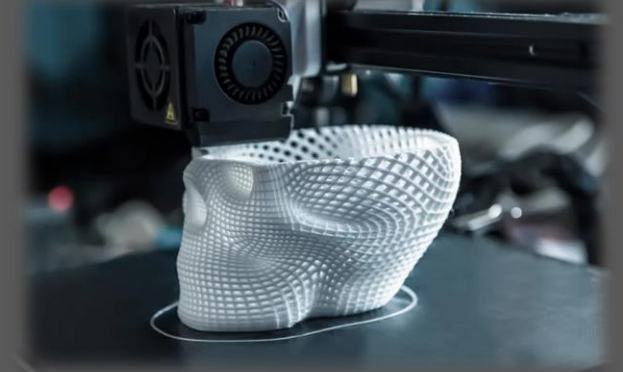
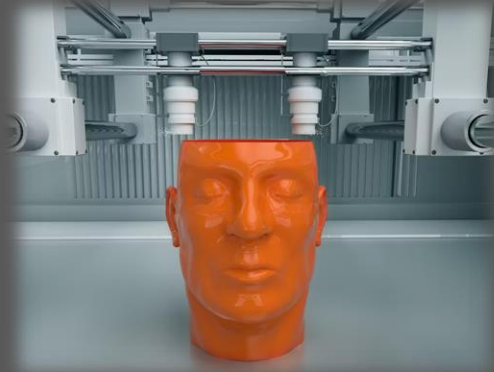


16. Seminar Josipa Roglića – Zadar, 14. travnja 2023.



Primjena tehnologije 3D printanja u nastavi geografije

doc. dr. sc. Fran Domazetović

GAL



Sveučilište u Zadru
University of Zadar



Uvod – trodimenzionalni ispis

- **Trodimenzijski (3D) ispis** → izrada trodimenzijskih fizičkih modela na temelju CAD modela ili digitalnih 3D modela
- U svakodnevnoj upotrebi i pojam **3D printanje**
- Pojam "3D ispis" obuhvaća niz procesa u kojima se određeni materijal taloži, spaja ili skrućuje pod kontrolom računala kako bi se stvorio željeni **trodimenzijski fizički objekt**
- Postoje različiti materijali za 3D ispis → *plastika, tekućina ili prah*

Uvod – povijesni razvoj 3D ispisa

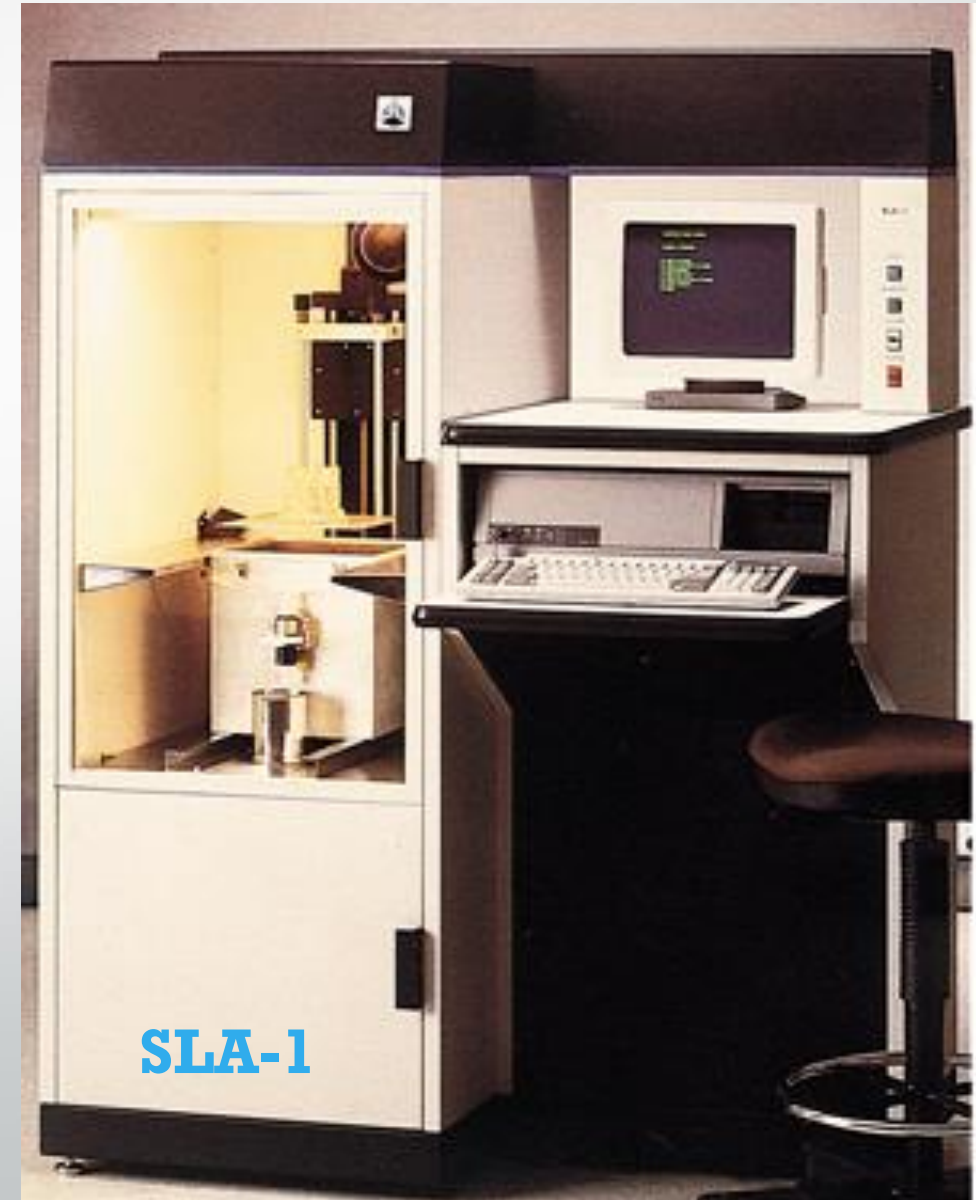
- Pojava tehnologije 3D ispisa krajem **1980-ih** → *Rapid Prototyping (RP) technology*
- **1986. - Charles (Chuck) Hull** patentirao je stereolitografski aparat (SLA) → kasnije osnovao korporaciju **3D Systems**
- **1987.** - 3D Systems predstavlja prvi komercijalni 3D printer (**SLA-1**)
- Prvi 3D printeri bili su vrlo robusni i uglavnom su se koristili za industrijske svrhe → izrada prototipa
- Tijekom 1990-ih i 2000-ih dolazi do daljnjeg razvoja 3D printera i materijala korištenih za ispis



3D SYSTEMS® Charles (Chuck) Hull

Uvod – povijesni razvoj 3D ispisa

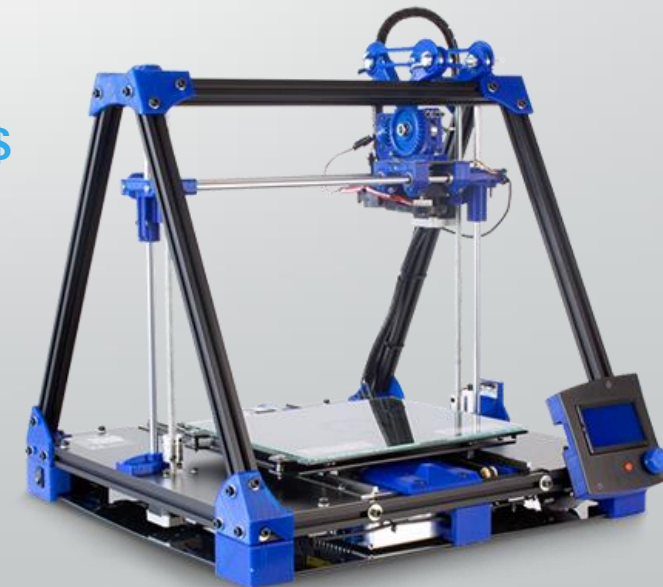
- **SLA-1 je u potpunosti transformirao proizvodne procese** → revolucija u procesu izrade kompleksnih prototipova
- Istovremeno je omogućio dizajn i izradu predmeta neusporedive složenosti
- SLA-1 je proglašen jednim od izuma koji su promijenili moderno društvo



Uvod – povijesni razvoj 3D ispisa

- Prvi 3D printeri bili su vrlo skupi → **krajem 1980.-ih** cijena jednog sustava oko **300 000 \$**
- Postupnim razvojem tehnologije širi se spektar različitih primjena 3D ispisa
- Printeri postaju manji, fleksibilniji i ekonomičniji → **2007.** prvi 3D printer ispod **10 000 \$**
- **RepRapBCN – prvi komercijalni open-source printer**
- **Od 2010.** nagli razvoj tehnologije 3D ispisa
- 3D printeri postali pristupačni široj populaciji – **cijena ispod 1000 \$**

RepRapBCN
3D printer

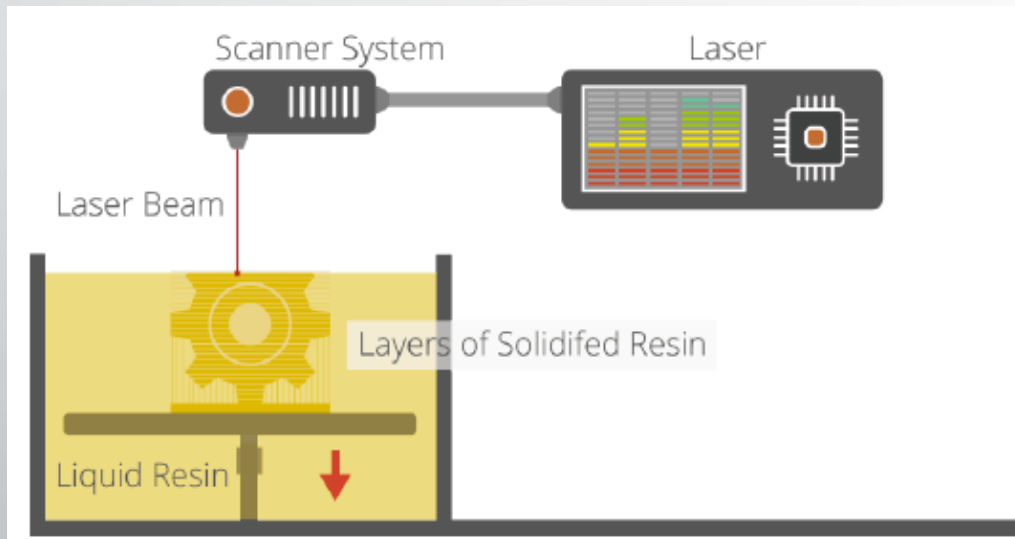




Podjela plastičnih 3D printera

1. Stereolitografija (SLA)

- **Stereolitografija (SLA)** → metoda ispisa 3Dmodela, u kojem se kompjuterski kontrolirana **pokretna laserska zraka** koristi za izgradnju potrebne strukture, sloj po sloj, od **tekućeg polimera (smole)** koji se stvrdne u dodiru s laserskim svjetlom

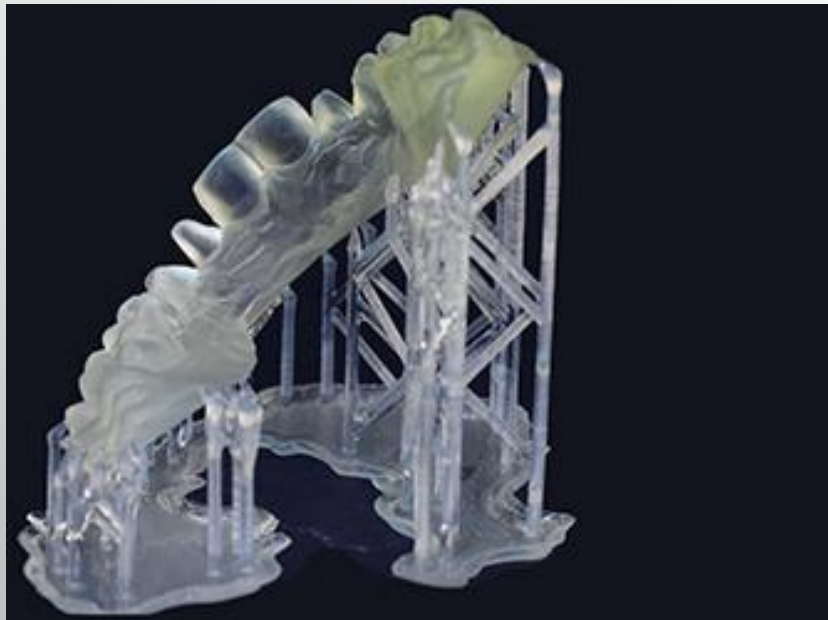


1. Stereolitografija (SLA)

- Stereolitografija je bila **prva tehnologija 3D ispisa**, izumljena 1980-ih
- Još uvijek je jedna od najpopularnijih tehnologija 3D ispisa → **posebice za profesionalnu upotrebu**
- **SLA modeli imaju najveću rezoluciju i točnost, najjasnije detalje i najgladū završnu obradu površine** od svih tehnologija plastičnog 3D ispisa
- 3D ispis smolom izvrsna je opcija za **vrlo detaljne prototipove** koji zahtijevaju uske tolerancije i glatke površine → **kalupi i funkcionalni dijelovi**
- SLA modeli također mogu biti visoko polirani i/ili obojani nakon 3D ispisa → **modeli pogodni za završnu obradu (teksturiranje ili poliranje)**

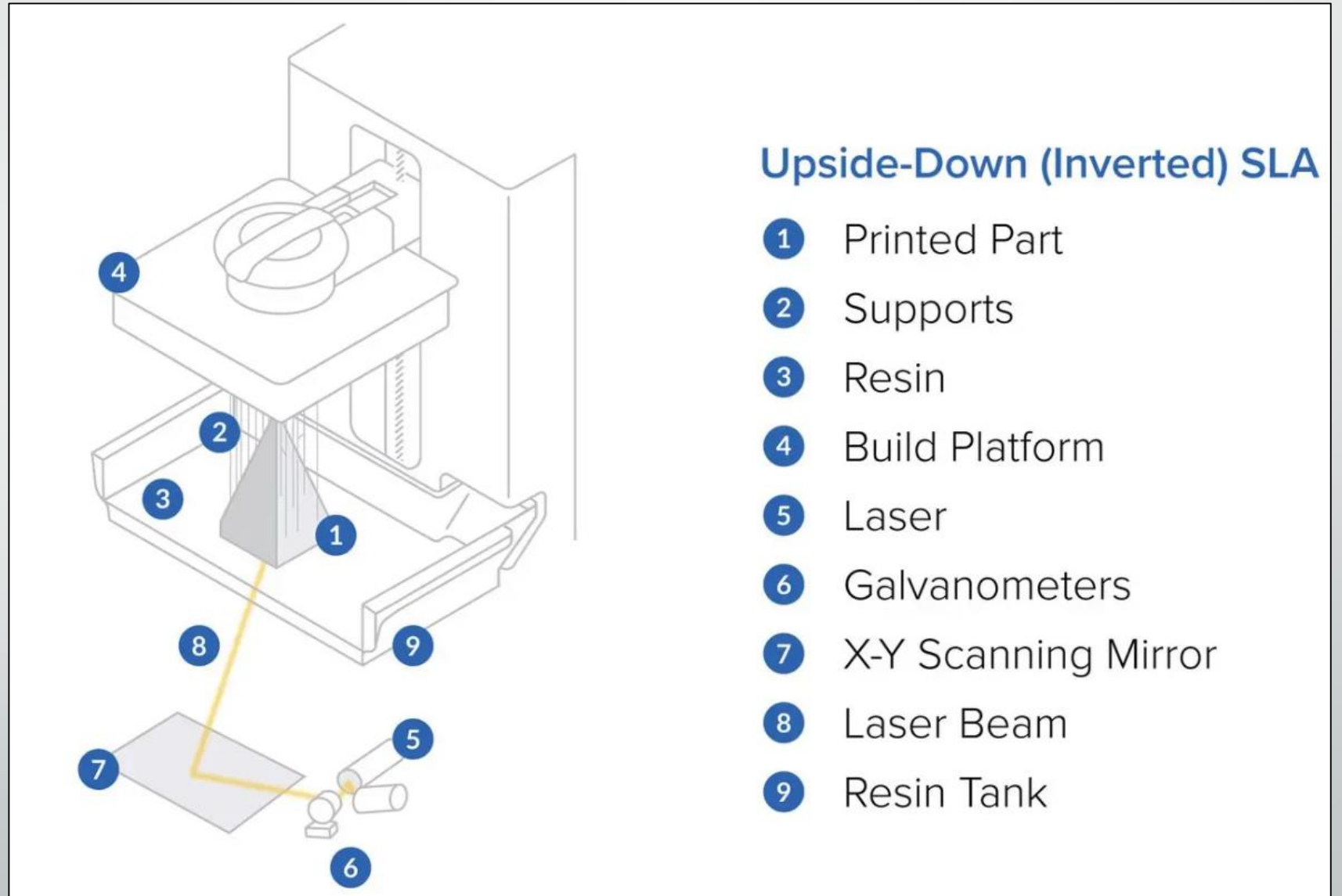
1. Stereolitografija (SLA)

- Stereolitografija je općenito prihvaćena kao jedna od **najtočnijih metoda 3D ispisa** s izvrsnom završnom obradom površine
- **Nedostatci:** visoka cijena tehnologije, zahtjevna post obrada (uklanjanje potpornja), materijal postaje krhak s vremenom



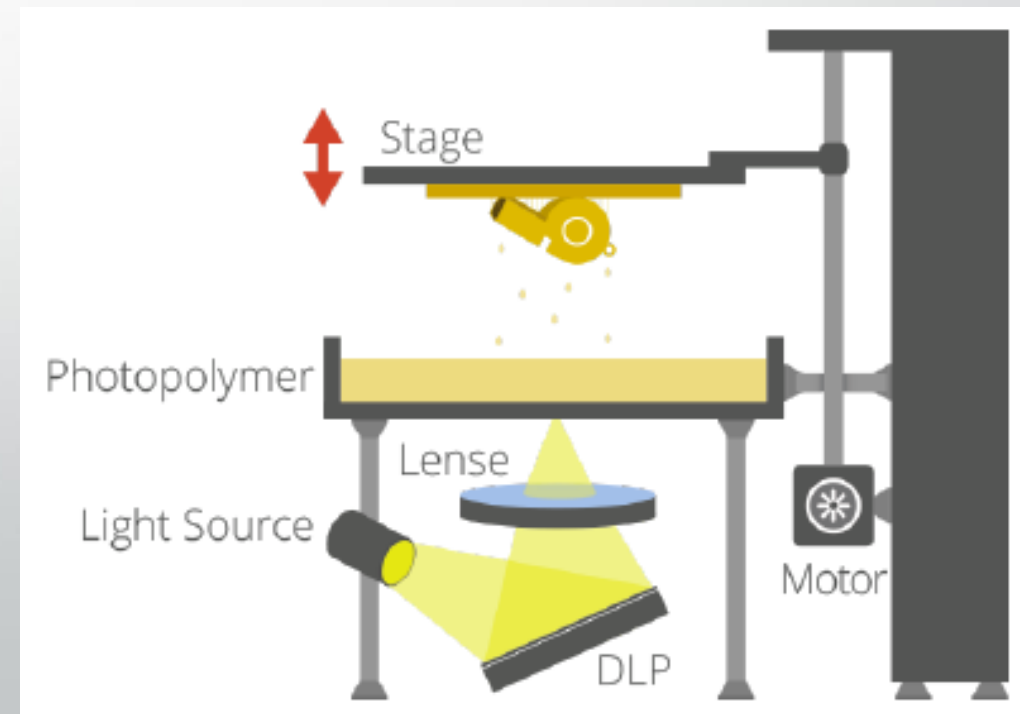
1. Stereolitografija (SLA)

Komponente
SLA 3D printera



2. Digitalna obrada svjetla (DLP)

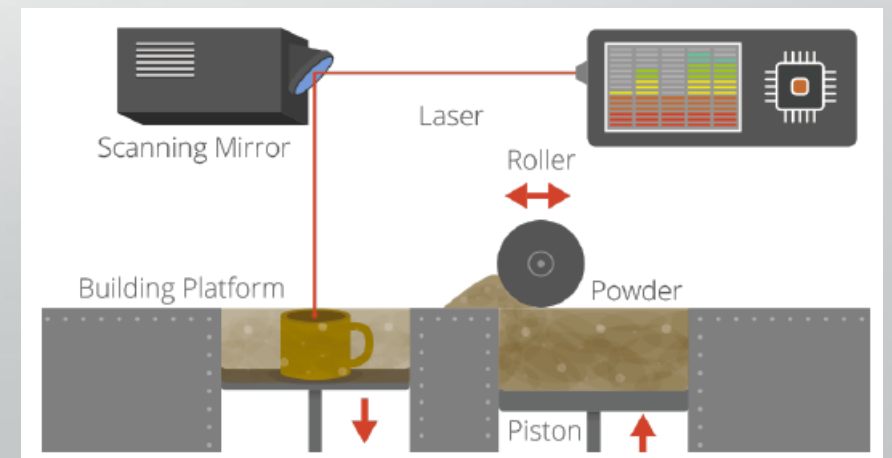
- DLP (digitalna obrada svjetla) - sličan je proces stereolitografiji po tome što je to proces 3D ispisa koji funkcioniра s fotopolimerima
- Glavna razlika je **izvor svjetlosti** → DLP koristi konvencionalniji izvor svjetlosti (**žarulja**)
- Ispis je brži nego kod stereolitografije



3. Selektivno lasersko taljenje (SLS)

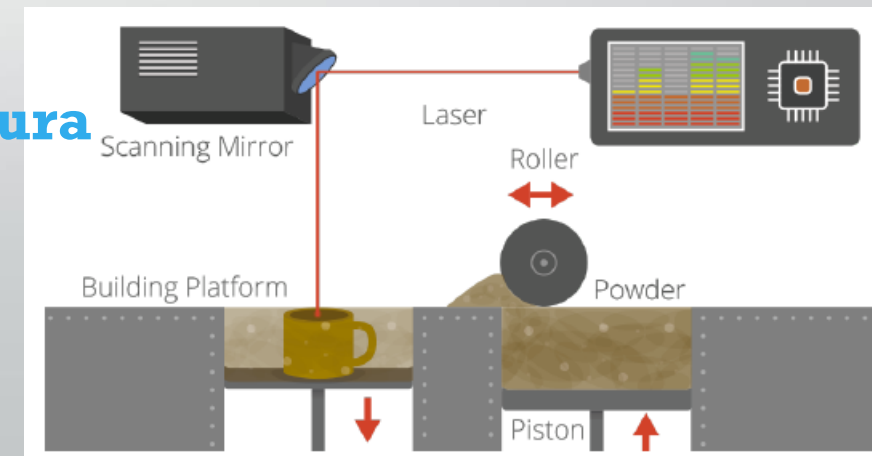
- Selektivno lasersko taljenje – metoda 3D ispisa zasnovana na korištenju laserske zrake koja prelazi preko praškastog materijala i postepenog ga stvrdnjava
- Najbolja metoda ispisa za vrlo kompleksne modele s puno prevjesnih dijelova
→ **ne zahtjeva izradu potpornih dijelova**
- **Nedostatak je vrlo visoka potrebna temperatura ispisa**
- Dugo hlađenje modela i postepena

poroznost modela



3. Selektivno lasersko taljenje (SLS)

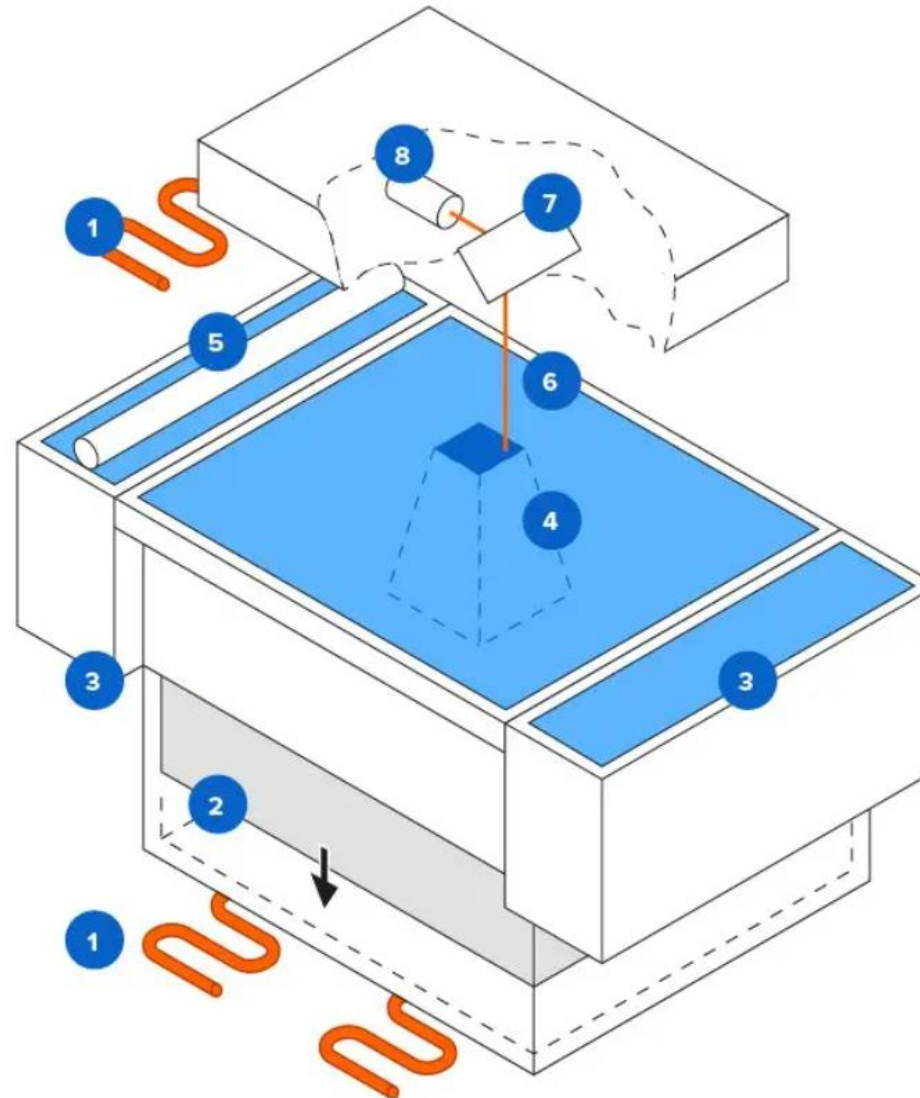
- Selektivno lasersko taljenje – metoda 3D ispisa zasnovana na korištenju laserske zrake koja prelazi preko praškastog materijala i postepenog ga stvrdnjava
- Koristiti laser velike snage za spajanje malih čestica termoplastičnog praha
- Najbolja metoda ispisa za vrlo kompleksne modele s puno prevjesnih dijelova
→ ne zahtjeva izradu potpornih dijelova
- Nedostatak je vrlo visoka potrebna temperatura ispisa → dugo hlađenje i postepena poroznost



3. Selektivno lasersko taljenje (SLS)

Komponente SLS
3D printera

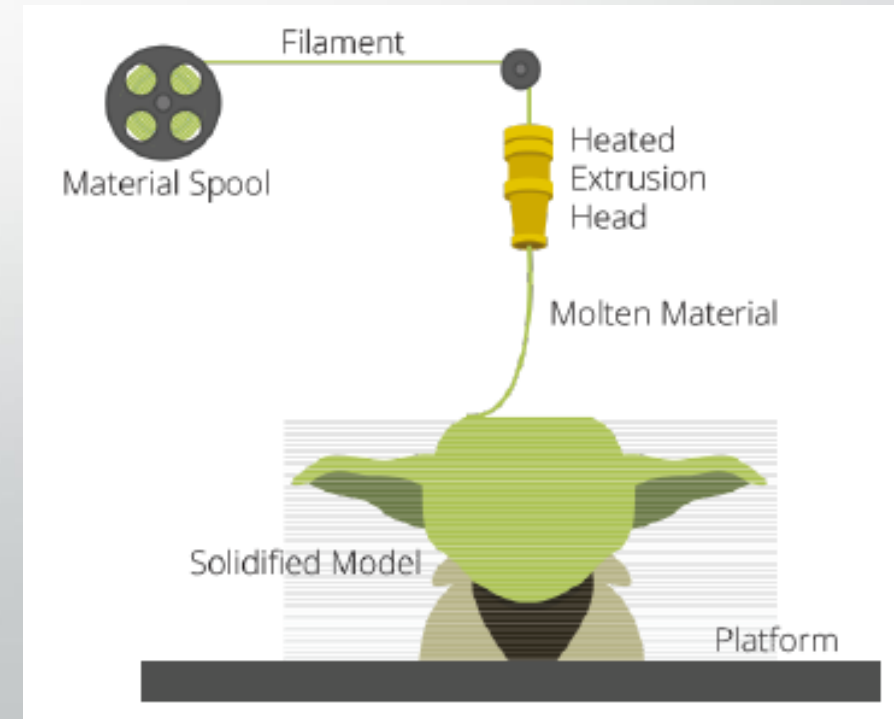
How SLS 3D Printing Works



- 1 Heaters
- 2 Build Chamber
- 3 Powder Delivery System
- 4 Printed Part
- 5 Recoater
- 6 Laser Beam
- 7 X-Y Scanning Mirror
- 8 Laser

4. Istiskivanje termoplastičnog materijala (FDM)

- Najčešće primjenjivana metoda 3D ispisa
- Zasnovana na topljenju plastične niti koja se taloži preko zagrijanog ekstrudera, sloj po sloj, na platformu za izgradnju prema 3D podacima dostavljenim 3D printeru
- Svaki sloj se stvrdne kako se taloži i veže se za prethodni sloj
- Fused Deposition Modelling (FDM) // Freeform Fabrication (FFF)
- Zahtjeva potporne strukture za prevjesne dijelove modela





Koraci primjene tehnologije 3D ispisa

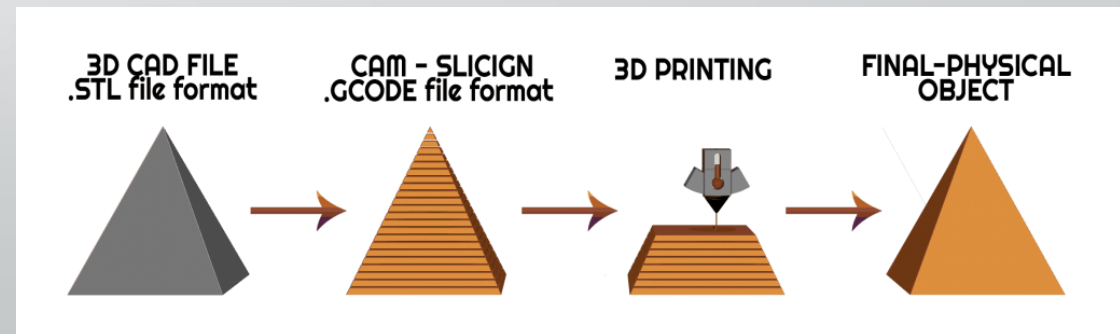
Koraci primjene tehnologije 3D ispisa

1. Odabir 3D digitalnog modela:

- Izrada 3D modela iz podataka prikupljenih različitim geoprostornim tehnologijama (npr. digitalni model reljefa, 3D model kulturne baštine, itd.)
- Preuzimanje gotovih modela dostupnih na internetu

2. Priprema 3D modela za ispis uz pomoć odabranog 3D printera:

- Podešavanje veličine 3D modela za ispis → utječe na trajanje ispisa i potrebnu količinu materijala
- Odabir odgovarajućeg materijala za ispis
- Rezanje modela u slojeve i spremanje u format pogodan za ispis (.GCODE)



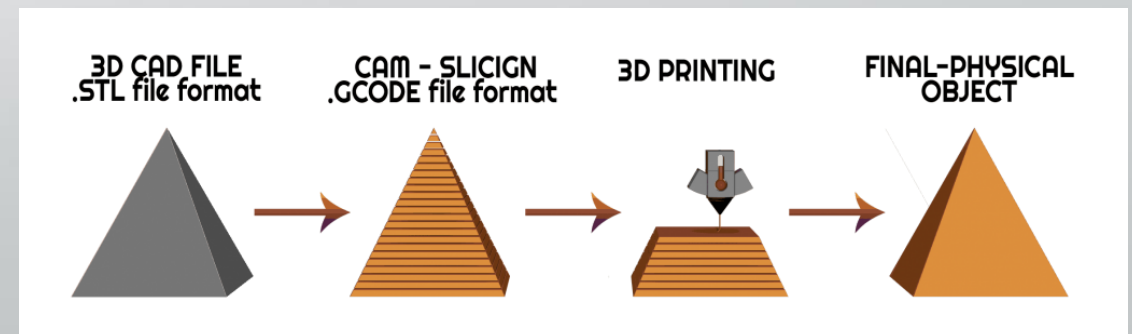
Koraci primjene tehnologije 3D ispisa

3. 3D printanje – proces ispisa sastoji se od taloženja i sušenja materijala, sloj po sloj

- Debljina pojedinog sloja ovisi o materijalu i detaljnosti printanja
- Velika debljina utječe na uslojenost finalnih modela → **loš izgled modela!!!**

4. Završna obrada 3D fizičkog modela (Post-obrada)

- Uklanjanje preostalih nepotrebnih dijelova materijala (npr. potporni dijelovi modela)
- Nanošenje boje (teksture) na model

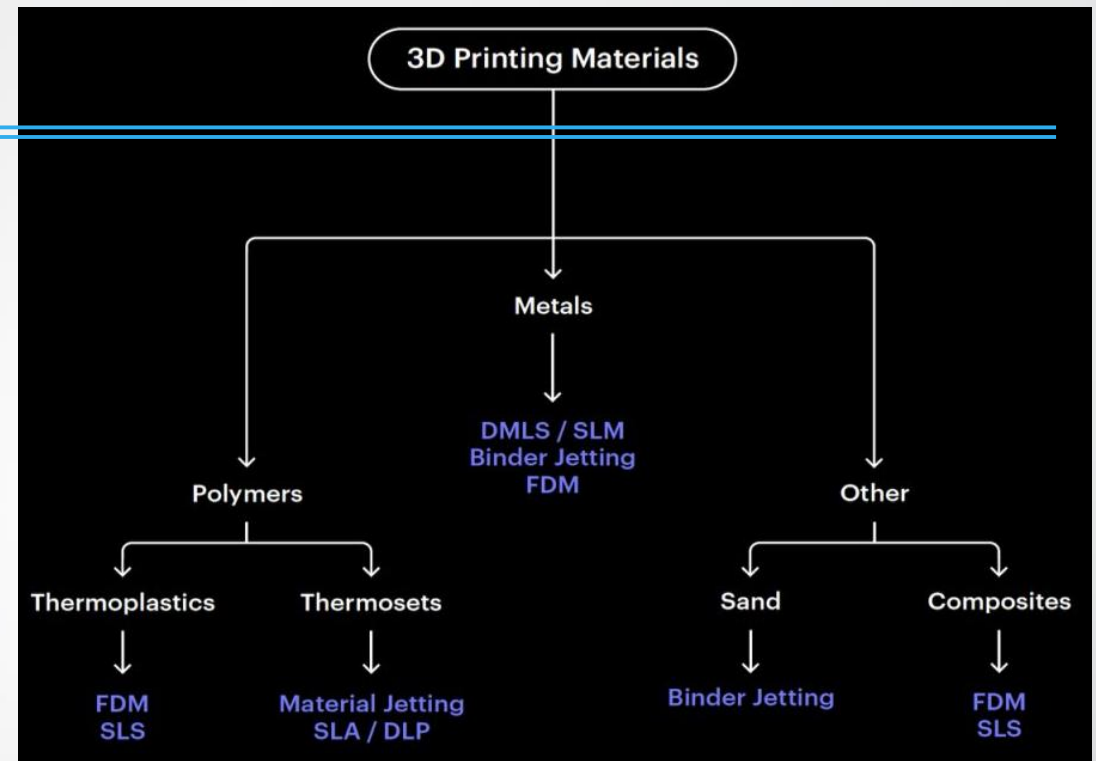




Materijali za 3D ispis

Materijali za 3D ispis

- Broj dostupnih materijala za 3D ispis svake godine brzo raste
- Potražnja tržišta za određenim materijalima i mehaničkim svojstvima modela potiče razvoj novih materijala
- **Termoplastični i termoreaktivni polimeri** su daleko najčešći materijali za 3D ispis, ali metali, kompoziti i keramika također se mogu 3D tiskati

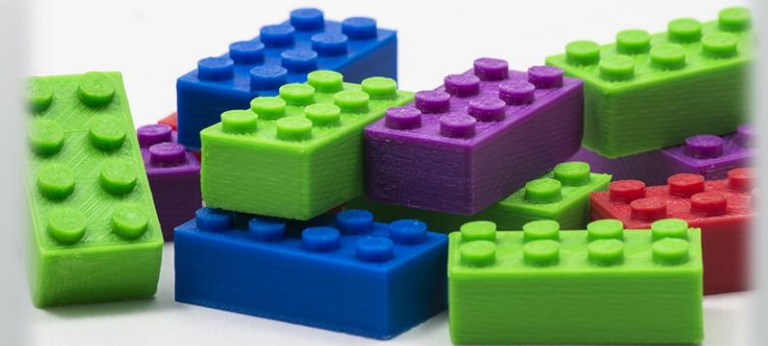


[Ultimate 3D Printing Materials Guide](#)



Materijali za 3D ispis

- **ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene)** → jeftin materijal, izvrstan za ispis čvrstih i izdržljivih dijelova koji **mogu izdržati visoke temperature**
- Jedan od prvih materijala korištenih u industriji 3D printanja
- ABS je poznat po **čvrstoći i otpornosti na udarce**, što omogućuje ispis izdržljivih dijelova koji će izdržati dodatnu upotrebu i trošenje
- **LEGO kockice** izrađuju se od ABS materijala
- Teško se savija, neugodan miris prilikom printanja



Materijali za 3D ispis

- **PLA (*Polylactic Acid*)** → materijal široke primjene, pogodan za korisnike bez puno iskustva, popularan zbog jednostavnosti korištenja, točnosti dimenzija i niske cijene
- PLA je obnovljiv i što je najvažnije biorazgradiv materijal, dobiva se preradom usjeva kao što su kukuruz i šećerna trska
- **Prednosti:** jeftin materijal, dobra čvrstoća i izdržljivost modela, točnost dimenzija modela
- **Nedostaci:** nije pogodan za vanjsku upotrebu, slaba otpornost na toplinu



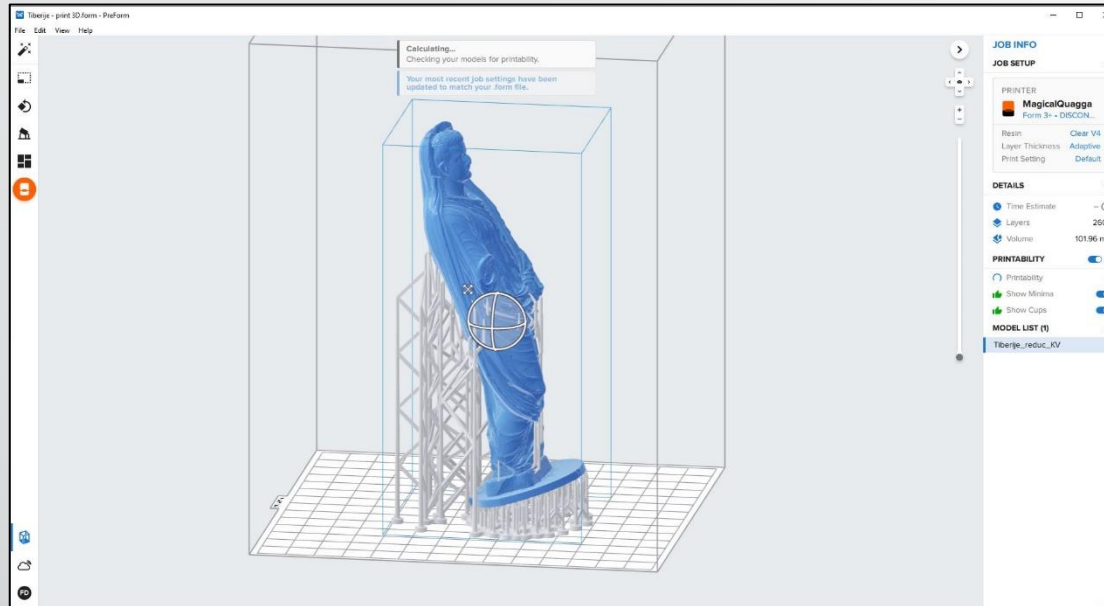


Softveri za 3D ispis

Softveri za pripremu 3D ispisa

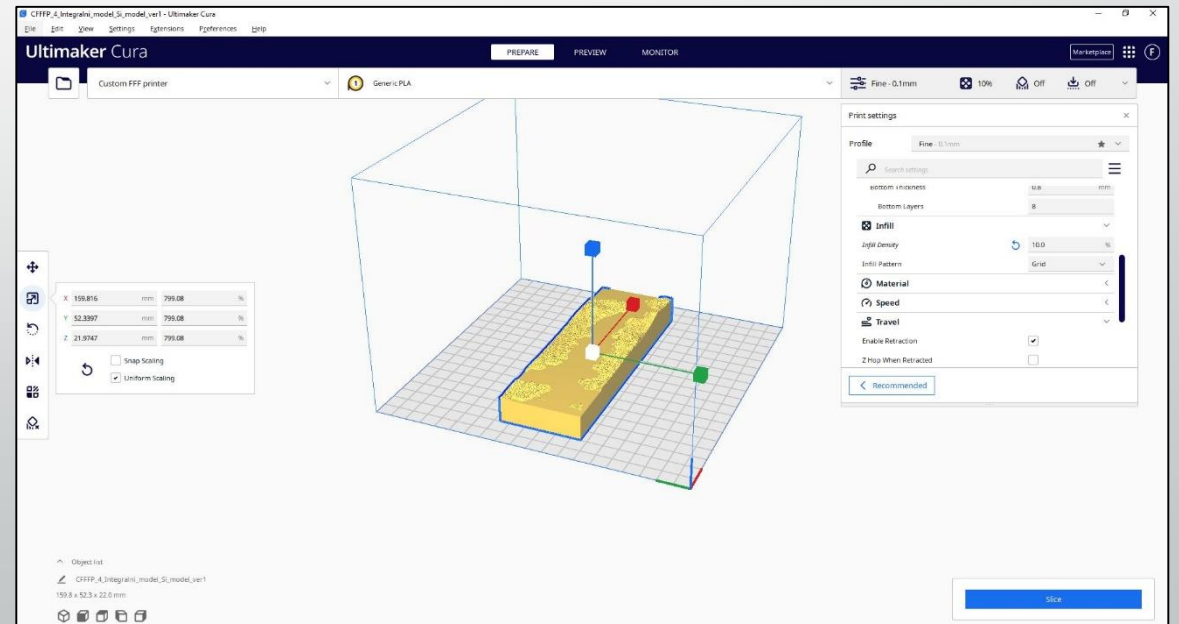
- Trenutačno postoji **vrlo velik broj različitih softvera za pripremu digitalnih modela za 3D ispis**
- Uglavnom svi poznatiji komercijalni 3D printeri imaju vlastiti odgovarajući softver za pripremu modela za 3D ispis
- Unutar softvera modeli se pripremaju za ispis ovisno o željenoj detaljnosti ispisa i mogućnostima printera:
 1. **Odabir odgovarajućeg materijala**
 2. **Odabir detaljnosti ispisa (debljina pojedinog sloja)**
 3. **Odabir ispune modela i načina printanja**

Softveri za pripremu 3D ispisa



Sučelje PreForm softvera

Sučelje Ultimaker
Cura softvera

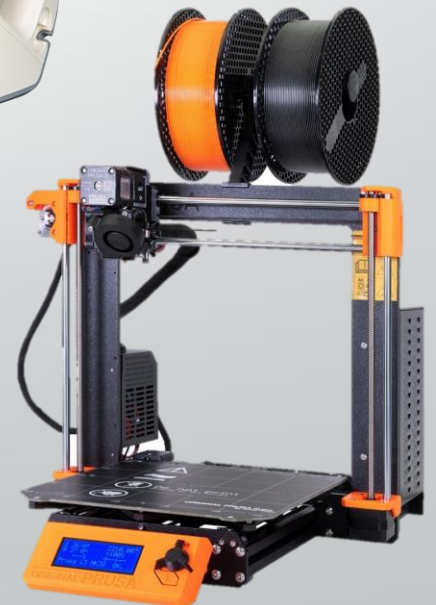




Primjeri primjena 3D ispisa

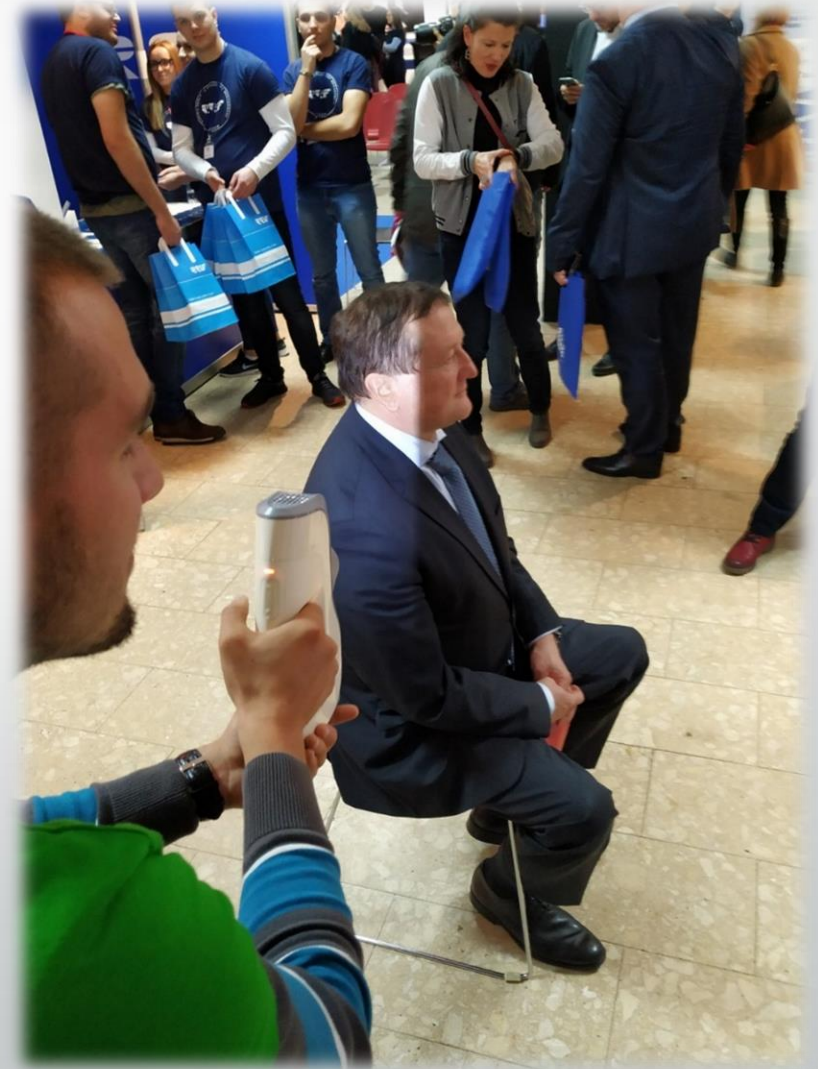
Kombinacija 3D ručnih skenera i 3D ispisa

- Primjena **3D ručnih skenera** omogućava izradu modela vrlo-visoke rezolucije → **odlična osnova za 3D ispis**
- Kontrola **cijelog procesa** od prikupljanja podataka, izrade digitalnog modela do 3D ispisa i izrade fizičkog modela
- **Izrada vjernih replika submilimetarske točnosti**



Izrada fizičkih replika osoba (GAL, 2018.)

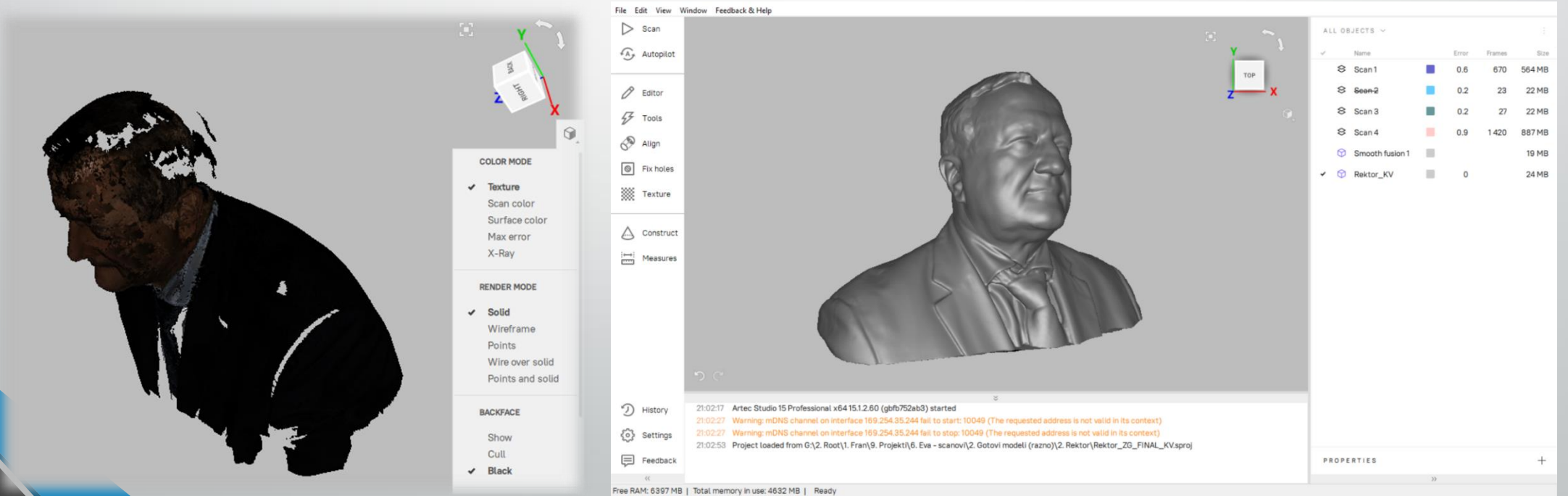
- Prvi korak uključivao je primjenu Artec Eva 3D ručnog skenera za skeniranje osoba
- Cilj: izrada fizičke replike (3D modela) osoba
- Skeniranje je u prosjeku trajalo **oko 5 minuta**
- **Problemi:** nemirne osobe, kosa, kratko vrijeme skeniranja



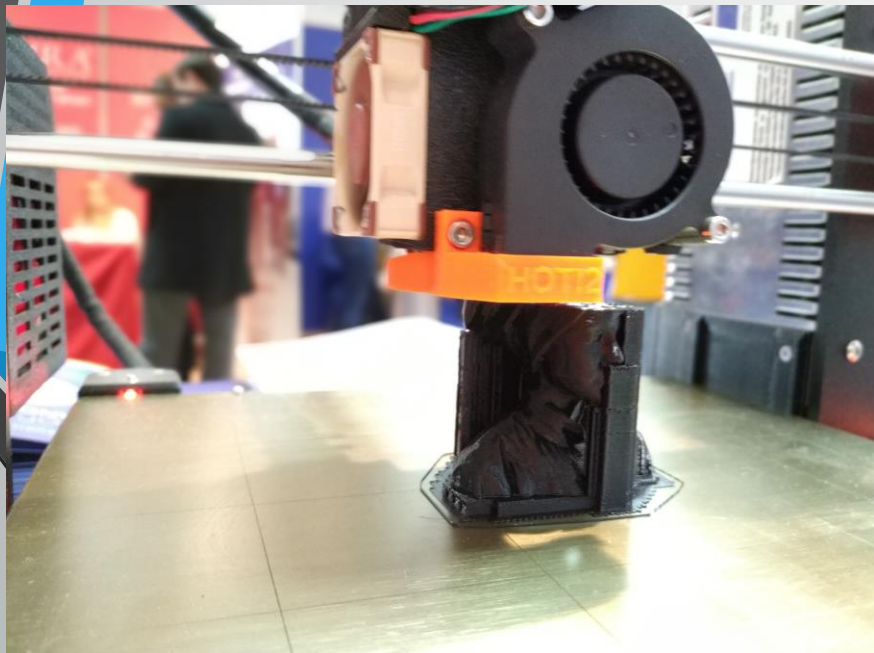
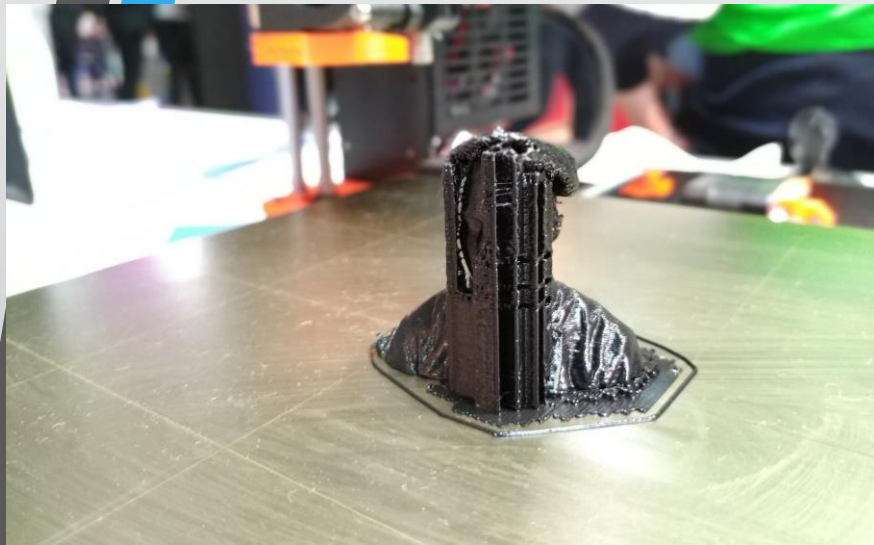
GAL

Izrada fizičkih replika osoba (GAL, 2018.)

- Drugi korak uključivao je obradu prikupljenih skenova u Artec Studio softveru
- Prosječno trajanje obrade modela: 15 minuta
- Duža obrada potrebna kod problematičnih skenova → rupe u prikupljenim podacima
- Izrađene modele bilo je potrebno pripremiti za 3D ispis → uklanjanje svih artefakata i izrada postolja modela



Izrada fizičkih replika osoba (GAL, 2018.)

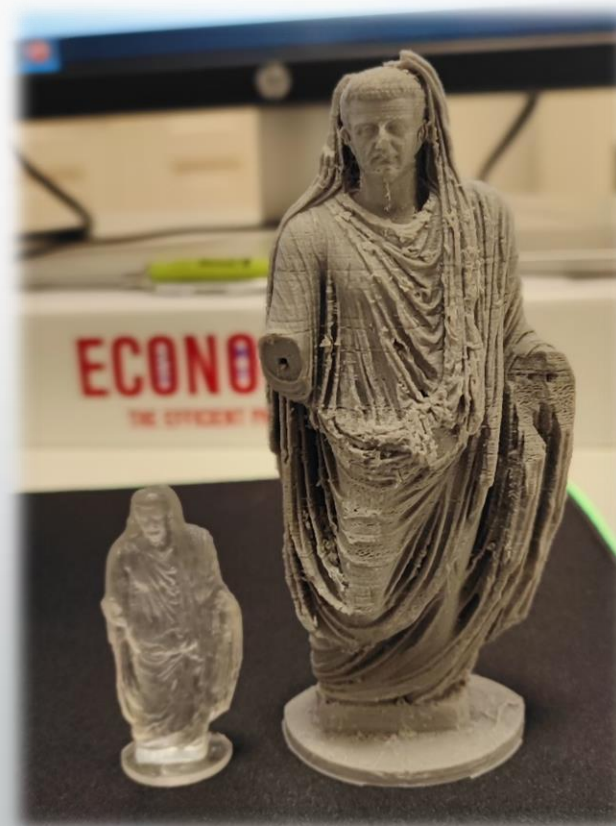


- **Treći korak** uključivao je pripremu modela za 3D ispis unutar **PrusaSlicer** softvera
- Odabir veličine i detaljnosti 3D ispisa; odabir materijala
- **Četvrti korak** uključivao je 3D ispis i finalnu doradu fizičkog modela
- Trajanje ispisa oko **45 minuta**

GAL

Izrada fizičkih replika muzejske građe (GAL, 2023.)

- Primjena **3D ručnih skenera** za skeniranje muzejske građe u **Arheološkom muzeju u Zadru**
- Izrada suvenira korištenjem tehnologije 3D ispisa

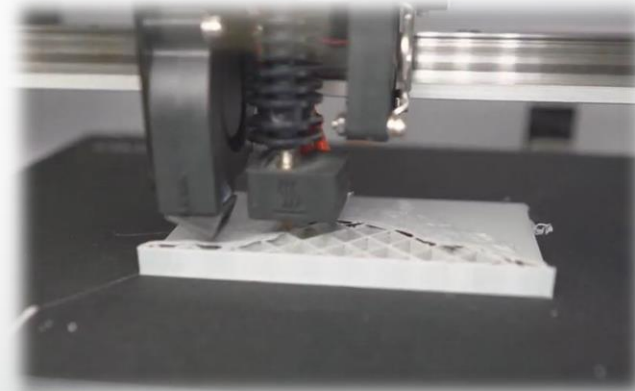


GAL

Izrada fizičkih replika reljefa (GAL, 2023.)

- Izrada fizičkih replika reljefa na temelju digitalnih modela površina (DMP) vrlo visoke prostorne rezolucije
- DMP izrađen na temelju UAV fotogrametrije

GAL



Hvala na pozornosti



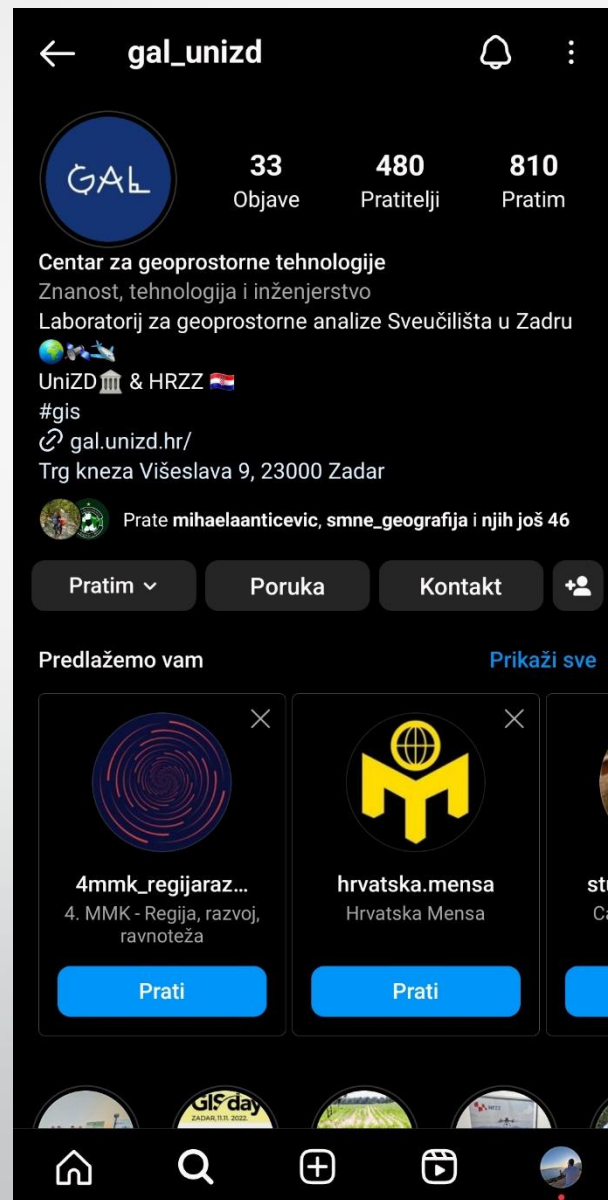
← geounizd

 27 Objave 350 Pratitelji 292 Pratim


Odjel za geografiju UNIZD
Obrazovanje
Službeni instagram profil Odjela za geografiju Sveučilišta u Zadru
geografija.unizd.hr/
Prate gal_unizd, frandomzetovic i njih još 41

Pratim ▾ Poruka

Grid of 12 posts including group photos, presentations, and maps.



← gal_unizd

 33 Objave 480 Pratitelji 810 Pratim

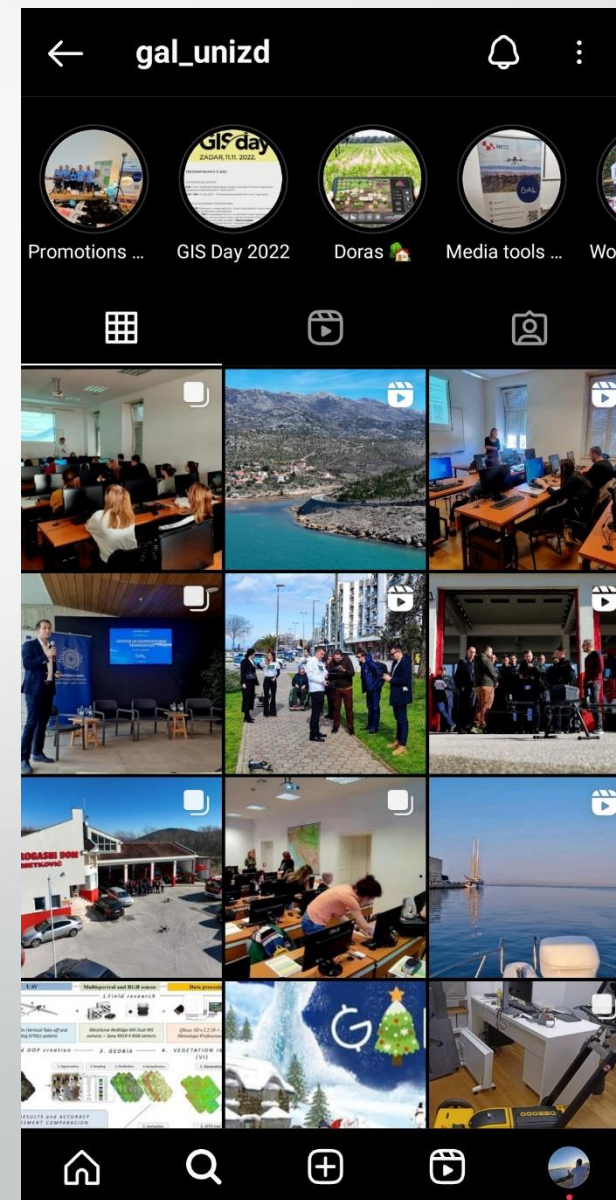
Centar za geoprostorne tehnologije
Znanost, tehnologija i inženjerstvo
Laboratorij za geoprostorne analize Sveučilišta u Zadru
UniZD & HRZZ
#gis
gal.unizd.hr/
Trg kneza Višeslava 9, 23000 Zadar
Prate mihaelaanticevic, smne_geografija i njih još 46

Pratim ▾ Poruka Kontakt

Predlažemo vam Prikaži sve

- 4mmk_regijaraz...
4. MMK - Regija, razvoj, ravnoteža
Prati
- hrvatska.mensa
Hrvatska Mensa
Prati

Grid of 12 posts including GIS Day 2022, Doras, and various presentations.



← gal_unizd

Grid of 12 posts including GIS Day 2022, Doras, Media tools, and various presentations.