

## 3D DLP PRINTERIS 3D DLP PRINTER

Autors: **Kārlis Štekels**

Zinātniskā darba vadītājs: **Andris Martinovs, Dr.sc.ing.**, e-pasts: andris.martinovs@rta.lv  
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne, LV-4601

---

**Abstract.** *Last decade, the 3D printers got a lot of popularity. 3D printer is CNC machine, which can create a physical three-dimensional objects. Digital light processing stereolithography (DLP) 3D printers uses a UV laser to cure a polymer. It is carried out the advantages and disadvantages of a given type of 3D printing technology.*

**Keywords:** *3D DLP, 3D SLA, photopolimer, stereolithography, CAM, CAD*

---

### Ievads

3D drukāšana – arī pazīstama kā secīga slāņu audzēšana, kura dod iespēju, uz specializētām CAD/CAM datorprogrammām, izveidot trīsdimensionālus objektus un tos pārvērst par trīsdimensionāliem, fiziskiem objektiem, kas ir sataustāmi. 3D drukāšanas tehnoloģija kā tāda, tika izgudrota astoņdesmitajos gados, bet reāli to sāka pielietot tikai dažus gadus atpakaļ. 3D drukāšanai ir liels potenciāls visās nozarēs, sākot no mazām mājsaimniecībām, līdz pat industriālai rūpniecībai, jo 3D druka palīdz ietaupīt laiku un naudu, jaunu prototipu izveidē.

Atšķirībā no materiāla mehāniskās apstrādes tehnoloģijas, piemēram, virpošanas vai frēzēšanas, kur sagataves materiālu apstrādā, noņemot liekos slāņus, līdz dabū vēlamu objekta formu, 3D drukāšana izmanto slāņu audzēšanas tehnoloģiju, kas būvē objektu secīgi pa noteiktam slāņa biezumam, kas ļauj taupīt materiālu, jo nepaliek liekā skaida, kā arī ekonomēt laiku un naudas izmaksas, viena vai vairāku prototipu izveidei.

3D printeri strauji sāk parādīties tirgū, bet par to veidiem nezin kurš katrs, tāpēc autoram ir vēlme iepazīstināt ar vēsturiski pirmo, izgudroto 3D drukas tehnoloģiju. Šī raksta mērķis ir iepazīstināt ar 3D DLP printeri, tā konstruktīvo risinājumu, kādus materiālus izmanto, kā arī ar tā priekšrocībām un to trūkumiem.

### Materiāli un metodes

Pētāmais objekts tika reāli uzprojektēts un samontēts Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmijā, kā arī autors projektēšanas laikā ir izpētījis daudzus interneta resursu, kuros tas spēja iepazīties ar 3D DLP galvenajām tehnoloģiskajām priekšrocībām un trūkumiem.

### Stereolitogrāfija

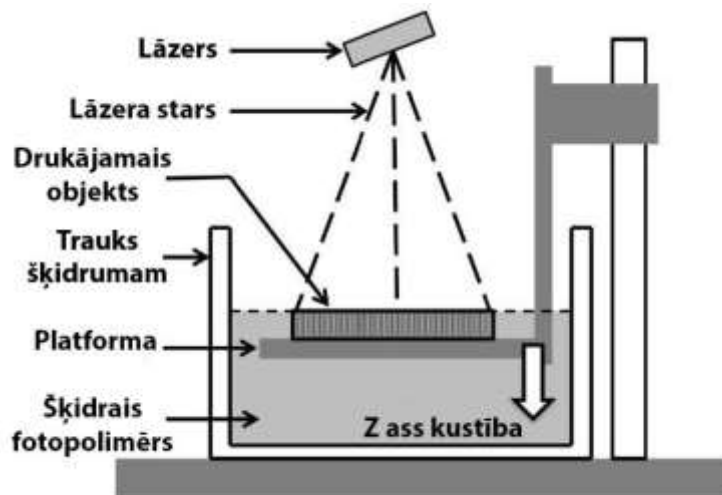
Stereolitogrāfija ir 3D drukāšanas tehnoloģija, kas tiek izmantota lai veidotu trīsdimensionālus objektus, prototipus, modeļus un produkcijai nepieciešamās detaļas, audzējot slāņus, izmantojot fotopolimerizācijas procesu, kas UV gaismas staru ietekmē izraisa molekulu savienošanos ķēdēs, veidojot polimērus. Pēc tam šie polimēri veido trīsdimensionālus cietus ķermeņus.[1] Pētniecība šajā virzienā tika veikta septiņdesmitajos gados, bet terminu izdomāja Čārlzs Halls (Charles Hull) 1986. gadā, kad viņš patentēja šo procesu. Pēc tam viņš izveidoja “3D Systems Inc” lai komercializētu viņa izgudroto patentu.[2][3]

### Tehnoloģija

Stereolitogrāfija ir slāņu audzēšanas tehnoloģijas process kas darbojas, fokusējot ultravioleto (UV) lāzera staru uz šķidro fotopolimēru. Ar automātiskās ražošanas palīdzību (CAM - *Computer aided manufacturing*) vai programmnodrošinājumu priekš datora sistēmas (CAD - *Computer aided software*), UV lāzera stars tiek izmantots lai zīmētu, iepriekš

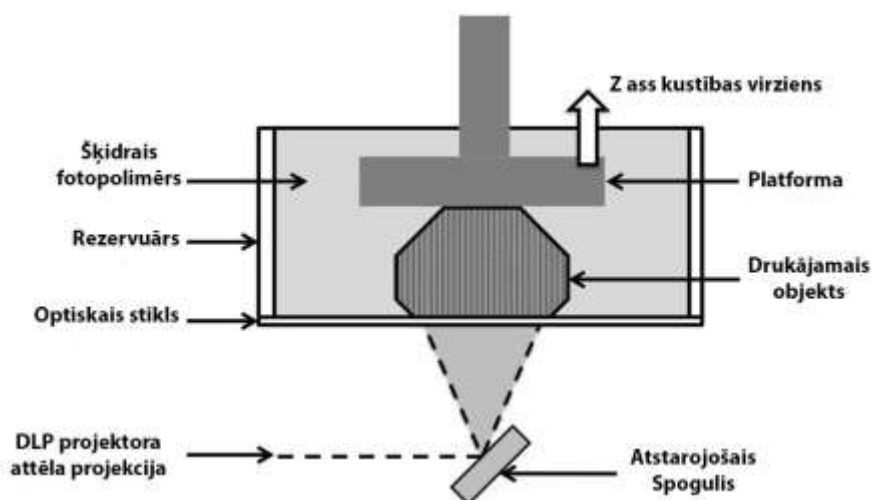
ieprogrammētu līniju (kontūru) uz noteiktas virsmas cietinot (polimerizējot) fotopolimēru. Šis process tiek atkārtots priekš katra nākamā slāņa, līdz 3D objekts tiek pilnībā pabeigts.[4][5][6]

Pirmais komerciālais 3D printeris bija izveidots uz stereolitogrāfijas tehnoloģijas bāzes (*Stereolithography Apparatus – SLA*), kuru izstrādāja Čārlzs Halls 1983. gadā.[7] Stereolitogrāfijas printerim ir platforma, kuru gremdē tvirtnē ar šķidro fotopolimēru (sk. 1. att). Fokusētais UV lāzera stars tiek vadīts pa platformas virsmu (pa x un y asīm), lai polimerizētu 3D objekta pirmo slāni. Pēc tam platforma nolaižas viena slāņa biezumā (z ass kustības virzienā), un process atkārtojas, tiklīdz netiek izdrukāts vēlmais, trīsdimensionālais objekts.[8]



1.att. SLA 3D printera uzbūve un darbības princips) [8]

3D DLP printeri darbojas pēc tāda paša principa, kā SLA 3D printeri, tikai lāzera vietā tiek izmantots DLP projektors (sk. 2. att). DLP projektors izstaro UV statisku attēlu (slāņa kontūru), kuru ir nepieciešams izaudzēt. Šķidrāis fotopolimērs vienmērīgi sacietē, izstarotajā vietā, kas ļauj ātri drukāt nepieciešamos trīsdimensionālus objektus. Kā redzams 2.att, platforma tiek gremdēta līdz rezervuāra dibenam (viena slāņa biezuma attālumā no stikla virsmas), lai projektors spētu izgaismot pirmo slāņa kontūra attēlu. Kad pirmais slānis ir sacietējis, tad projektors izslēdzas. Tad z ass atrauj pirmo slāni no rezervuāra dibena (pavirzās uz augšu pa z asi) un atkal iegremdē platformu rezervuāra dibenā, lai varētu polimerizēt nākamo slāni. Šī darbība atkārtojas, kamēr netiek izdrukāts vēlmais objekts.[8]



3. DLP 3D printera uzbūve un darbības princips) [8]

Stereolitogrāfijas 3D printeriem ir liels materiālu skaits, ko tie var izmantot, kā arī tiem ir plašs pielietojums (sk. *Tabula 1*) [9].

*1.tabula*

Materiāli	Īpašības	Pielietojums/Nozares
VeroWhitePlus	Izturīgs, stingrs ar augstu izmēru precizitāti	Pielietojams daudzās nozarēs, piemēram, elektroiekārtas, medicīnas ierīcēs, darba galdos, kā sarežģītu mehānismu mezglos u.c.
Digital ABS	Labāka siltuma izturība, nekā standarta ABS	Prototipu izveide, presformu izveidei, ražošanas instrumenti, elektroiekārtu korpusi, izturīgi prezentācijas modeļi, detaļas priekš dzinēja, vāciņi
Fullcure RGD 720	Materiāls ar caurspīdīgu un gludu virsmu	Medicīnā, testēšanas caurskata detaļām, mākslinieciskā modelēšana u.c.
Rigur RGD 450	Spilgti balts, polipropilēna īpašības	Rūpniecības nozare, iepakojumi plaša patēriņa precēm, elektronikā u.c.
Rubber-like material	Gumijas materiāls	Dažādi gumijas izstrādājumi gumijas blīves, klaviatūras, telefonu gumijas pogas, sporta apavu zoles u.c.
Hight-temperature material	Siltumizturīgs materiāls	Labs materiāls priekš testēšanas funkcijām, piemēram, karstā ūdens vai gaisa plūsma caurulēs
Bio-compatible material	Caurspīdīgs, stingrs, augsta izmēru stabilitāte, sterils	Ideāls materiāls, kurš nepieciešams kontaktam ar ādu no (<24 stundām līdz >30 dienām)
Dental material	Augsta precizitāte un izturība, sterils	Trīs tipu stomatoloģiskie materiāli (VeroDent, VeroDentPlus un VeroGlaze)

### 3D DLP/SLA priekšrocības un trūkumi

Katram 3D printera veidam ir savas priekšrocības un trūkumi, bet konkrētajā gadījumā, tiks minēts tikai par stereolitogrāfijas 3D printeru stiprām un vājām pusēm sk. (*Tabula 2*). [10]

*2.tabula*

Tehnoloģija	Priekšrocības	Trūkumi
SLA	Ir iespējam drukāt lielus objektus ar sarežģītu ģeometriju (1500×750×550mm), augsta drukāšanas precizitāte (>50μm)	Veidojošajai struktūrai nepieciešams atbalsts, toksiski materiāli, ir ierobežots izmantojamo materiālu skaits, lēns drukāšanas ātrums
DLP	Ātrāks par SLA, Vienkāršāka konstrukcija, augsta drukāšanas precizitāte (>50μm)	Veidojošajai struktūrai nepieciešams atbalsts, toksiski materiāli, ir ierobežots izmantojamo materiālu skaits, iespējams drukāt tikai mazus objektus (192×120×230mm)

### Rezultāti un to izvērtējums

Mūsdienās 3D printeri ir kļuvuši par neatņemamu sastāvdaļu dažāda veida nozarēs, sākot no mazām mājsaimniecībām, beidzot ar lielām ražošanas industrijām. Stereolitogrāfijas 3D printeri spēj drukāt smalkus objektus ar lielu izšķirtspēju, kas ir ideāli piemērots smalku

prototipu izveidē. Izpētot un izvērtējot stereolitogrāfijas 3D printeru iespējas, var secināt ka tiem ir arī savas priekšrocības un trūkumi. Neskatoties uz to, ka SLA 3D printeris spēj drukāt lielākus objektus, tomēr DLP 3D printeris ir daudz ātrāks un tā kontrakcija ir daudz vienkāršāka, jo ir tikai viena kustīgā z ass, un tiek izmantots parasts projektoris, kas atbalsta DLP tehnoloģiju. DLP 3D printera vienkāršās konstrukcijas dēļ, tam ir vienkārši veikt kalibrāciju un tehnisko apkopi.

### Secinājumi

3D printeri izmainīja ražošanas industriju, jo ar to palīdzību ir daudz vienkāršāk, ātrāk un lētāk veidot jaunus prototipus vai pat gatavas detaļas. Stereolitogrāfijas 3D printeri drukā ar augstu kvalitāti un ātri, kas ir ideāli piemērots biznesam, lai ātri un vienkārši veidotu nepieciešamos prototipus. Materiālu skaits ir samērā plašs un to pielietojums var būt dažāds. Neskatoties uz tā stiprām pusēm, tomēr fotopolimēru materiāli ir toksiski. Strādājot ar šī veida 3D printeriem, ir nepieciešams lietot aizsargbrilles, kas absorbē UV gaismas starus.

### Literatūra

1. U.S. Patent 4,575,330 ("Apparatus for Production of Three-Dimensional Objects by Stereolithography")
2. <http://www.photopolymer.com/stereolithography.htm>
3. Gibson, Ian, and Jorge Bártolo, Paulo. "History of Stereolithography." *Stereolithography: Materials, Processes, and Applications*. (2011): 41-43. Web. 7 October 2015.
4. Crivello, James V., and Elsa Reichmanis. "Photopolymer Materials and Processes for Advanced Technologies." *Chemistry of Materials Chem. Mater.* 26.1 (2014): 533. Print.
5. Lipson, Hod, Francis C. Moon, Jimmy Hai, and Carlo Paventi. "3-D Printing the History of Mechanisms." *Journal of Mechanical Design J. Mech. Des.* (2004): 1029-033. Print.
6. Fouassier, J. P. "Photopolymerization Reactions." *The Wiley Database of Polymer Properties* 3 (2003): 25. Print.
7. <https://3dprintingindustry.com/3d-printing-basics-free-beginners-guide/history/>
8. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4491116/>
9. <http://www.stratasys.com/materials/polyjet/digital-materials>
10. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0376738816304215>