

3D štampa

Seminarski rad u okviru kursa
Tehničko i naučno pisanje
Matematički fakultet

Nevena Miletić
mi22193@alas.matf.bf.ac.rs

Matija Todorović
mi22282@alas.matf.bf.ac.rs

Đorđe Sajić
mi22237@alas.matf.bf.ac.rs

Relja Gajić
mi22131@alas.matf.bf.ac.rs

10.novembar 2022.

Sažetak

U ovom radu pokušaćemo da vam približimo pojam 3D štampe kao moderne tehnologije za proizvodnju trodimenzionalnih objekata. 3D štampa predstavlja generalno brže, jeftinije i lakše rešenje od drugih tehnologija proizvodnje 3D objekata. U nastavku teksta predstavimo vam njen razvoj kroz istoriju, tehnike štampanja, kao i primenu u različitim industrijama.

Sadržaj

1	Uvod[3]	2
2	Istorija razvoja 3D štampe [1]	2
3	Tehnike 3D štampe[1]	3
3.1	Inkjet	3
3.2	Fused Deposition Modelin(FDM)[4]	4
3.3	Stereolitografija	4
3.4	Selektivno lasersko sinterovanje (SLS)[5]	5
3.5	Proizvodnja objekata laminacijom (LOM)[6]	6
4	Primena[7]	7
4.1	Medicina	7
4.2	Prototipovi	7
4.3	Vojna primena	7
4.4	Izrada odeće i obuće	7
5	Zaključak	8

1 Uvod[3]

Aditivna proizvodnja¹ predstavlja način proizvodnje gde se iz digitalnog modela stvara trodimenzionalan predmet. Kako to zapravo izgleda?

3D štampa može da se zamisli kao štampa tankih horizontalnih slojeva. Ti slojevi predstavljaju horizontalni presek predmeta.

Tehnologija je nastala 80-ih godina prošlog veka i koristila se pre svega za proizvodnju prototipova. Ipak, od tada 3D štampa počinje da se koristi kao tehnika za stvaranje proizvoda gotovo u svim industrijama. Proizvodi koji se 3d štampaju mogu biti od različitih materijala, od plastike, preko keramike, do metala. Tehnologija se i dalje razvija a novi materijali pomoću kojih se štampa se uvode neverovatnom brzinom. Sada je moguće i istovremeno uklapanje različitih vrsta materijala. Osim izrade prototipa, 3D štampači nude veliki potencijal za proizvodnju različitih aplikacija u oblasti proizvodnje nakita, obuće, industrijskog dizajna, arhitekture, automobilske industrije, avio, stomatološke i medicinske industrije.

2 Istorija razvoja 3D štampe [1]

Istorijski gledano, razvoj tehnologije počinje početkom 1980-ih godina, čak i pre pomenute TV emisije. 1981. godine, Hideo Kodama² iz Instituta za industrijska istraživanja Nagoya prvi je objavio račun o tome kako se materijali koji se nazivaju fotopolimeri koji su ojačani prilikom izlaganja UV zračenju mogli iskoristiti za brzo izradu čvrstih prototipa. Iako je njegov članak postavio temelje za 3D štampanje, on nije prvi napravio 3D štampač.

Ta prestižna čast ide inženjeru Chuck Hull-u³, koji je dizajnirao i napravio prvi 3D štampač 1984. On je radio za kompaniju koja je koristila UV lampe za oblikovanje čvrstih, izdržljivih premaza za stolove kada je dobio ideju da iskoristi ultraljubičastu tehnologiju za izradu malih prototipa.

Ključ za izradu takvog štampača bili su fotopolimeri koji su ostali u tečnom stanju sve dok nisu reagovali na ultraljubičastu svetlost. Sistem koji je Hull na kraju razvio, poznat kao je stereolitografija, koristio je UV zračenje kako bi skicirao oblik objekta iz kadra tečnih fotopolimera.

On je patentirao tehnologiju 1984. godine, ali je tri nedelje nakon što je tim francuskih pronalazača Alain Le Méhauté, Olivier de Witte i Jean Claude André podneo patent za sličan proces. Međutim, njihovi poslodavci odlucili su da prestanu da dalje razvijaju tehnologiju zbog "nedostatka poslovne perspektive". To je omogućilo Hullu da autorsko pravo pod pojmom Štereolithography". Njegov patent, naslovljen "Aparat za proizvodnju trodimenzionalnih objekata stereolitografijom" objavljen je u martu 11, 1986. Te godine, Hull je takođe formirao 3D sisteme u Valensiji, Kalifornija. Dok je Hullov patent obuhvatao mnoge aspekte 3D štampanja,

¹Aditivna proizvodnja predstavlja način proizvodnje gde se iz digitalnog modela stvara trodimenzionalan predmet

²Hideo Kodama(1876-)-1947- japanski političar i ratni ministar

³Chuck Hull(1939-)-američki pronalazač

uključujući dizajn i operativni softver, tehnike i razne materijale, drugi izumitelji bi se nadovezali na koncept sa različitim pristupima. 1989. godine dodeljen je patent Carlu Deckardu⁴, diplomantu Univerziteta u Teksasu koji je razvio metod pod nazivom selektivno lasersko sinterovanje. Sa SLS-om, laserski zrak se koristi za prilagođavanje praškastih materijala, kao što je metal, zajedno kako bi se formirao sloj objekta.

Svježi prah bi se dodao na površinu nakon svakog uzastopnog sloja. Ostale varijacije kao što su direktno metalno lasersko sinterovanje i selektivno lasersko topljenje se takođe koriste za izradu metalnih predmeta.

Najpopularniji i najprepoznatljiviji oblik 3D štampanja naziva se modeliranje spojenih depozita. FDP, koji je razvio pronalazač S. Scott Crump⁵, postavlja materijal u slojeve direktno na platformu. Materijal, obično smola, se isprazni kroz metalnu žicu i, nakon puštanja kroz mlaznicu, odmah se ojača. Ideja je došla u Crump 1988. godine, dok je pokušavao da napravi igračku žabu za svoju ćerku izdavanjem voska za sveće pomoću pištolja za lepak.

1989. godine Crump je patentirao tehnologiju i sa svojom suprugom osnovao Stratasys Ltd. za proizvodnju i prodaju 3D štamparskih mašina za brzo prototipiranje ili komercijalnu proizvodnju. Kompaniju su izveli u javnost 1994. godine, a do 2003. godine FDP je postao najprodavanija tehnologija brže prototipizacije.

3 Tehnike 3D štampe[1]

Prema tehnici 3D štampanja možemo razlikovati sledeće tehnologije:

- **Inkjet**
- **Fused Deposition Modelin(FDM)**
- **Stereolitografija**
- **Selektivno lasersko sinterovanje (SLS)**
- **Proizvodnja objekata laminacijom (LOM)**

3.1 Inkjet

Ubrizgavanje (eng. *Inkjet*) - kreira prototip na osnovu 3D modela tako što pravi sloj po sloj projekta.

Ističe se po atributu da je prilagodljiv na razne oblike tečnih materijala što pruža stvaranje konduktivnih ili izolacionih struktura u visokoj rezoluciji što dovodi do lakšeg implementiranja kompleksnih oblika.

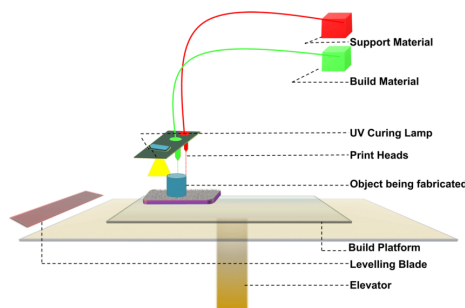
Za razliku od drugih procesa, injekt štampanju nije potrebno dodatno prerađivanje i obrada nako izvršenog štampanja.

Prilikom izrade materijali u tečnom stanju se stavljaju na vrh za štampanje (eng. Printing head) koji pravi dati projekat.

⁴Carl Deckard(1961-)-američki pronalazač, učitelj i biznismen

⁵Scott Crump (19-)- pronalazač FDM tehnologije

Može uz glavni materija koji se koristi za model da se doda pomoćni materijal (eng. Support material) koji mu daje čvrstinu i stabilnos prilikom izrade.



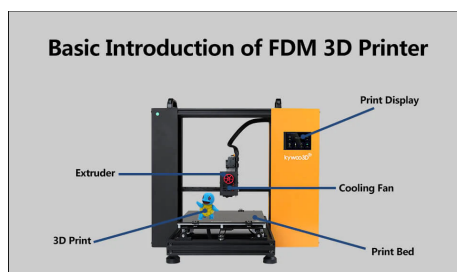
Slika 1: Model ubrizgavanja (eng. *Inkjet*)

3.2 Fused Deposition Modelin(FDM)[4]

FDM (eng. *Fused Deposition Modeling*) - predstavlja najkorišćenu i najjeftiniju tehniku za 3D štampanje. Lak je za korišćenje, on koristi termoplastične filamente sa ekstruzijom između svakog sloja.

Najčešće se koristi u developovanju proizvoda i test modela koji inženjeri koriste da provere da li oblik odgovara datom uređaju po dimenzijama.

Sastoji se od podloge na kojoj se izvršava štampanje, displeja za štampanje, mašine koja zagreva filamente i kulera koji održava temperaturu uređaja.



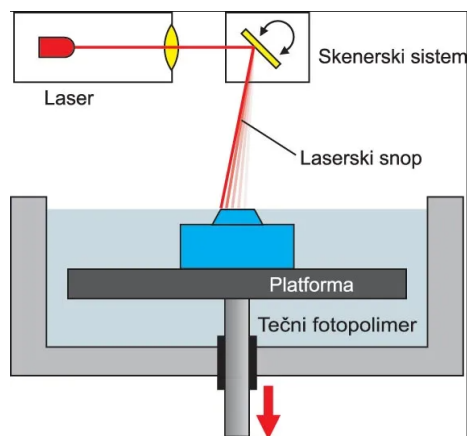
Slika 2: Uprošćena šema FMD 3D šampača

3.3 Stereolitografija

Stereolitografija (eng. *Stereolithography SLA*) - Koristi rezervoar tečnog fotopolimera (polimer koji ima različite hemijske reakcije u zavisnosti od temperature) koji formira sloj po sloj projekta, gde se nakon formiranja svakog sloja polimer stvrdne uz pomoć ultraljubičastog svetla.

Nakon svakog odrađenog sloja podloga se spušta kako bi krenula obradu sledećeg. Kada se završi obrada 3D modela potrebno je izvršeni projekat oprati rastvaračem da bi se uklonila tečnost opasna po život.

Ova tehnika se najčešće koristi za kreiranje 3D modela visokih rezolucija. Stereolitografija koristi pomoćne stubove koji sprečavaju da dođe do deformacije prilikom izgradnje sledećih slojeva koji se nalaze iznad njega.



Slika 3: Šema stereolitografije

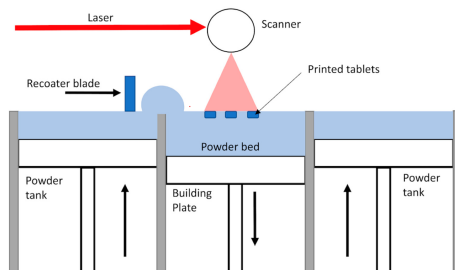
3.4 Selektivno lasersko sinterovanje (SLS)[5]

Izborna lasersko lemljenje (eng. *Selective Laser Sintering SLS*) - koristi se za pravljenje prototipa od metala i plastike. Uz pomoć zrna materijala (eng. *powder beds*) mašina pravi dizajne sloj po sloj, pri čemu koristi lasersko grejanje i zbijanje (sinterovanje) praha datog materijala.

Nakon svakog sloja postolje se spušta i dodaje novi sloj materijala sve dok mašina ne završi izgradnju modela. Pošto čvrstina modela zavisi od najveće temperature mašine SLS zagreje prevremeno prah materijala ispod njegove temperature topljenja kako bi dostigao maksimalne temperature za najmanji period, što isto omogućava da laser lakše izreže željene oblike za sloj.

Kao što je pokazano na slici rezervoari (eng. *powder tank*) stavljaju prah na vrh prethodnog sloja, dok se njegova platforma spušta za sledeći sloj.

Sečivo za slojeve (eng. *recoater blade*) prolazi i ravnja vrh modela, nakon toga dolazi do izgradnje oblika koji radi laser.



Slika 4: Šema SLS-a

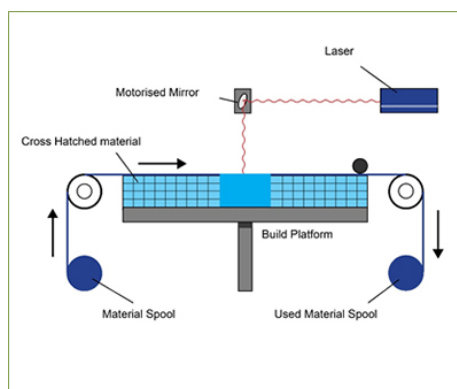
3.5 Proizvodnja objekata laminacijom (LOM)[6]

Proizvodnja objekata laminacijom (eng. *Laminated object manufacturing LOM*) - Korišćenjem papira premazanim lepkom, plastiku ili metalni laminat kao sredstvo za 3D štampanje.

Hartije se lepe jedna za drugu sloj po sloj na platformi uz pomoć motora koji na krajevima imaju rolne korišćenog materijala (eng. *Material spool*).

Na radnoj površini se seku u željeni oblik pomoću noža ili lasera, a neiskorišćeni ostatak ide u rolnu koja se nalazi u smeru obrtanja motora.

Nakon tog procesa projekat se može doraditi šmirglanjem i bušenjem ako je potrebno.



Slika 5: Šema LOM-a

Broj	Tip	Materijali
1	tečni materijali	
2	FDM	termoplastični filament
3	SLA	tečni fotopolimer
4	SLS	metal ili plastika
5	LOM	papir premazan lepkom, plastiku ili metalni laminat

Tabela 1: Tipovi - Materijal

4 Primena[7]

U proteklih nekoliko godina, štampači postaju sve dostupniji i dostupniji. Više se ne koriste isključivo u teškoj industriji, već i u manjim preduzećima i čak i za ličnu upotrebu. Koriste se u najrazličitije svrhe i skoro svim granama privrede. Kao što je već napomenuto, broj raznovrsnih materijala koji se koriste za rad sa 3d štampačima je ogroman i raste vrtoglavo brzinom. To omogućava veliku raznovrsnost njihove primene.

4.1 Medicina

Primena 3D štampača u medicini je počela 2014. godine u Velikoj Britaniji kada je pacijentu koji je od posledica raka izgubio gotovo pola kože lica, upravo putem 3D štampe napravljen novi deo lica i postavljen na mesto starog. Ovo predstavlja veliki korak u modernoj medicini jer se prvi put dogodilo da je čovek u mogućnosti da odštampa neki deo svog tela.

Ovakvi procesi se izvršavaju primenom fotogrametrije. Proces se sastoji iz niza kamera koje prave fotografije zdravih tkiva pacijenta, a zatim ga računarski sklapaju u jednu 3D celinu koja će kasnije biti odštampana. Proces slikanja i izrade celine je vrlo brz i traje svega nekoliko sati, dok je proces štampanja vrlo delikatan i sa veoma malim prostorom za grešku, naravno, traje znatno duže od prethodnih. Pričvršćivanje novog, štampanog tkiva se izvršava hirurškim zahvatom.

4.2 Prototipovi

Ovo je najvažniji i najrasprostranjeniji vid primene 3D štampača. Dizajnerima je znatno olakšan i ubrzan rad. Štampač može uz korišćenje male količine materijala i u kratkom vremenskom roku da stvori prototip za čiju bi izradu bilo potrebno značajno više. Ovaj vid primene se koristi u gotovo svim granama privrede.

4.3 Vojna primena

Naravno, ljudi su vrlo brzo našli primenu 3d štampačima u vojnoj industriji. Konkretno, za izradu delova za pištolje i puške, kao i za izradu bojeve municije. Počelo je tako što je jedan mladi Amerikanac došao na ideju da napravi jeftine delove za svoju pušku, što mu je i pošlo za rukom. Ono što je izuzetno privlačno kompanijama za proizvodnju oružja, kao i vladama i organizacijama koje ga kupuju, je upravo mogućnost pravljenja oružja kome se ne može ući u trag. U vojnoj industriji se očekuje najveći porast primene štampača.

4.4 Izrada odeće i obuće

Razne kompanije za proizvodnju odeće i obuće obilato koriste 3D štampače. Ne toliko za pravljenje konkretnih celina kao što su patike, već za pravljenje raznih manjih delova. Poznati su upravo delovi za sportsku odeću poput krampona za kopačke ili ojačanih vrhova pertli.

5 Zaključak

U proteklih nekoliko godina, primena kao i dostupnost 3D štampanja raste, 3D štampa prelazi iz sveta fikcije u realan svet i uskoro će se pretopiti u savremenu upotrebu. Od ključne važnosti je dalji razvitak ove tehnologije jer su, teorijski, mogućnosti neograničene i trenutno je jedini limit nivo tehnologije našeg vremena. 3D štampanje će moći imati ogroman udeo u raznim sverama kao što su medicinske svrhe, inženjering, avio i automobilske industrije...

Literatura

- [1] <https://bs.eferrit.com/ko-je-pronasao-3d-stampanje//>.
- [2] <https://www.rapiddirect.com/blog/3d-prototyping//>.
- [3] <https://3dstampa.rs/sta-sve-moze-da-se-3d-stampa//>.
- [4] <https://tractus3d.com/knowledge/learn-3d-printing/fdm-3d-printing//>.
- [5] <https://www.nano-di.com/resources/blog/2019-the-3d-inkjet-printing-process-explained/>.
- [6] <https://www.twi-global.com/technical-knowledge/faqs/what-is-laminated-object-manufacturing-lom/>.
- [7] <https://3dstampa.rs/sta-je-3d-stampa/>.