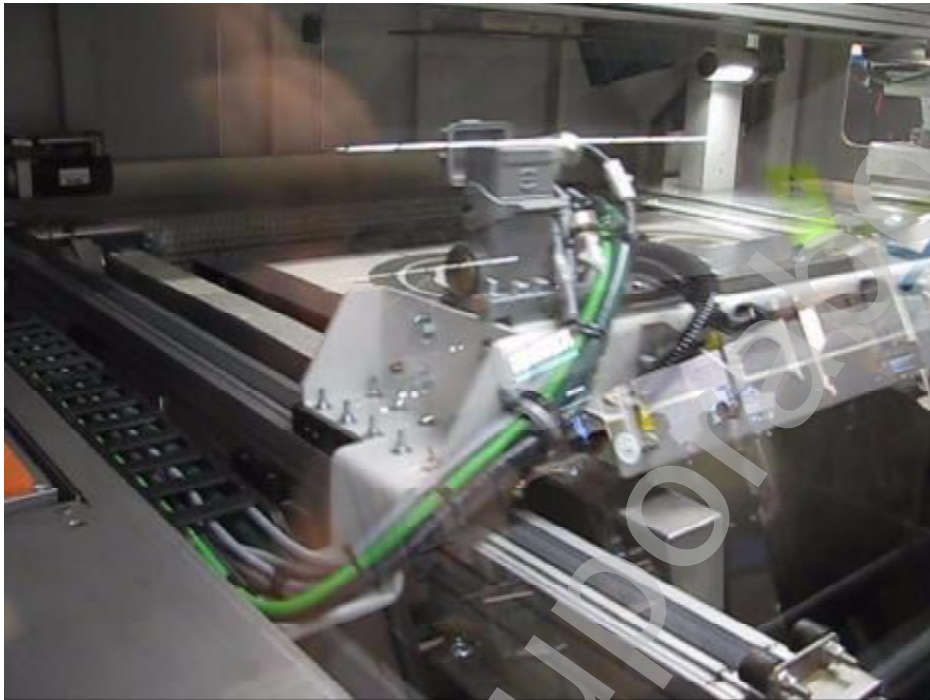


VoxelJet





# VoxelJet

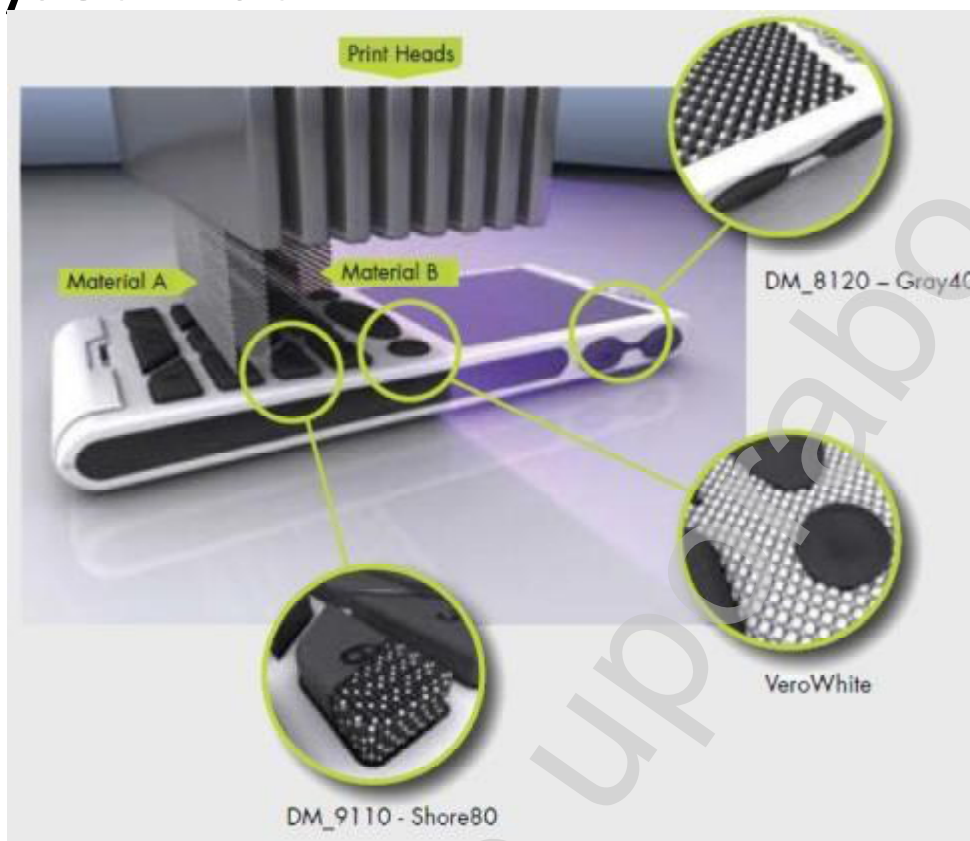


## Primeri uporabe





# PolyJet Matrix



# Polyjet Matrix (Stratasys-Objet)







# HP



## Nalaganje krojenih plasti LOM 1050 (Helysys)





## SD300 (Solido)

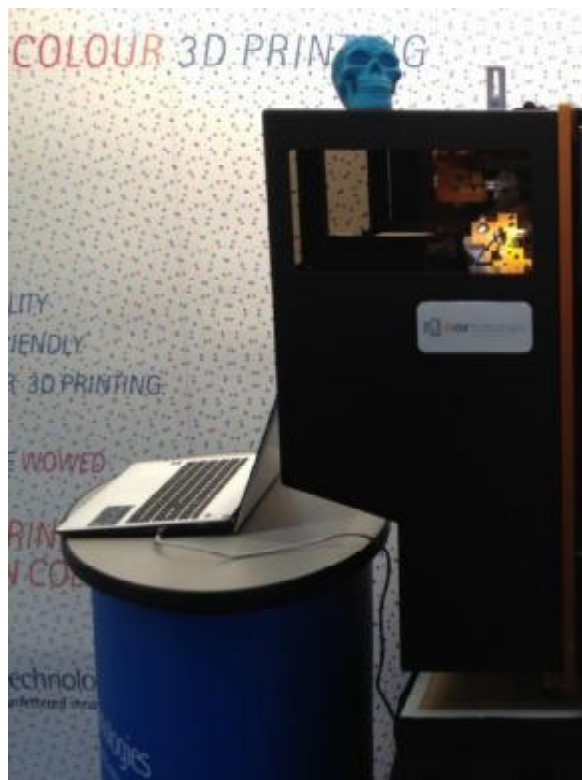


## McCor Technologies





## McCor Iris



## DT – uporaba





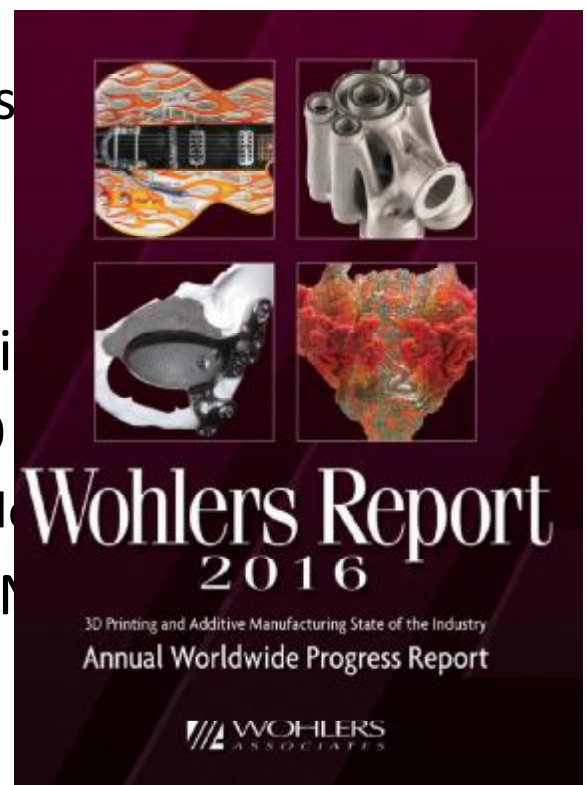
## Prednosti DT

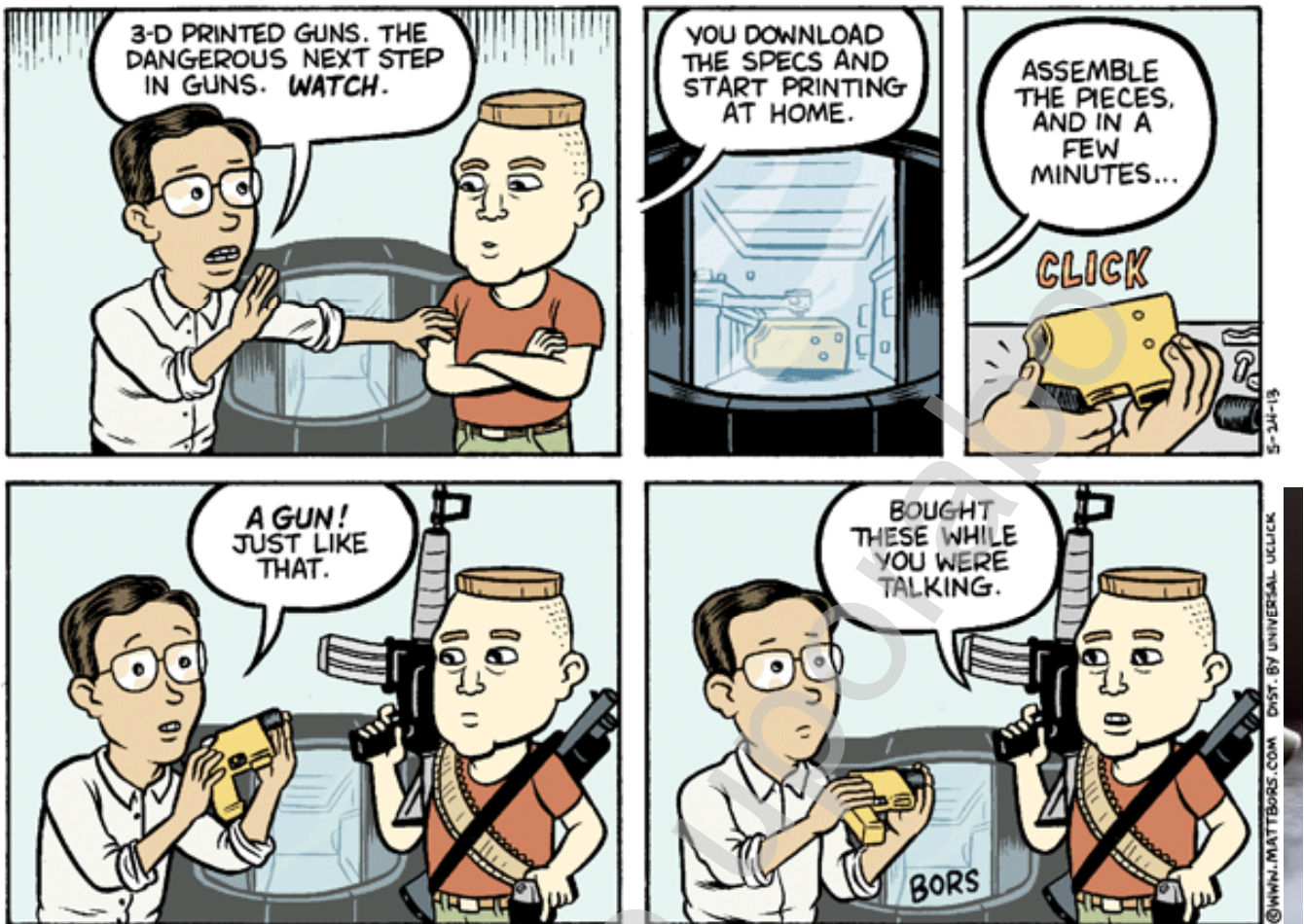
- Izdelati je mogoče majhno serijo izdelkov, v kateri je vsak izdelek delno prilagojen naročniku
  - Nove poslovne priložnosti za masovno prilagojene izdelke
- DT dopuščajo združevanje mnogo preprostih kosov v enega, oblikovno kompleksnejšega
- Manjšo serijo izdelkov je mogoče dati na trg z zelo majhnim kapitalnim tveganjem
  - ni potrebe po kalupih in posebnih orodjih.
- DT omogočajo relativno poceni preizkušanje idej kar odstrani problem „izdelave“
  - in generira mnogo novih inovacij, ki s konvencionalno izdelavo nikoli ne bi prišle na dan.



## DT v številkah (2015)

- 62 proizvajalcev industrijskih sistemov
- 21 različnih tehnologij
- 5,165 mrd USD – trenutni vrednost
  - 6x povečanje od leta 2010
  - 25,9% kumulativna rast v letih 2010-2015
- TRG JE ŠE VEDNO MAJHEN





## Razumevanje DT

- Veliko različnih tehnologij in zmeda poimenovanj

- SLS, FDM/FFF, EBM, SLM, LOM,...

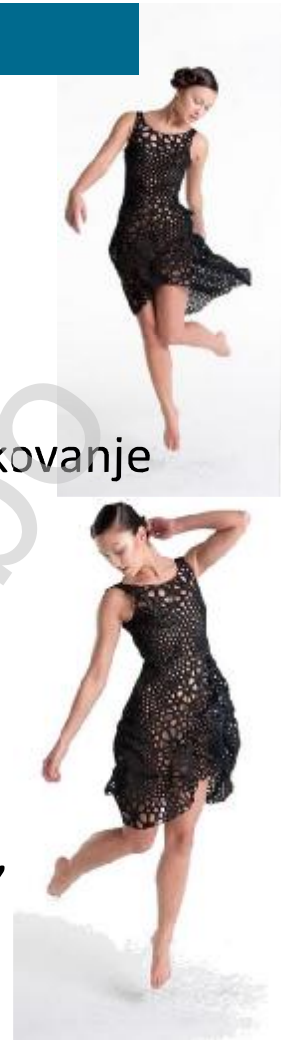
- Veliko gradiv

- različni rezultati pri istem materialu zaradi različnih parametrov
  - posebne plastike (dodatki)
  - kompoziti



## Razumevanje DT

- Nove možnosti oblikovanja
  - „oblikovna zahtevnost zastonj“
  - Porozne konstrukcije in nemasivno oblikovanje
  - Topološko optimiranje in bionika
- Novi proizvodni izzivi
  - Vpliv temperature
  - Skrčki in popačenja konstrukcij
  - Naknadna obdelava (podpore, poliranje, dodelave)



## Ovire pri razumevanju DT

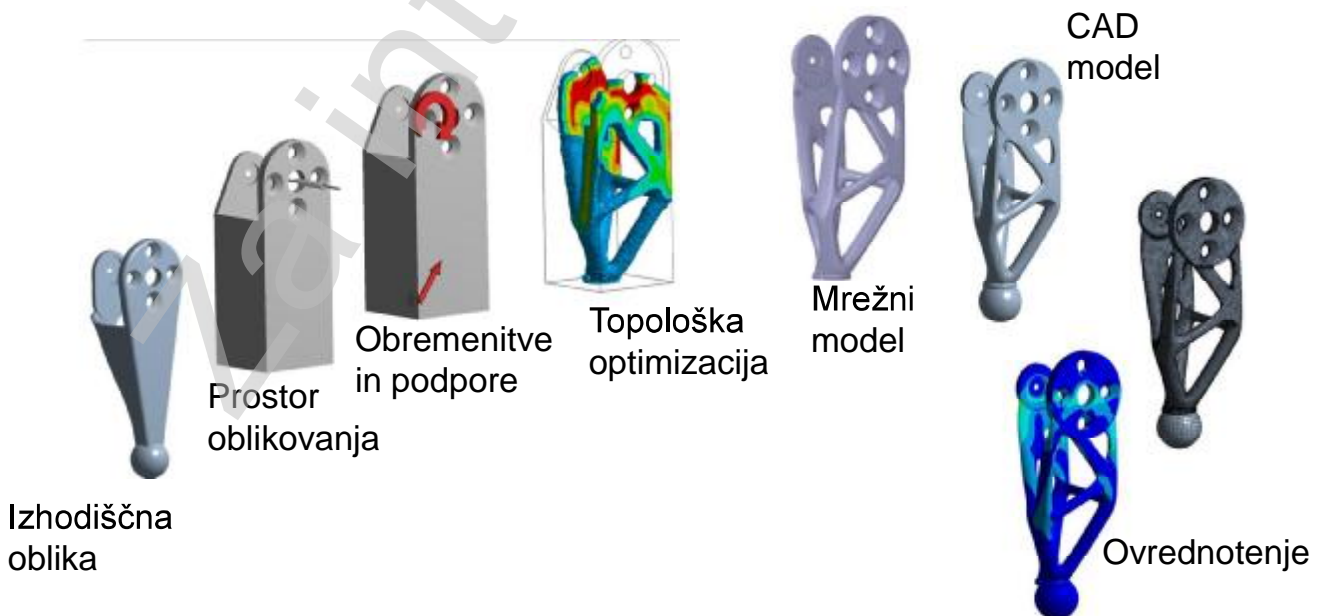
- Pomanjkanje znanja o
  - sistemih,
  - tehnologijah,
    - sposobnostih
    - omejitvah
- Ozkoglednost
- Navade
- Pritiski vsakodnevnih nalog



# Prihodnji trendi

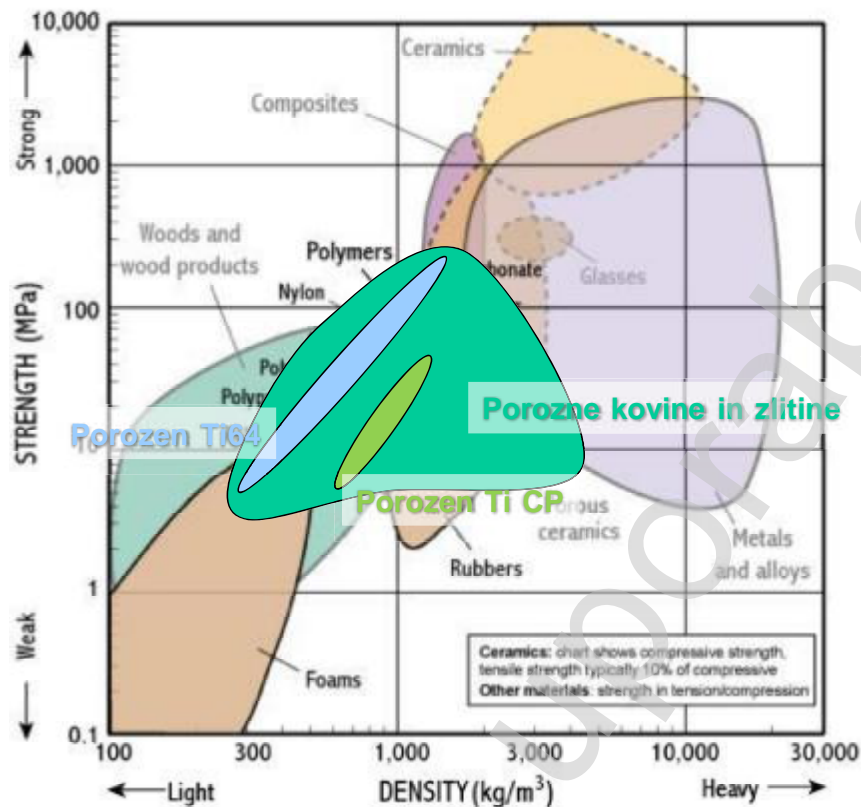


# Trend: topološka optimizacija





## Mrežaste strukture – generirana poroznost



## Uveljavitev DT v industriji

- Spremeniti navade inženirjev
- Spremeniti pričakovanja vodstva
- Izobraziti zaposlene
- Podpreti in ustvariti pogoje za razmišljanje izven ustaljenih okvirjev





## Izzivi...

- Začetni vložek
- Čas
- Izobraževanje



## Sporočilo za domov:

- **DT zahtevajo DIGITALEN, 3D MODEL:**
  - Po možnosti oblikovan tako, da izkoristi prednosti AM
- **Izbira DT določi tudi material**
  - in fizikalne lastnosti izdelka
  - in ceno...
- **DT niso univerzalne**
  - njihova izbira je odvisna od aplikacije

# Ključno sporočilo dneva



≠



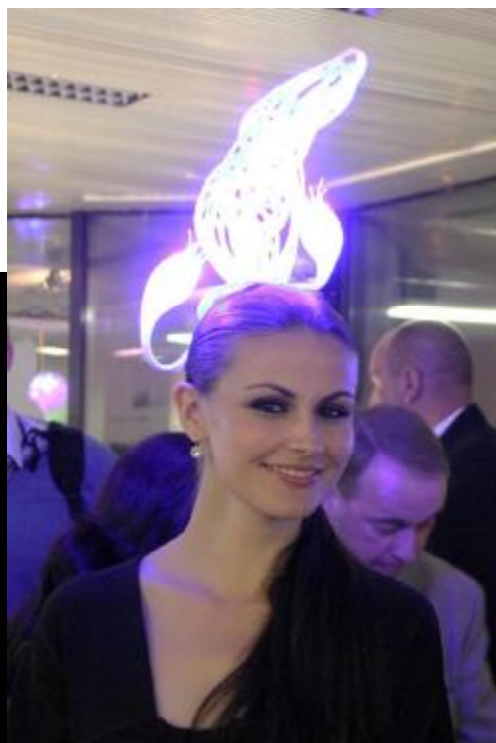
≠



3D-TISK / PRILOŽNOSTI ZA INDUSTRIJO



## VPRAŠANJA?



**rapiman.net**

International Conference on Additive  
Technologies

- 6<sup>th</sup> bienial conference

**ICAT 2016**

Nürnberg, Mövenpick Konferenz Center Nürnberg Airport,  
November 29<sup>th</sup> - 30<sup>th</sup>, 2016

[www.icat.si](http://www.icat.si)

Za interno uporabo