

КАТЕГОРИЈЕ ПРОЦЕСА

1. Фотополимеризација у кади (Vat photopolymerization) / стереолитографија, Stereolithography (SLA)

- процес адитивне производње (АП) током које течни фотополимер у кади селективно очвршћава полимеризацијом која је активирана светлошћу.

2. Директна 3D штампа / Бризгање материјала (Material jetting) / Polyjet; Inkjet Printing

- процес АП током којег се капљице градивног материјала (фотополимер или восак) селективно таложе.

3. Везивна 3D штампа / Бризгање везива (Binder jetting) / Indirect Inkjet Printing (Binder 3DP)

- процес АП током којег се течно везивно средство селективно наноси ради спајања прашкастог материјала.

4. Фузија нанетог праха (Powder bed fusion) / Selective Laser Sintering (SLS); Direct Metal Laser Sintering (DMLS); Selective Laser Melting (SLM); Electron Beam Melting (EBM)

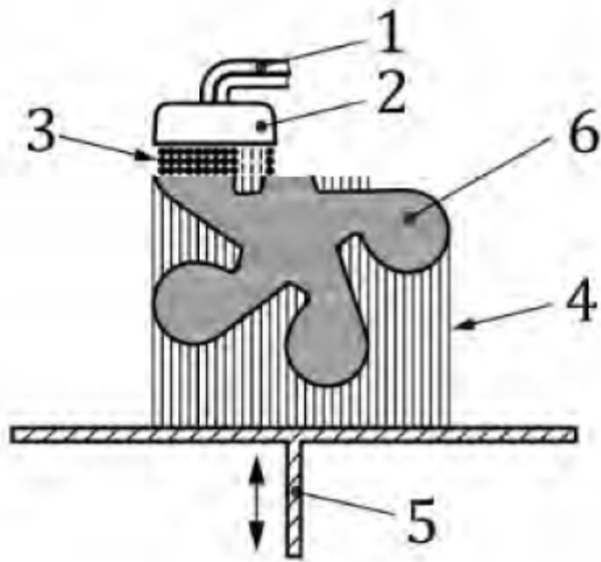
- процес АП током којег топлотна енергија селективно топи и спаја нанети прашкасти материјали.

КАТЕГОРИЈЕ ПРОЦЕСА

5. **Екструдирање материјала (Material extrusion) / Fused Deposition Modeling (FDM); Contour Crafting**
 - процес АП током којег се материјал селективно дозира кроз млазницу или отвор.
6. **Спајање усмеравањем енергије / Таложење под директним дејством енергије (Directed energy deposition) / Laser Engineered Net Shaping (LENS); Electronic Beam Welding (EBW)**
 - процес АП током којег се фокусирана топлотна енергија (ласер, сноп електрона, плазмин лук) користи тако да топљењем споји материјал док се таложи.
7. **Ламинација фолија / листова (Sheet lamination) / Laminated Object Manufacturing (LOM)**
 - процес АП током којег се фолије материјала спајају како би формирале део.

17. ДИРЕКТНА 3D ШТАМПА/БРИЗГАЊЕ МАТЕРИЈАЛА (Material jetting)

Дефиниција према ISO 17296-1 гласи да је директна 3D штампа / бризгање материјала (Material jetting) процес АП током којег се капљице градивног материјала (фотополимер или восак) селективно таложе.



1. Систем за довод градивног и помоћног (потпорног) материјала (опционо у зависности од одређеног процеса),
2. Системи за наношење (светло ЕМ зрачења или извор топлоте),
3. Капљице градивног (потпорног) материјала,
4. Потпора,
5. Подлога са системом за дефинисање корака,
6. Обрадак.

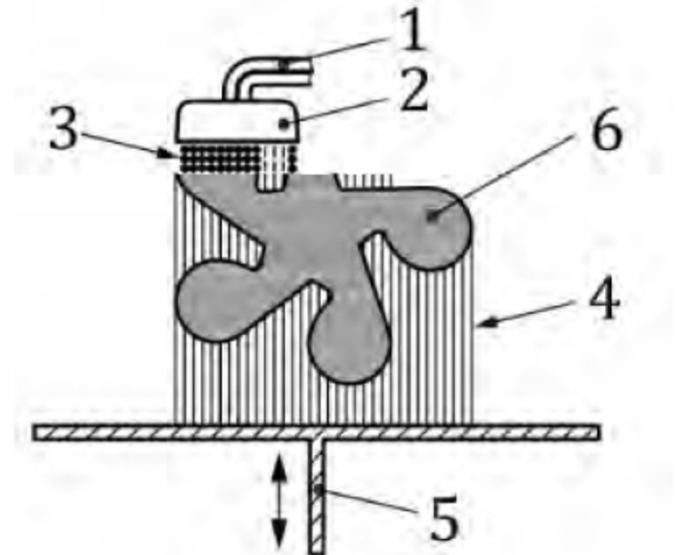
17. ДИРЕКТНА 3D ШТАМПА/БРИЗГАЊЕ МАТЕРИЈАЛА (Material jetting)

Полазни материјал: течни фотополимер или растопљени восак, са или без адитива.

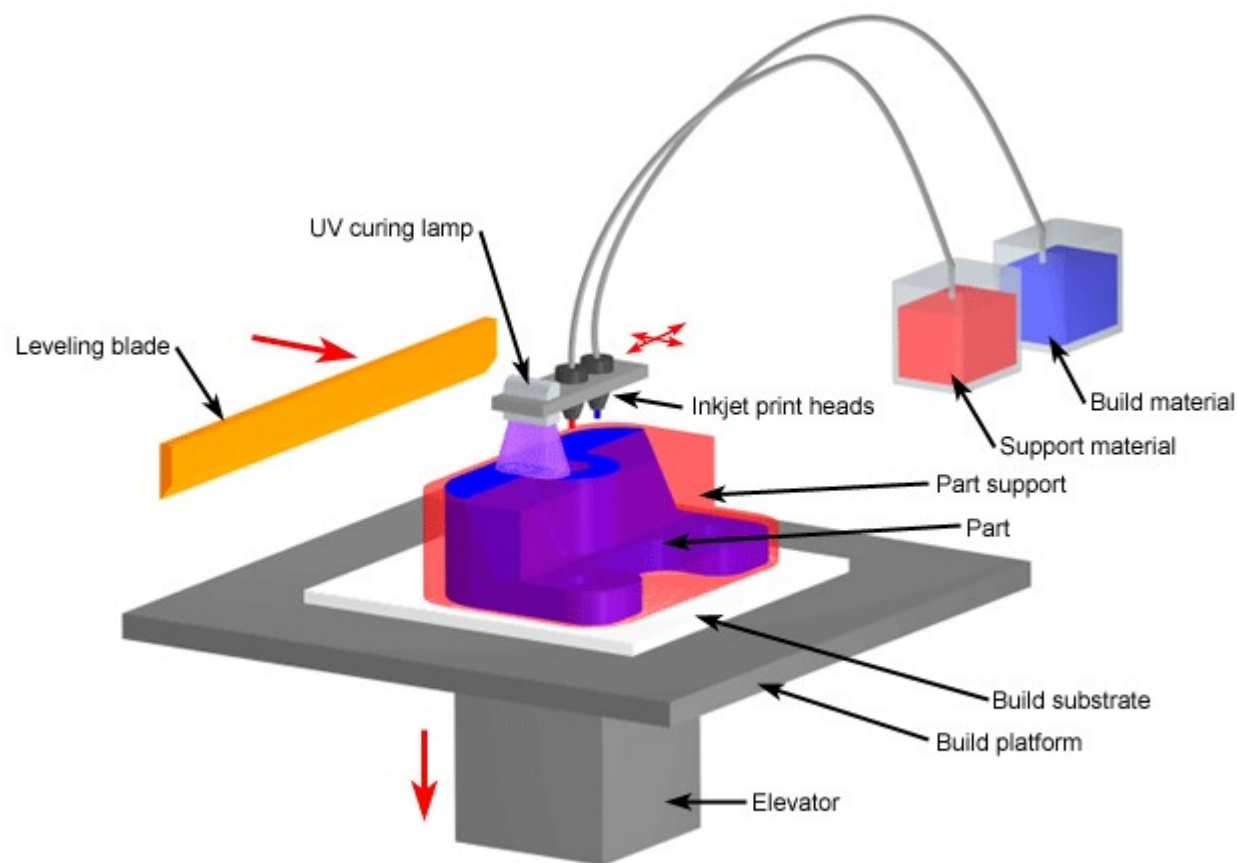
Механизам везивања: **везивање хемијским реакцијама** или **адхезија очвршћавањем** растопљеног материјала.

Извор активације: извор светлосног зрачења за везивање хемијским реакцијама.

Накнадна обрада: уклањање потпорног материјала, накнадно очвршћавање даљим излагањем зрачењу.

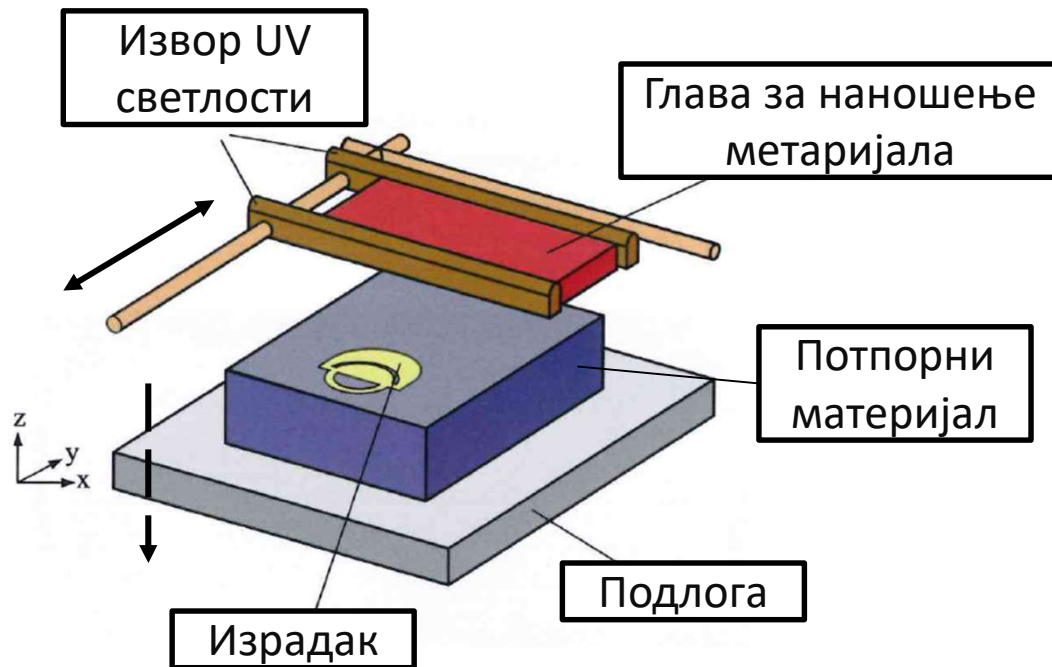


18. ДИРЕКТНА 3D ШТАМПА/БРИЗГАЊЕ МАТЕРИЈАЛА (Material jetting) / Polyjet - Multyjet



Copyright © 2008 CustomPartNet

18. ДИРЕКТНА 3D ШТАМПА/БРИЗГАЊЕ МАТЕРИЈАЛА (Material jetting) / Polyjet

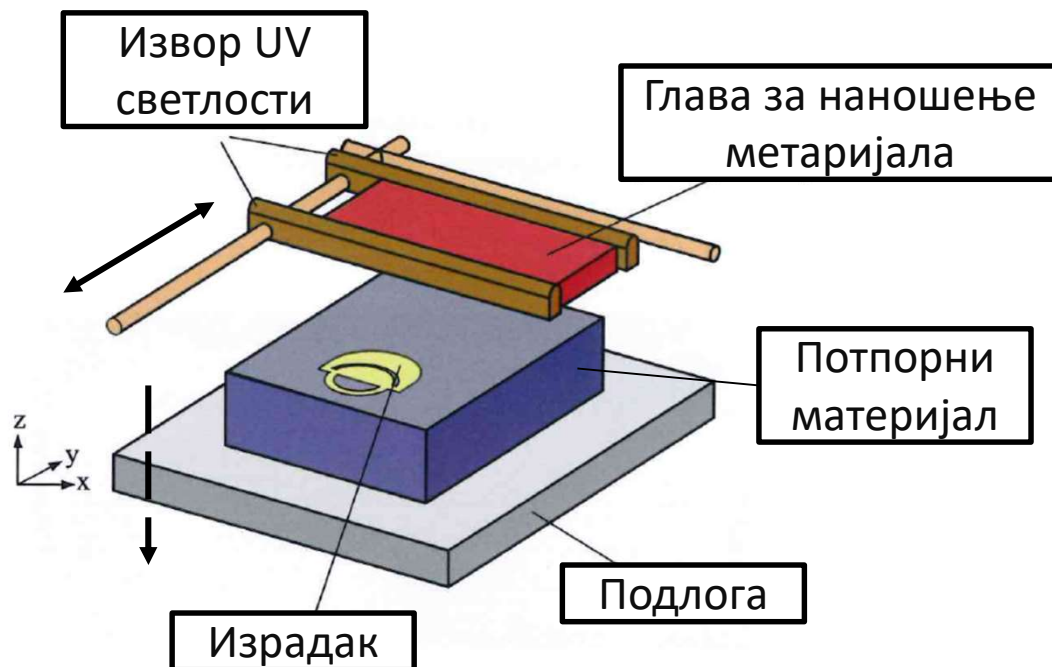


Наношење слоја фото осетљивог полимерног материјала врши се уз помоћ специјалне главе која у себи садржи мрежу млазница кроз које се врши довод материјала.

Поред основног градивног материјала, кроз главу се моће доводити и потпорни материјал.

Нанети слој материјала очвршћава уз помоћ UV светлости.

18. ДИРЕКТНА 3D ШТАМПА/БРИЗГАЊЕ МАТЕРИЈАЛА (Material jetting) / Polyjet

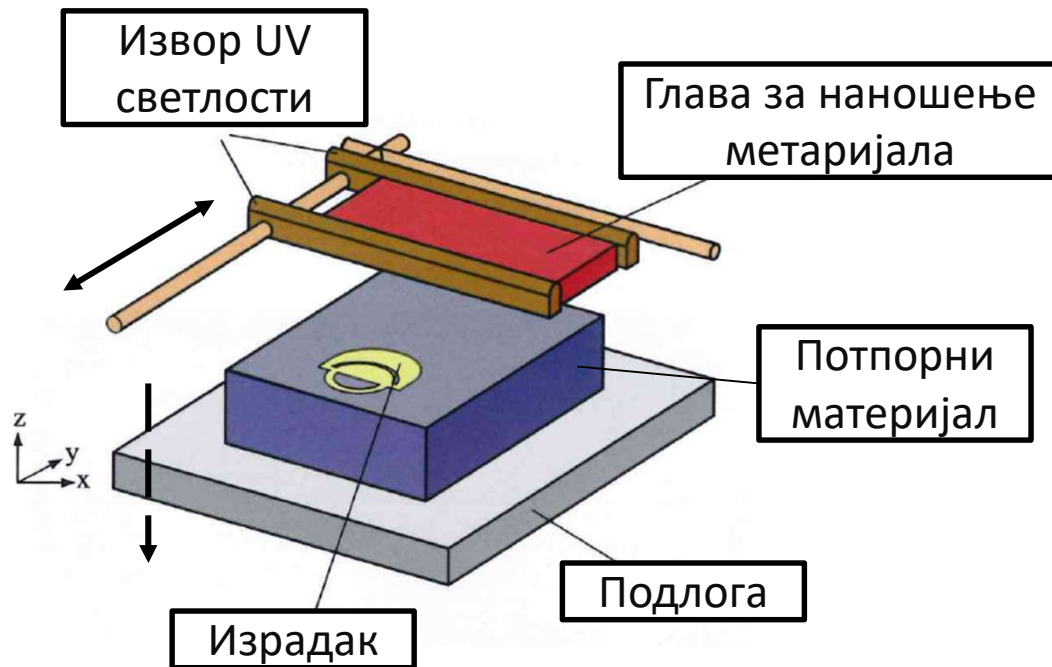


Главна предност у односу на ласерско очвршћавање код SLA поступка огледа се у томе што код Polyjet поступка читав слој очвршћава истовремено, а не селективно.

Пре сваког почетка формирања новог слоја, подлога у односу на главу за наношење заузима нову висину које је у функцији дебљине слоја.

Сваки претходни слој бива потпуно очврснут пре почетка наношења новог слоја.

18. ДИРЕКТНА 3D ШТАМПА/БРИЗГАЊЕ МАТЕРИЈАЛА (Material jetting) / Polyjet

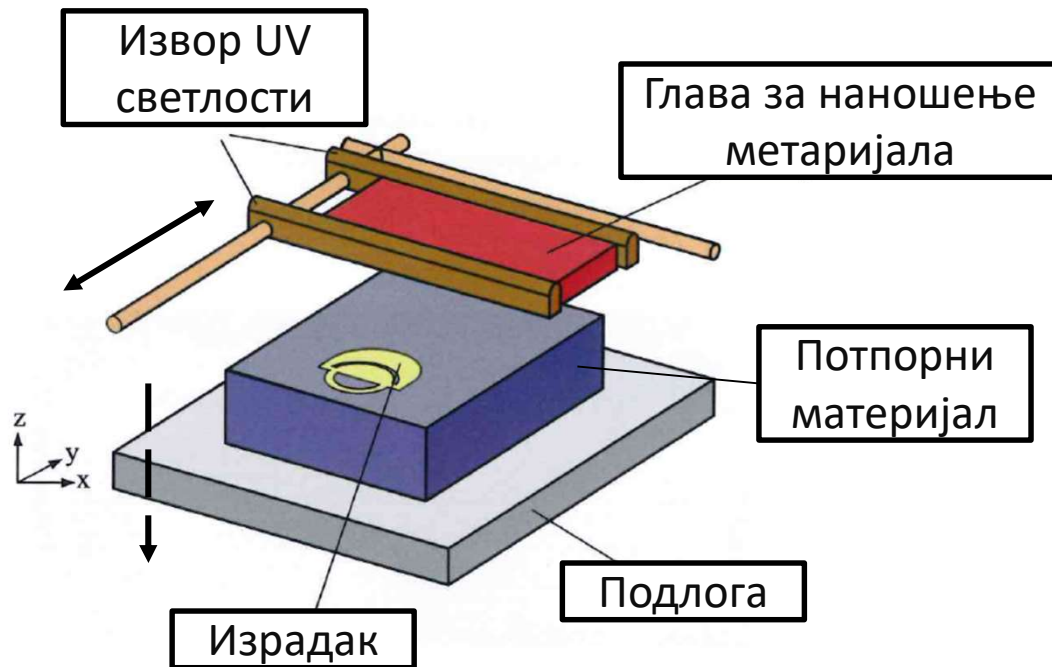


Polyjet поступак карактерише висока тачност, потребе за накнадном обрадом су веома мале.

Накнадно очвршћавање изратка под извором UV светлости или сазревање топлотним третирањем није неопходно.

Дебљина слојева креће се од 16 μm , док нове генерације уређаја имају могућност израде дела састављеног од више различитих типова материјала, па чак и мешање материјала по жељеној рецептури.

18. ДИРЕКТНА 3D ШТАМПА/БРИЗГАЊЕ МАТЕРИЈАЛА (Material jetting) / Polyjet

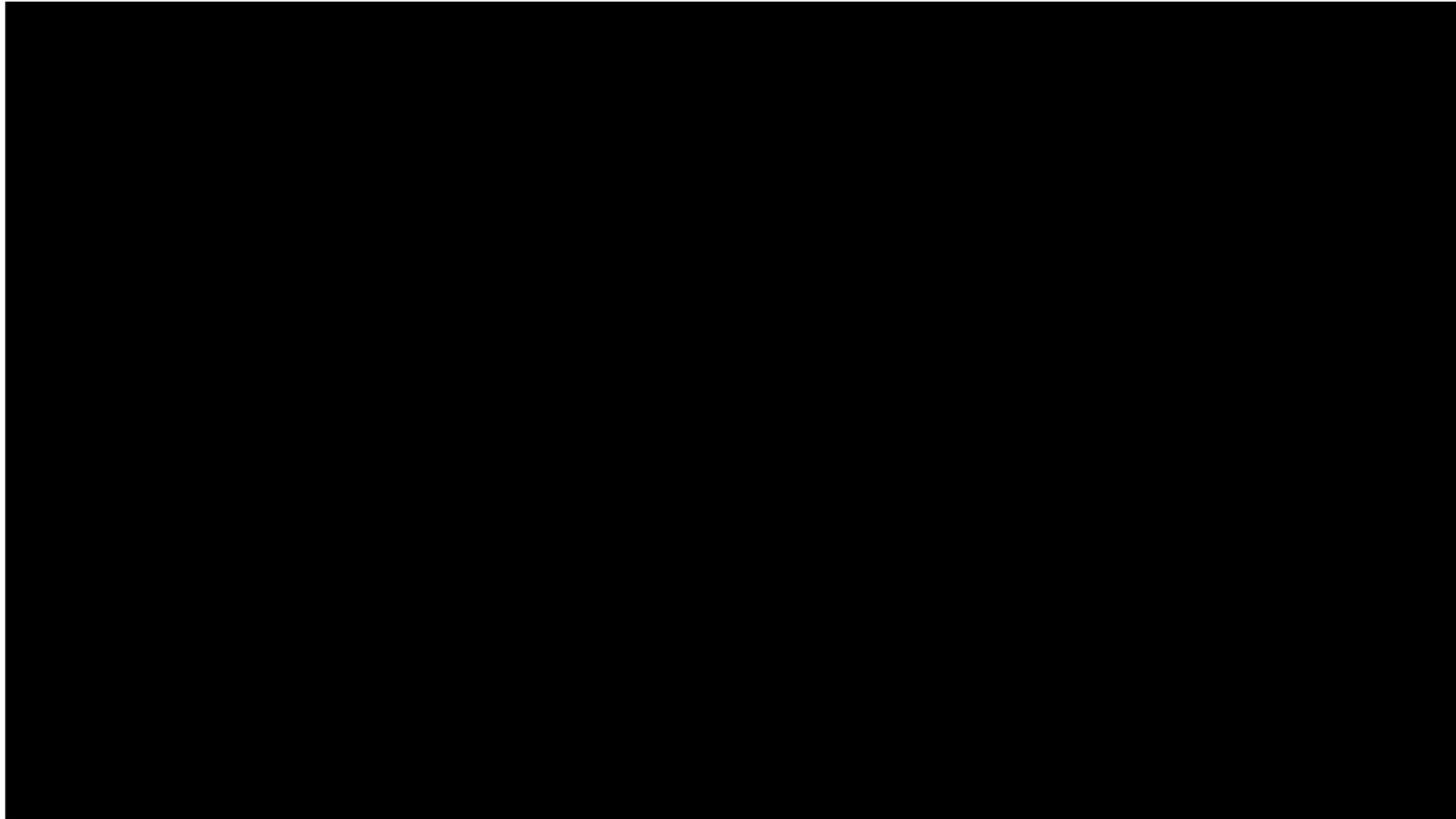


Велику примену имају при изради делова чија се својства материјала изједначавају са композитним.

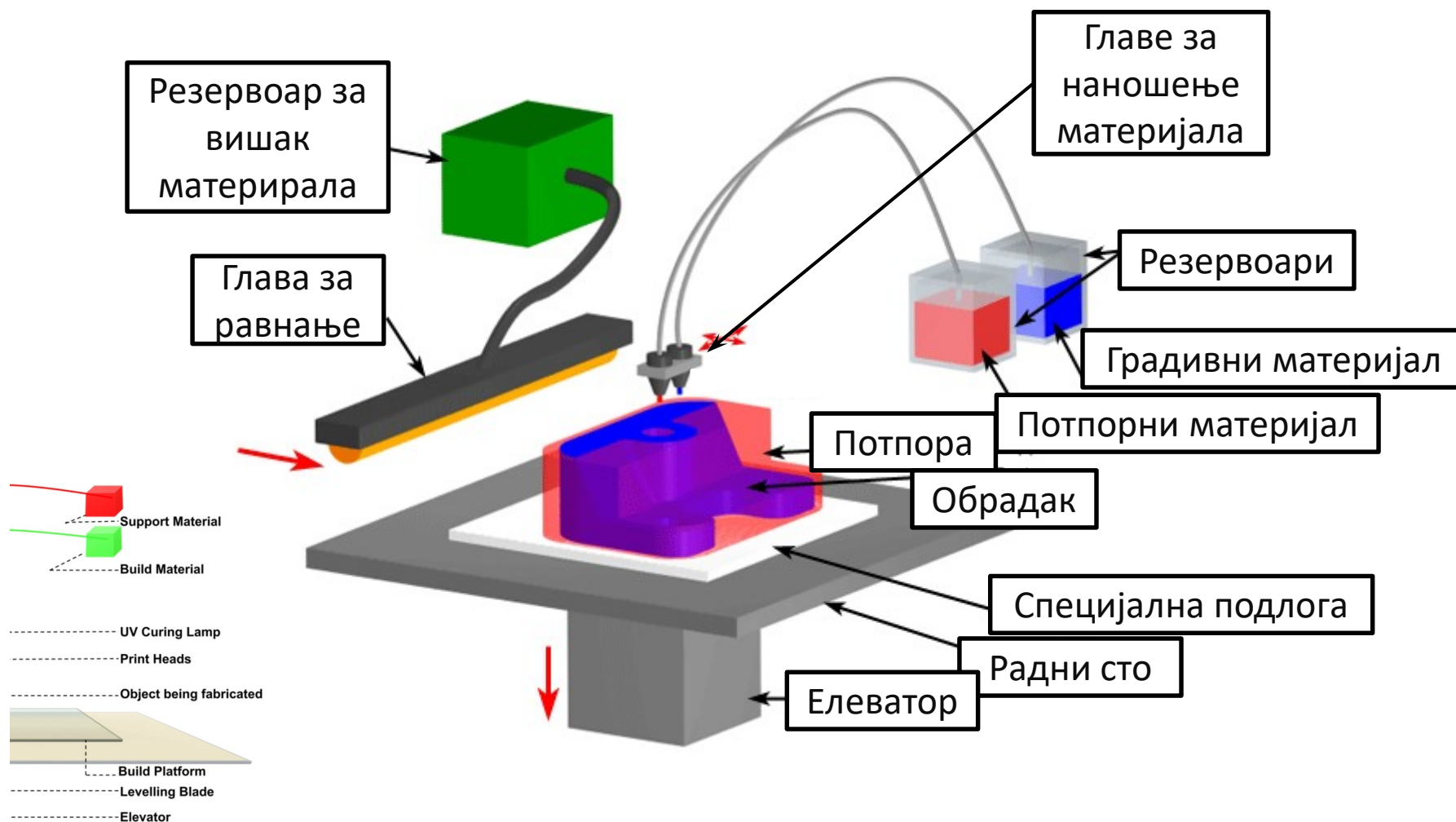
Поред наведеног, велику примену имају и код израде елемената алата за ињекционо бризгање пластике.

HOW DOES
POLYJET
WORK?

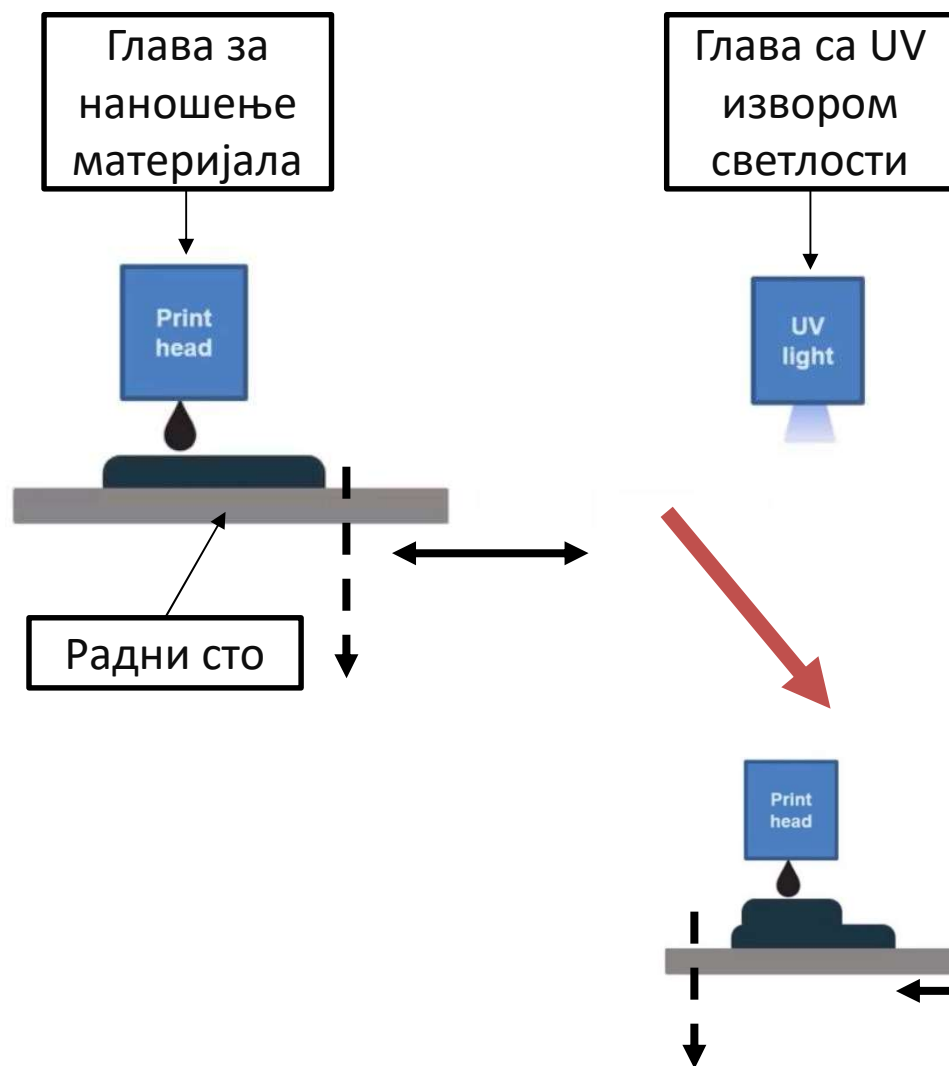
18. ДИРЕКТНА 3D ШТАМПА/БРИЗГАЊЕ МАТЕРИЈАЛА (Material jetting) / Polyjet



19. ДИРЕКТНА 3D ШТАМПА/БРИЗГАЊЕ МАТЕРИЈАЛА (Material jetting) / Inkjet Printing



19. ДИРЕКТНА 3D ШТАМПА/БРИЗГАЊЕ МАТЕРИЈАЛА (Material jetting) / Inkjet Printing

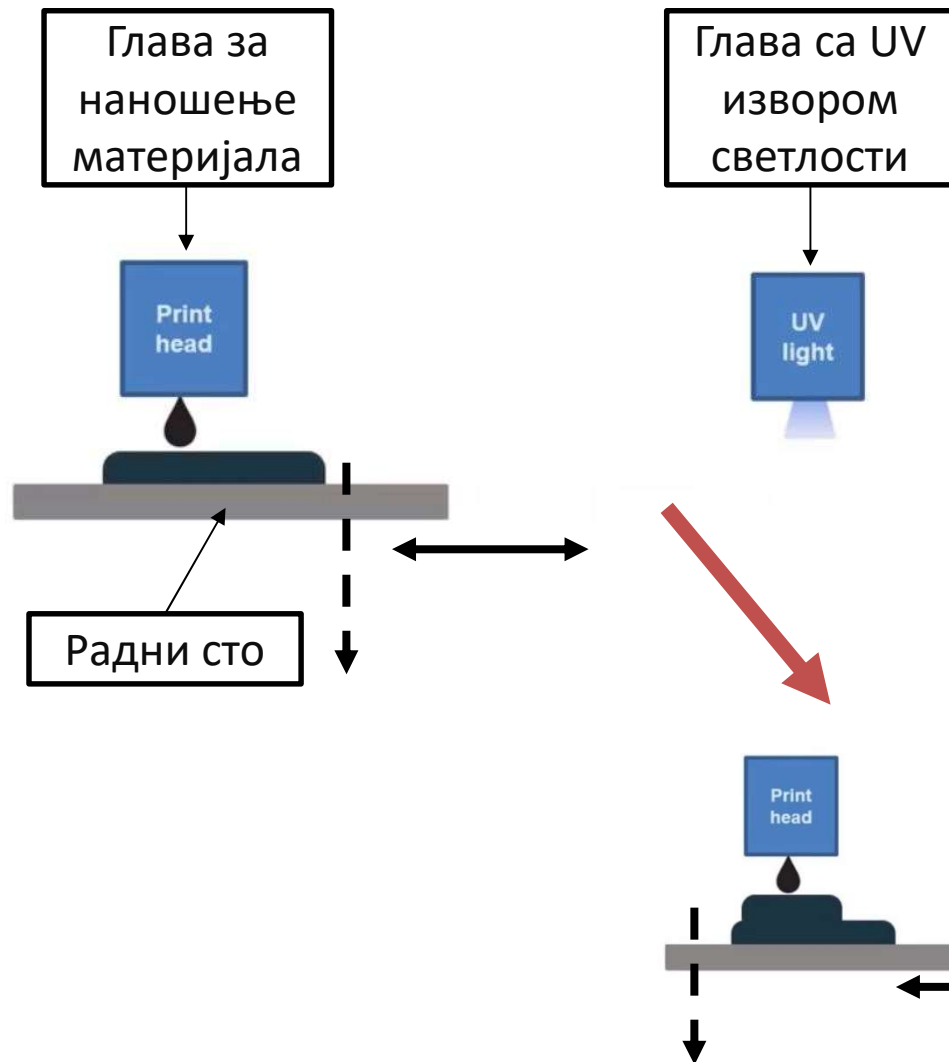


Наношење слоја фото осетљивог полимерног у виду капљица уз помоћ специјалне главе.

Градивни материјал се доводи кроз једну млазницу, док се потпорни материјал доводи криз другу.

Нанети слој материјала очвршћава уз помоћ UV светлости.

19. ДИРЕКТНА 3D ШТАМПА/БРИЗГАЊЕ МАТЕРИЈАЛА (Material jetting) / Inkjet Printing

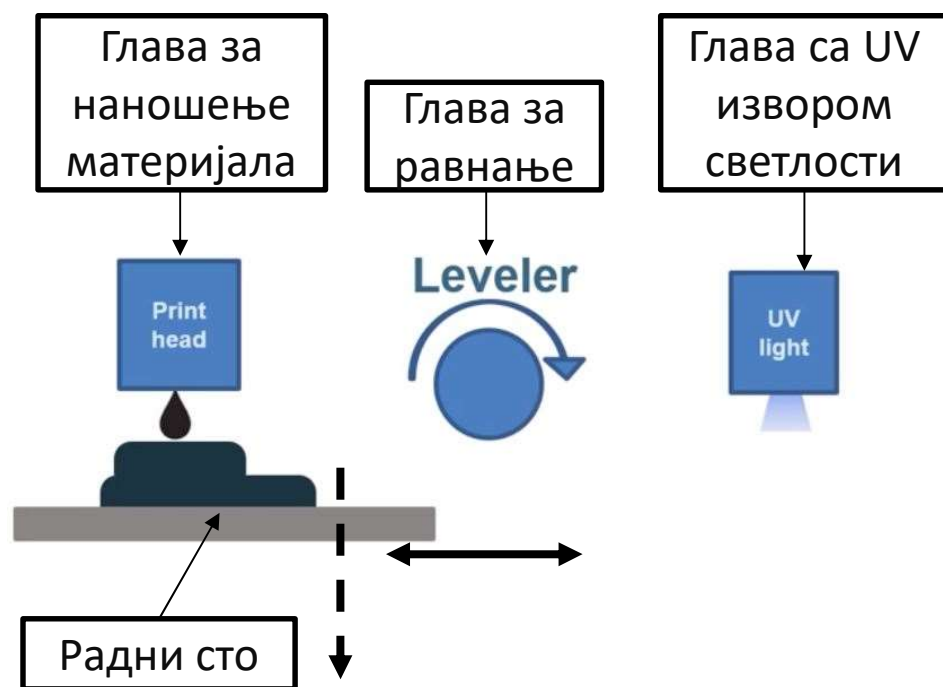


Наношење слоја фотоосетљивог полимерног у виду капљица уз помоћ специјалне главе.

Градивни материјал се доводи кроз једну млазницу, док се потпорни материјал доводи кроз другу.

Нанети слој материјала очвршћава уз помоћ UV светлости.

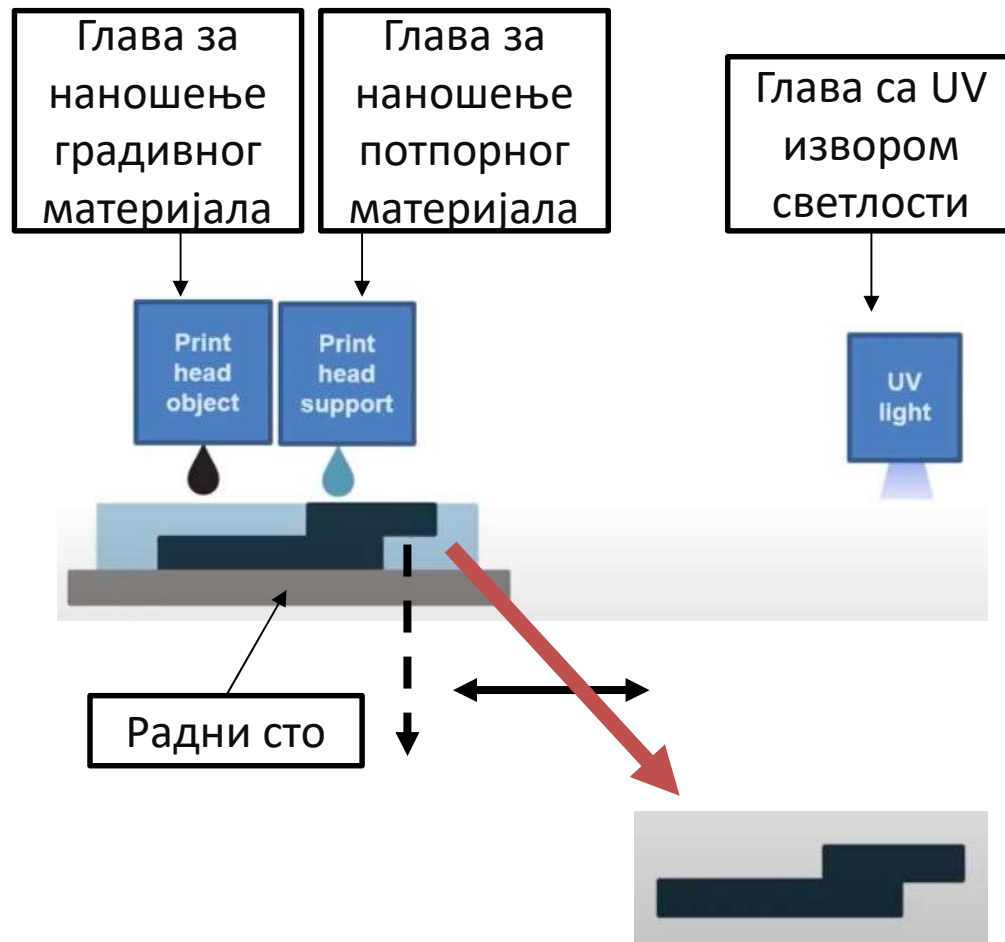
19. ДИРЕКТНА 3D ШТАМПА/БРИЗГАЊЕ МАТЕРИЈАЛА (Material jetting) / Inkjet Printing



Како би се избегли мањи дефекти на површини материјала у виду деформација, као и да би се остварила оптимална равност површине за наношење наредног слоја, неопходно је коришћење главе за равнање.

Равнање слоја се врши пре његовог очвршћавања.

19. ДИРЕКТНА 3D ШТАМПА/БРИЗГАЊЕ МАТЕРИЈАЛА (Material jetting) / Inkjet Printing

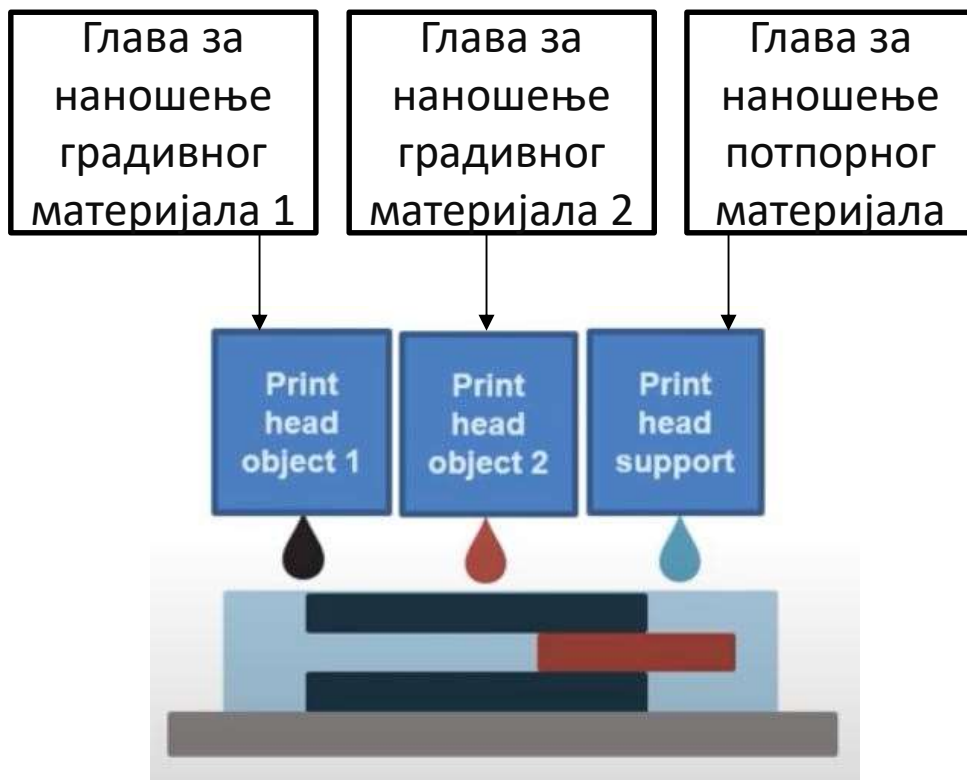


Градивни и потпорни материјал се наносе симултано кроз две одвојене млазнице. Као и наношење, очвршћавање уз помоћ UV светлости се одвија симултано.

Коришћењем потпорног материјала омогућава се формирање делова комплексног облика и оштријих ивица.

Након израде дела, потпорни материјал се уклања или физичким путем или се врши његово растварање у води.

19. ДИРЕКТНА 3D ШТАМПА/БРИЗГАЊЕ МАТЕРИЈАЛА (Material jetting) / Inkjet Printing



У зависности од потреба, могуће је користити и више различитих материјала. Додавањем новог додатног материјала захтева нову млазницу за довод истог.

Предност је добијање делова састављених од више различитих типова материјала.

19. ДИРЕКТНА 3D ШТАМПА/БРИЗГАЊЕ МАТЕРИЈАЛА (Material jetting) / Inkjet Printing

Предности:

- Велика резолуција,
- Једина метода адитивних технологија којом је могуће добити функционалне прозрочне делове без потребе за накнадном обрадом (сочива),
- Коришћење широког спектра материјала,
- Релативно висока продуктивност.



Ограничења:

Вискозност полимера отежава наношење слоја.

**Највећа примена је код Брзе израде готових делова (*Rapid Manufacturing*),
а не код Брзе израде прототипова (*Rapid Prototyping*).**

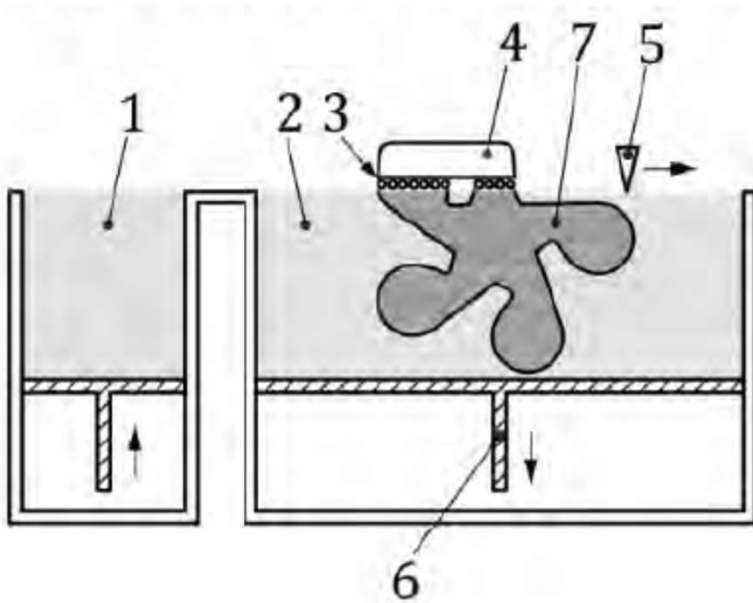
19. ДИРЕКТНА 3D ШТАМПА/БРИЗГАЊЕ МАТЕРИЈАЛА (Material jetting) / Inkjet Printing

What is 3D inkjet printing



20. ВЕЗИВНА 3D ШТАМПА / БРИЗГАЊЕ ВЕЗИВА (Binder jetting)

Дефиниција према ISO 17296-1 гласи да је везивна 3D штампа (Binder jetting) процес АП током којег се течно везивно средство селективно наноси ради спајања прашкастог материјала.



1. Систем додавања праха,
2. Материјал у виду праха распоређен на подлогу (радни сто),
3. Капљице везивног средства,
4. Системи за наношење укључујући и везу са системом за довод везивног средства,
5. Систем за равномерно распоређивање праха,
6. Подлога са елеватором,
7. Обрадак.

20. БРИЗГАЊЕ ВЕЗИВА / ВЕЗИВНА 3D ШТАМПА (Binder jetting)

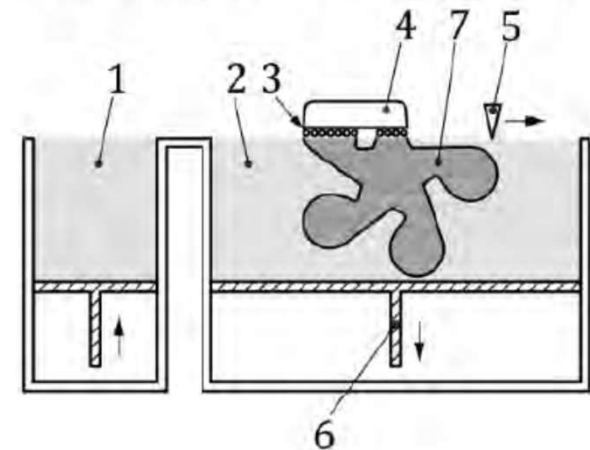
Полазни материјал: широк спектар материјала у виду праха, мешавине праха или крупнијих зрна материјала, као и течни лепак / везивно средство.

Механизам везивања: везивање хемијским и/или термичким реакцијама.

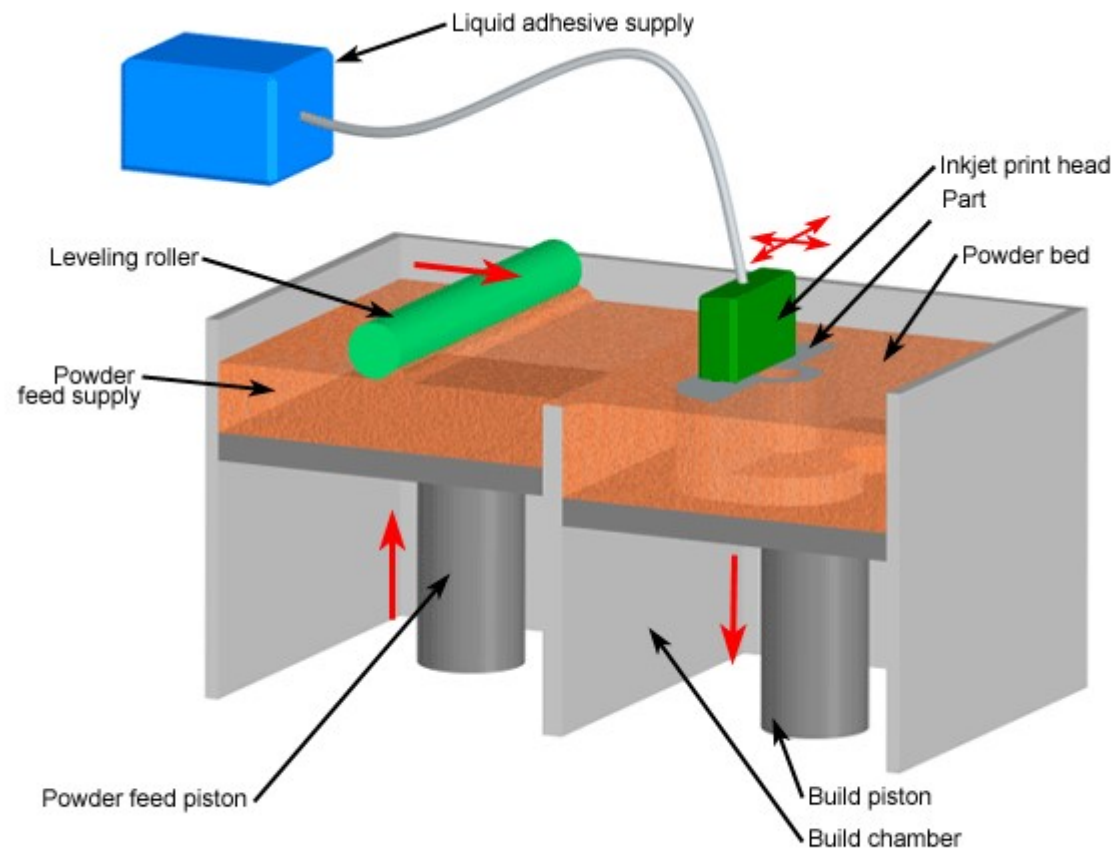
Извор активације: у зависности од везивног средства: хемијска реакција.

Накнадна обрада: уклањање растреситог/слободног праха, импрегнација или инфилтрација одговарајућег течног материјала у зависности од материјала праха и предвиђене примене.

Напомена: воскови, епоксиди и друга лепкови користе се за полимерне материјале, док се метали и керамика обично учвршћују/везују синтеровањем и инфилтрацијом растопљеног материјала.

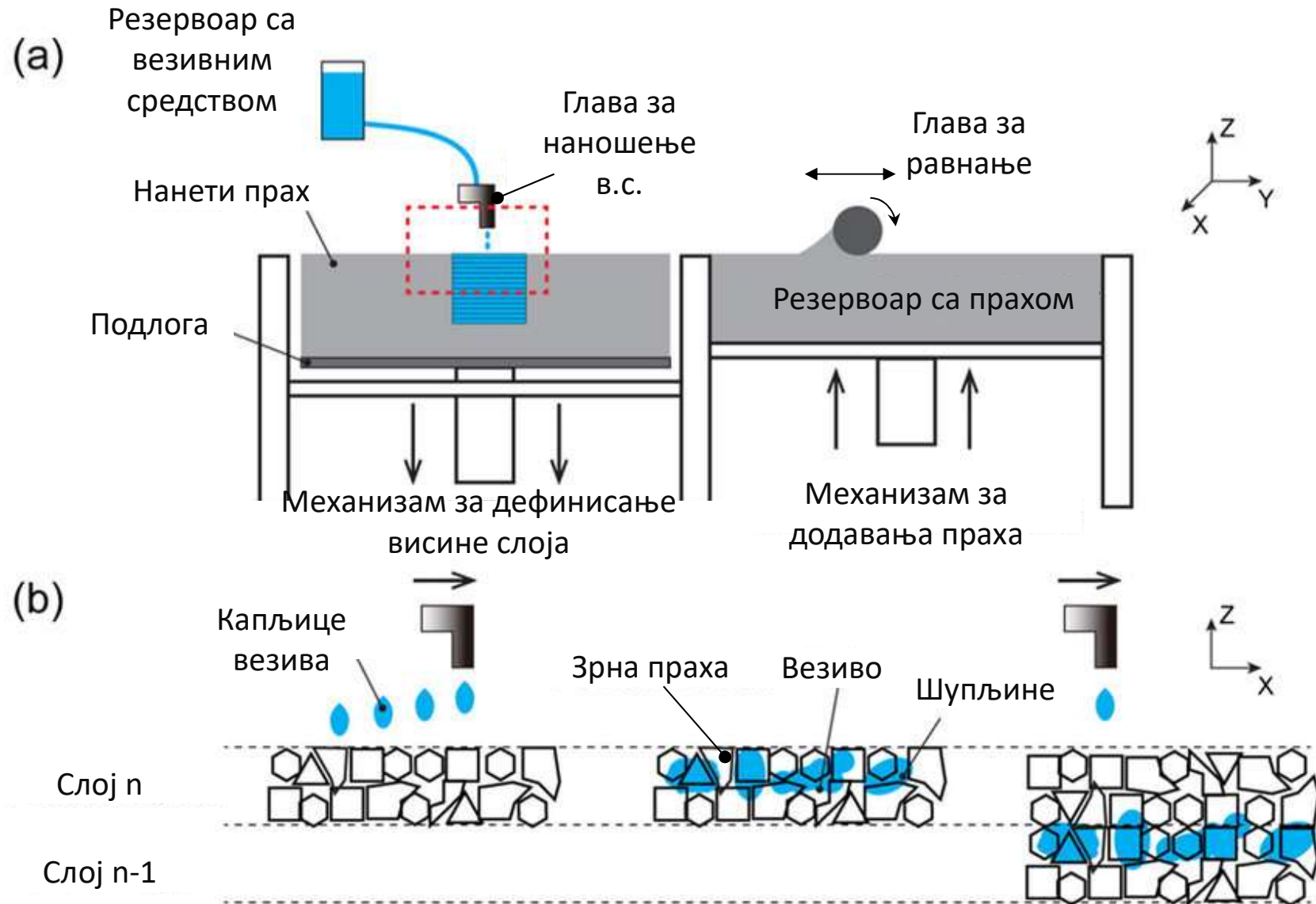


21. ВЕЗИВНА 3D ШТАМПА / БРИЗГАЊЕ ВЕЗИВА (Binder jetting) / Indirect Inkjet Printing (Binder 3DP)



Copyright © 2008 CustomPartNet

21. ВЕЗИВНА 3D ШТАМПА / БРИЗГАЊЕ ВЕЗИВА (Binder jetting) / Indirect Inkjet Printing (Binder 3DP)



3D štampa

Štampači za izradu modela **na bazi praha**. Za izradu je potrebno:

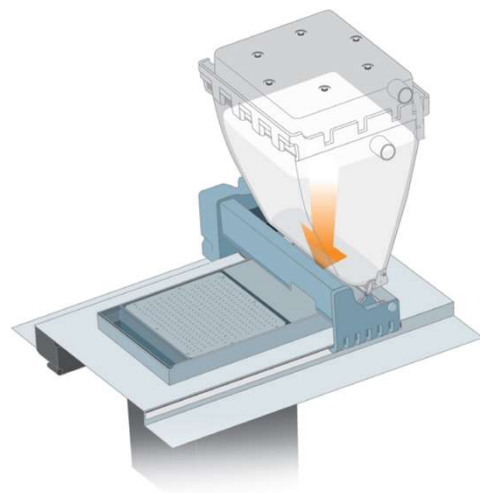
model u **.stl** formatu; materijal za izradu modela (prah); sredstvo za povezivanje slojeva;
sredstvo za impregniranje izrađenog modela...



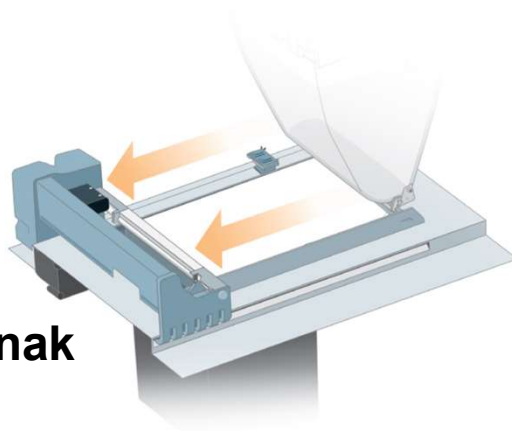
ZPrinter inkjet tehnologija

Kako funkcioniše

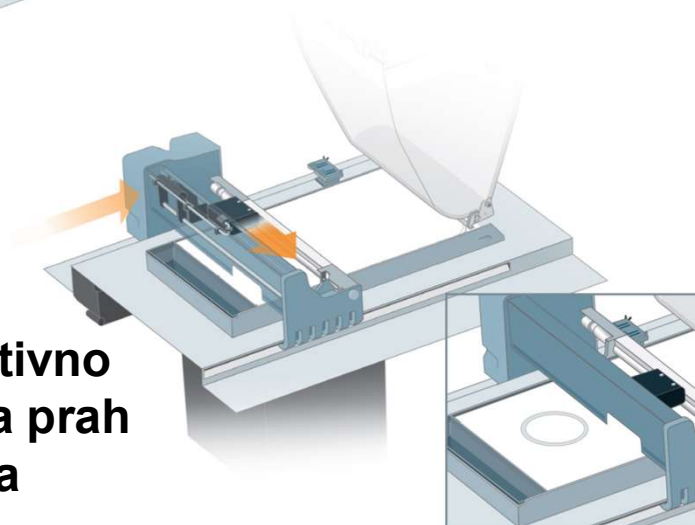
**Komora sa prahom
ispunjava volumen**



**Nanosi se tanak
sloj praha**



**Print-glave selektivno
nanose vezivo na prah
radi očvršćavanja**



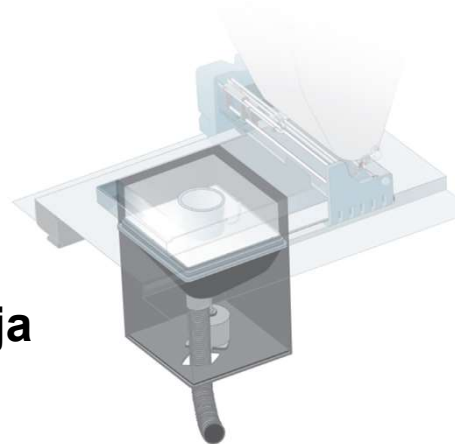
ZPrinter inkjet tehnologija

Kako funkcioniše

Build komora se spušta radi pripreme za sledeći sloj



Proces se ponavlja

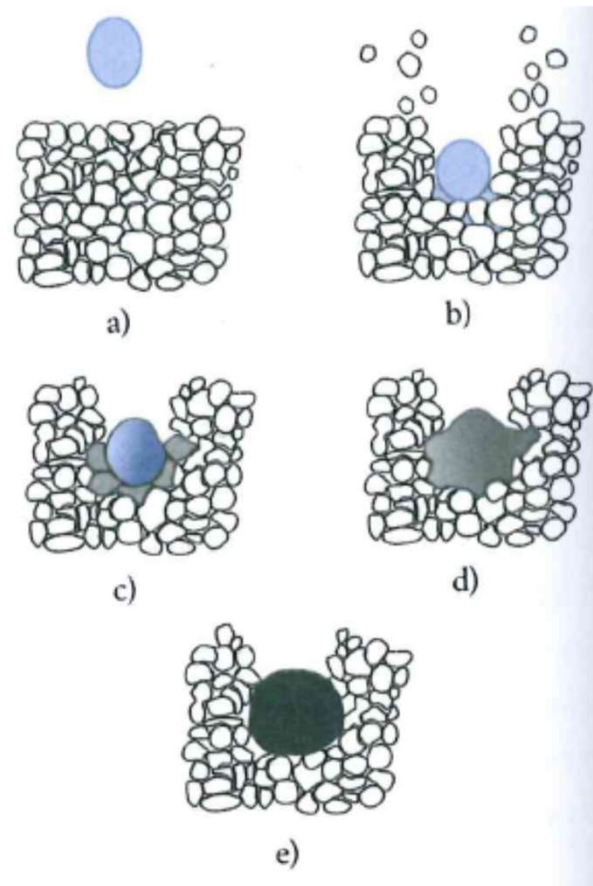


Build komora se prazni ostavljajući završen deo

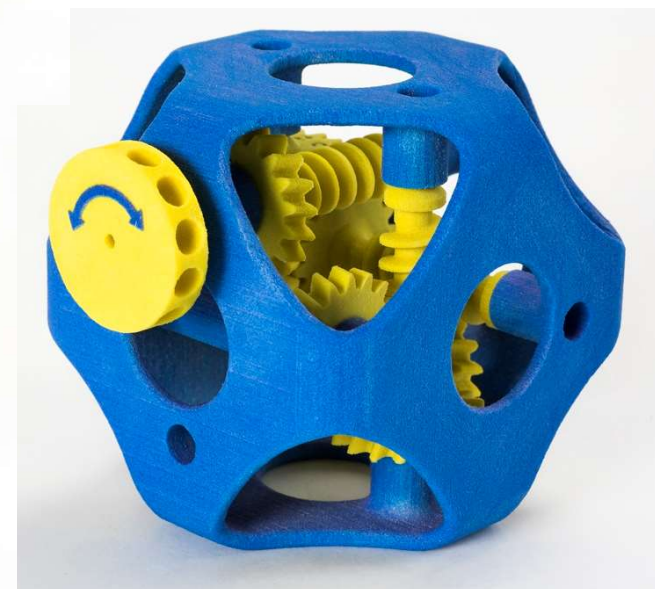
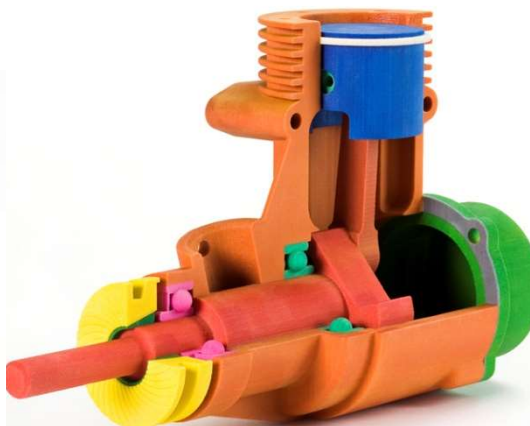
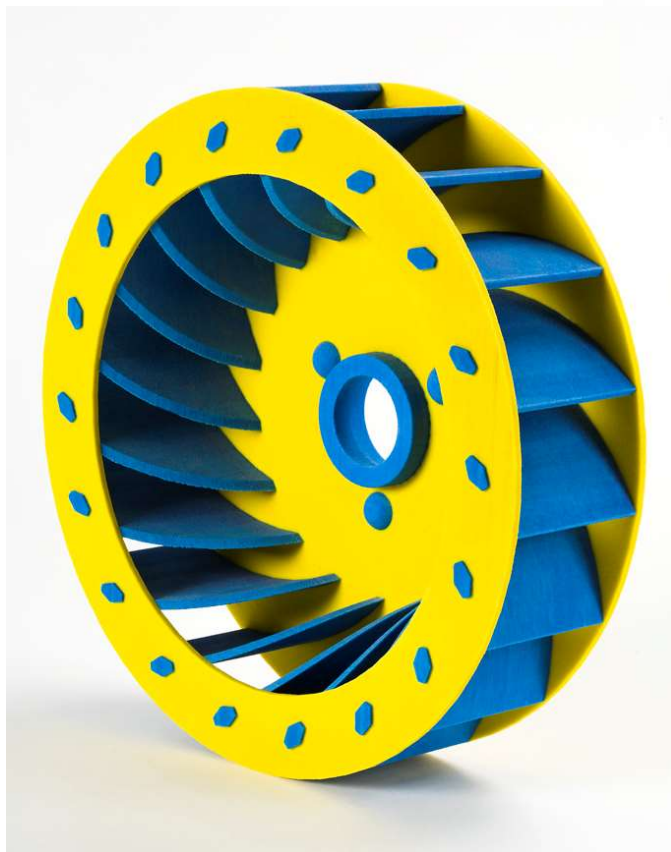


Slika 8.6 Faze formiranja 3DP primitiva:

(a) kapljica vezivnog sredstva u slobodnom padu,
(b) balistički udar, (c) migracija i rearanžiranje čestica, usled dejstva kapilarnog efekta, (d) ukrupnjavanje aglomerata, (e) finalni oblik aglomerata koji približno odgovara sferi.



Primeri izrađenih 3D modela (štampa u boji)



21. ВЕЗИВНА 3D ШТАМПА / БРИЗГАЊЕ ВЕЗИВА (Binder jetting) / Indirect Inkjet Printing (Binder 3DP)



Reference

Gibson I, Rosen W.D, Stucker B, Additive Manufacturing Technologies - Rapid Prototyping to Direct Digital Manufacturing, Springer, 2010.;

Gebhardt A, Heotter J.S, Additive Manufacturing, 3D Printing for Prototyping and Manufacturing, Hanser Gardner Publications, 2016.;

Godec D, Šercer M, Aditivna Proizvodnja, Fakultet Strojarsva i Brodogradnje, Zagreb, 2015.

Lužanin O, 3D Štampa, Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad, 2019.

Stritesky O, Prusa J, Bach M, Basics of 3D Printing with Josef Prusa, Prusa REsearch, Prague 2019.;

Plančak M, Brza Izrada Prototipova Modela i Alata, Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad, 2014.