

## 7. Prepararea modelelor pentru imprimare 3D

Imprimarea 3D este un proces de formare a unui obiect solid tridimensional de orice formă, realizat printr-un proces aditiv, în cazul în care straturi succesive de material sunt stabilite în diferite forme. Imprimarea 3D este, de asemenea, distinctă de tehnicile de prelucrare tradiționale, care se bazează în principal pe eliminarea materialelor prin metode cum ar fi tăiere sau de foraj (procesele substructive).

Imprimantele 3D permit designerilor să producă într-un timp foarte scurt un prototip. În consecință prototipul poate fi testat și remodelat rapid. Producția pieselor sau componentelor cu forme extrem de complexe prin metode clasice durează destul de mult timp, însă utilizarea acestei tehnologii de imprimare poate reduce semnificativ acest interval de timp. Astfel, timpul câștigat oferă posibilitatea testării mai multor variante ale componentelor cu scopul dezvoltării cât mai rapide a soluției necesare.

O imprimantă 3D este un dispozitiv apărut pentru prima dată prin anii 80' secolul trecut ce permite crearea de obiecte fizice compuse fie dintr-un singur material fie dintr-o varietate de materiale precum plastic, metal, sticla, ceramica, rășina, s.a., obiectele având o formă geometrică tridimensională definită digital - după o schiță virtuală de modelare 3D. Altfel spus, o imprimantă 3D este un robot industrial capabil de a crea obiecte fizice sub control computerizat.

Imprimarea 3D a unui obiect se realizează prin procesul de adăugare controlată de material, strat peste strat, până când obiectul nu va fi creat în integralitatea lui - așa cum a fost definit digital. Fiecare strat poate fi privit ca o secțiune orizontală din obiect, mai exact o felie 2D, toate straturile fiind îmbinate gradual la un loc pentru a alcătui forma finală a obiectului. Astfel imprimarea 3D este un proces destul de complex însă în ansamblu procedeul se reduce la adăugarea de straturi noi peste cele deja existente pentru a forma a treia dimensiune: înălțimea.

Toate imprimantele 3D actuale folosesc acest proces de adăugare strat peste strat, existând totodată mai multe tipuri de tehnologii disponibile, diferența dintre ele constând în modul în care sunt create și alipite straturile. Unele dintre ele se bazează pe topirea sau mărirea gradului de maleabilitate a materialului cu care se imprimă, altele pe diferite procese ce includ utilizarea unor fascicule de laser sau radiații ultraviolete pe materiale receptivă la acestea.

### 7.1. Tehnologii de imprimare 3D

Industria imprimării 3D a cunoscut o creștere în ultimii ani, înmulțindu-se astfel și modalitățile prin care un obiect poate fi creat. Există mai multe moduri prin care materialele consumabile sunt transformate în produse finale. Unele metode topesc sau înmoaie materialul pentru a crea straturi, cum ar fi tehnologia FDM și SLS, acestea fiind și cele mai comune tehnologii în industria printării 3D.

#### 7.1.1. FDM – Fused Deposition Modeling – Modelare prin Extrudare Termoplastică

Tehnologia de prototipare rapidă FDM (Fused Deposition Modeling), în traducere Modelare prin Extrudare Termoplastică (depunere de material topit) este cea mai utilizată tehnologie de fabricare aditivă datorită simplității și accesibilității acesteia. Este utilizată în modelare, prototipare dar și în aplicații de producție. Alte denumiri utilizate sunt: MEM (Melting Extrusion Modeling), extrudare termoplastică TPE (Thermoplastic Extrusion), FFF (Fused Filament Fabrication).

Cu ajutorul unei aplicații software dedicate, modelul 3D dorit este feliat inițial în secțiuni transversale numite straturi (layere). Tehnologia de printare constă în trecerea unui filament din material plastic printr-un extrudor ce îl încălzește până la punctul de topire, aplicându-l apoi uniform (prin extrudare) strat peste strat, cu mare acuratețe pentru a printa fizic modelul 3D conform fișierului CAD.

Capul (extrudorul) este încălzit pentru a topi filamentul plastic, deplasându-se atât pe orizontală cât și pe verticală sub coordonarea unui mecanism de comandă numerică, controlat direct

de aplicația CAM a imprimantei. În deplasare, capul depune un șir subțire de plastic extrudat care la răcire se întărește imediat, lipindu-se de stratul precedent pentru a forma modelul 3D dorit.

Pentru a preveni deformarea pieselor cauzată de răcirea bruscă a plasticului, unele modele profesionale de printere 3D includ o camera închisă de construcție, încălzită la temperatura ridicată. Pentru geometrii complexe, tehnologia FDM necesită printarea cu material suport care va trebui ulterior îndepărtat manual.

În ultimii ani, expirarea patentelor din domeniul tehnologiei FDM a dus la apariția a zeci de (mici) producători de imprimante 3D mici de tip hobby, destul de ieftine.

#### **Caracteristicile generale ale tehnologiei FDM / MEM:**

- Acuratețea părților printate: medie;
- Finisarea suprafețelor printate: medie spre slabă;
- Viteza de printare: scăzută.

Materiale utilizate: ABS (acrylonitrile butadiene styrene), PLA (polylactic acid), PVA (solubil), PC (policarbonat), polietilena HDPE, polipropilena, elastomer, polyphenylsulfone (PPSU) și ultimul Polyphenylsulfone (PPSF), poliamida, ceară de turnare.

#### **Avantaje tehnologie FDM / MEM:**

Tehnologie office-friendly, silențioasă și sigură; pot fi produse obiecte și piese utilizabile, paleta destul de largă de materiale. Preț extrem de accesibil al printerelelor 3D precum și al consumabilelor. Tehnologie simplă de producție care înseamnă și ușurința în utilizare.

#### **Dezavantaje tehnologie FDM / MEM:**

Viteza mică de imprimare în cazul unor geometrii mai complexe, posibilitatea existenței unor zone neuniforme printate (layerne nelipite), impermeabilitate redusă, rezoluție și acuratețe slabă pentru piese mici și detalii fine (microni).

Dezavantaje pentru kituri și printere 3D de tip hobby: durată mare de asamblare și calibrare (kituri), calitatea printurii este variabilă, rată mare de rebuturi (la început), viteza foarte mică de printare pentru piese complexe, piese limitate ca dimensiuni datorită deformărilor în printare, zone neuniforme printate (layerne nelipite)

#### **Aplicații ale tehnologiei FDM / MEM:**

Piese și subansamble rezistente pentru testare funcțională, design conceptual, modele de prezentare și marketing, piese de detaliu pentru aplicații alimentare sau medicale, subansamble din plastic pentru aplicații la temperaturi înalte, producții de serie foarte mici. Forme de turnare. Prototiparea matricelor (schele structurale) pentru aplicații medicale de ingineria țesuturilor, prototipare rapidă a pieselor și sculelor de mici dimensiuni

Aplicații kituri și printere 3D de tip hobby: design conceptual piese simple cu acuratețe scăzută, printare de tip hobby (1-2 piese / zi)

### **7.1.2. SLA – Stereolithography – Stereolitografie**

Stereolitografia (SLA sau SL) este o tehnologie de prototipare rapidă utilizată la scară largă în mediul industrial pentru realizarea matrițelor, modelelor și chiar a componentelor funcționale. Cunoscută și sub numele de foto-solidificare sau fabricare optică stereolitografia implică utilizarea unui fascicul laser cu lumină ultravioletă pentru solidificarea unei rășini fotopolimerice lichide aflate în cuva de construcție a imprimantei. Sub acțiunea luminii laser ultraviolete această rășină curabilă (sensibilă la lumina ultravioletă) se solidifică în straturi succesive obținându-se astfel modelul solid 3D.

Modelul 3D dorit este feliat inițial în secțiuni transversale pe care fasciculul laser o trasează pe suprafața rășinii lichide. Expunerea la lumina laser ultravioletă solidifică modelul trasat pe rășina lichidă rezultând un strat solid construit (printat 3D) care se adaugă la stratul precedent construit.

După finalizarea construcției, modelul 3D obținut este imersat într-o baie chimică separată, pentru îndepărtarea excesului de rășină după care este tratat într-un cuptor cu radiații ultraviolete pentru întărirea finală.

Pentru printarea de geometrii complexe stereolitografia necesita crearea unor structuri de sprijin din pentru susținerea geometriei. Aceste structuri sunt generate automat în timpul pregătirii 3D pe calculator de aplicația software a printerului 3D. Ulterior finalizării construcției, suporturile vor trebui îndepărtate manual. Rășina rămasă în cuva de construcție poate fi reutilizata la printarile ulterioare.

#### **Caracteristicile generale ale tehnologiei SLA:**

- Acuratețea pieselor printate: foarte buna
- Finisarea suprafețelor printate: foarte buna
- Viteza de printare: buna spre foarte buna;
- Materiale utilizate: rășini lichide foto-sensibile, materiale ceramice

#### **Avantajele tehnologie SLA:**

Prototiparea de piese de geometrii complexe si extrem de detaliate, suprafețe printate foarte fine si precise, mărimi mari de construcție a pieselor, piesele printate pot fi utilizate ca matriță master pentru industriile de turnare prin injecție (injection molding), termoformare, turnare metale, rezistenta la temperaturi înalte a pieselor fabricate.

#### **Dezavantaje tehnologie SLA:**

Rezistenta medie la prelucrări mecanice, nedurabilitate în timp, expunerea lunga la soare deteriorează piesele care devin fragile si casante, necesita operațiuni deranjante de post-procesare (cu substanțe chimice posibil periculoase).

Cost mare al printerului, suprafața nu este extrem de finisata (în comparație cu SLA), detalii nu extrem de fine (în comparație cu SLA), prototipuri poroase (unele). Rășinile lichide pot fi toxice, ventilație obligatorie.

#### **Aplicații ale tehnologie SLA:**

Piese si componente extrem de detaliate, modele finisate pentru prezentări de marketing, testare fizica a formei, modele de producție rapida a sculelor (rapid tooling), aplicații rezistente la temperaturi înalte, matrițe master de turnare.

### **7.1.3. DLP – Digital-Light Processing – Expunerea digitală a luminii**

Tehnologia de printare DLP (Digital Light Processing) reprezintă un proces de fabricare aditivă bazat pe utilizarea luminii UV pentru solidificarea unor rășini polimerice lichide. Dezvoltată de Texas Instruments, tehnologia DLP are ca element principal cipul DMD (Digital Micromirror Device) – o matrice de micro-oglinzi folosite pentru modularea spațială rapidă a luminii.

Inițial, modelul 3D CAD este convertit de aplicația software a printerului 3D în secțiuni transversale (felii) ale obiectului, apoi informațiile sunt trimise către imprimantă și cipul DMD.

Pentru fiecare secțiune transversală a modelului 3D CAD, lumina UV emisă de un proiector este modulată și proiectată prin intermediul cipului pe suprafața rășinii polimerice aflate în cuva de construcție. Fiecare micro-oglină individuală a cipului DMD proiectează pixeli din secțiunea transversală a modelului 3D. Sub acțiunea luminii UV, rășina lichidă fotoreactivă (sensibilă la lumina ultravioletă) se solidifică în straturi succesive.

Deoarece întreaga secțiune transversală este proiectată într-o singură expunere, viteza de construcție a unui layer (secțiune) este constantă indiferent de complexitatea geometriei. Indiferent că se printează o piesă simplă sau simultan 10 piese complexe, viteza de printare rămâne constantă.

Obiectele 3D de geometrii mai complexe sunt printate cu ajutorul materialelor suport care sunt ulterior îndepărtate. Rășina rămasă în cuva de construcție poate fi reutilizata la printarile ulterioare. Anumite materiale de printare pot necesita procese ulterioare de întărire in cuptoare UV.

#### **Caracteristicile generale ale tehnologiei DLP:**

- Acuratețea pieselor printate: Foarte buna
- Finisarea suprafețelor printate: Foarte buna
- Viteza de printare: buna (pentru obiecte multiple si geometrii complexe)
- Materiale utilizate: rășini, fotopolimeri, rășini transparente, polimeri pe baza de ceara

#### **Avantajele tehnologie DLP:**

Suprafețe printate fine și precise (utilizare în industria bijuteriilor, tehnica dentară, electronica), prototipuri destul de rezistente pentru prelucrare, gama diversă de rășini inclusiv materiale bio-medicale (certificate pentru utilizare în domeniul medical) și rasini transparente (prototipuri în industria ambalajelor), printere stabile cu puține părți în mișcare. Tehnologia permite prototipare piese de geometrii complexe și detaliate, viteza mare de printare pentru geometrii complexe și printare simultană a mai multor piese (productivitate mare). Piese printate pot fi utilizate ca matrițe master pentru industriile de turnare prin injecție (injection molding), termoformare, turnare metale.

#### **Dezavantajele tehnologie DLP:**

Materiale de construcție mai scumpe, preț printare mai mare (pentru volume mari), necesită operații de post-procesare (întărire UV, îndepărtare material suport), necesită manipularea rășinilor (deranj în mediul office).

#### **Aplicații ale tehnologiei DLP:**

Prototipuri rezistente pentru testare funcțională, prototipuri și modele fine, precise (bijuterii, modele dentare, modele electronice), prototipuri cu geometrii complexe; fabricare serii mici de modele în medicina (proteze auditive, restaurări dentare, implanturi medicale), prototipuri și modele în media (animație, cinema, etc) modele de turnare bijuterii, scule și unelte, piese și componente în industria auto și aerospațială.

### **7.1.4. SLS – Selective Laser Sintering – Sinterizare Laser Selectivă**

Tehnologia de prototipare rapidă SLS (Selective Laser Sintering), tradusă prin Sinterizare Laser Selectivă, a fost patentată la sfârșitul anilor 1980 și este apropiată de SLA. Pe lângă denumirea SLS se folosește pe scară largă și denumirea generică LS (Laser Sintering), sau Sinterizare Laser.

Tehnologia SLS implică folosirea unui fascicul laser de mare putere (ex. un laser CO<sub>2</sub>) pentru topirea (sinterizarea) unor pulberi în straturi succesive obținându-se astfel modelul 3D dorit.

Modelul 3D dorit este convertit inițial în secțiuni transversale (felii) ale obiectului și trimise apoi printelui. Pe baza informațiilor primite, fasciculul mobil al laserului topește (sinterizează) selectiv stratul de pulbere aflat pe platforma de construcție din interiorul cuvei, conform fiecărei secțiuni transversale.

După finalizarea secțiunii, platforma pe care sunt construite modelele 3D este coborâtă înăuntru al cuvei cât să poată fi realizată următoarea secțiune transversală. Se aplică un nou strat de pulbere care este apoi uniformizat după care procesul se repetă până la finalizarea întregului model 3D conform fișierului CAD.

În timpul printării, modelul 3D este în permanentă încadrat în pulberea de construcție, ceea ce permite printarea unor geometrii extrem de complexe fără material suport. Pulberea rămasă în cuva de construcție poate fi reutilizată la printările ulterioare.

Obiectele 3D obținute prin sinterizarea laser sunt poroase și nu necesită finisare ulterioară decât dacă se dorește întărirea acestora prin infiltrare

#### **Caracteristicile generale ale tehnologiei SLS:**

- Acuratețea pieselor printate: bună
- Finisarea suprafețelor printate: bună spre foarte bună
- Viteza de printare: medie spre superioară;
- Materiale utilizate: pulberi (termo)plastice (nylon, polyamida, polystyren; elastomeri; compoziți), pulberi metalice (otel, titan, aliaje), pulberi ceramice, pulberi din sticlă

#### **Avantaje tehnologie SLS / LS:**

Acuratețea bună a modelului 3D, paleta largă de materiale, piese fabricate rezistente, posibilitatea construcției unor geometrii extrem de complexe fără material suport, flexibilitate a modelelor printate (pot fi utilizate ca modele finale sau modele de testare), (unele materiale) nu necesită post-procesare, Piese fabricate rezistente la temperaturi înalte. Nu necesită operațiuni de post-procesare (întărire, îndepărtare suport, etc) dacă nu se dorește întărirea mecanică.

### **Dezavantaje tehnologie SLS / LS:**

Tehnologie scumpa care se traduce în cost mare si dimensiuni mai mari ale printerului, materiale de printare scumpe, suprafață mediu finisata (în comparație cu SLA), detalii medii ca finețe (in comparatie cu SLA), prototipuri poroase care pot necesita operatiuni aditionale de intarire. Timp de răcire mare după printare pentru obiecte mari.

### **Aplicații ale tehnologiei SLS / LS:**

Piese rezistente pentru testare funcțională, testare la temperaturi înalte, piese cu balamale si subansamble de încastrare, producții de serie mica, modele de turnare.

## **7.1.5. SLM (DMLS) – Selective Laser Melting – Sinterizare directa (Topire) Laser a Metalelor**

Tehnologia SLM (Selective Laser Melting) sau Sinterizarea (Topirea) Laser a Metalelor, este o subramura a tehnologiei SLS cu un procedeu de fabricație aditiva similar. Tehnologia mai poarta numele de DMLS (Direct Metal Laser Sintering) sau LaserCusing.

Spre deosebire de Sinterizarea Laser Selectiva, tehnologia SLM utilizează pulberi metalice drept material de construcție care sunt topite si sudate împreună cu ajutorul unui laser de mare putere. Straturile subțiri de pulbere metalica atomizata sunt succesiv topite si solidificate la nivel microscopic in interiorul unei camere de construcție închisa ce conține gaz inert (argon sau azot) în cantități controlate strict, la un anumit nivelul de oxigen. După terminare, piesa 3D este scoasa din camera de construcție si supusa unui tratament termic si de finisare in funcție de aplicație.

Cu o utilizare industrială specializata, tehnologia SLM Selective Laser Melting poate fi încadrată mai degrabă in domeniul prototiparii rapide decât în cel al printarii 3D.

O tehnologie similara este EBM (Electron Beam Melting), care utilizează un fascicul de electroni ca sursa de energie

### **Caracteristicile generale ale tehnologiei SLM:**

- Acuratețea pieselor printate: buna
- Finisarea suprafețelor printate: buna spre foarte buna
- Viteza de printare: medie spre superioara;
- Materiale utilizate: pulberi metalice din otel inoxidabil, otel de scule, cobalt crom, titan si aluminiu.

### **Avantaje tehnologie SLM / DMLS:**

Acuratețea buna a modelului 3D, paleta de materiale speciale metalice, piese fabricate rezistente, posibilitatea construcției unor geometrii organice sau extrem de complexe, piese ușoare (industria aerospațială, medicina), flexibilitate a modelelor printate (pot fi utilizate ca modele finale sau modele de testare).

### **Dezavantaje tehnologie SLM / DMLS:**

Tehnologie scumpa care se traduce in cost mare si dimensiuni mai mari ale printerului, materiale de printare speciale si scumpe, prototipuri care pot necesita operatiuni aditionale de intarire. Timp de racire mare dupa printare pentru obiecte mari

### **Aplicații SLM / DMLS:**

Prototipuri rezistente pentru testare funcțională, Piese de geometrii organice, complexe si structuri cu pereți subțiri si goluri sau canale ascunse; Piese metalice complexe din materiale speciale produse in serie mica. Forme hibride in care geometrii solide / parțiale / tip zabrele pot fi realizate împreuna pentru crearea unui singur obiect (ex. implanturi ortopedice in care integrarea osoasa este sporita de geometria suprafeței)

## **7.1.6. 3DP / 3D inkjet printing – Printare inkjet tridimensionala**

Tehnologia de printare tridimensionala 3DP (Three-Dimensional Printing) mai poarta si numele de 3D inkjet printing sau Plaster-based 3D printing (PP). Printarea tridimensionala a fost printre primele tehnologii 3D patrunse in Romania si reprezinta inca tehnologia favorita in domenii

precum arhitectura si designul. Pana la aparitia tehnologiei LOM cu hartie, 3DP era singura tehnologie care permitea printarea 3D color.

Printarea tridimensionala 3DP implica utilizarea tehnologiei de printare injket pentru solidificarea unei pulberi introdusa camera de constructie (fabricare) a imprimantei prin lipirea particulelor cu ajutorul unui material liant.

Initial, modelul 3D CAD este convertit in sectiuni transversale (felii) ale obiectului si trimise apoi imprimantei. Un strat subtire de pulbere este introdus in platforma de constructie dupa care este intins, distribuit si compresat uniform cu ajutorul unei role speciale. Capul de printare aplica apoi jetul de material liant urmand structura (felia) proiectata a modelului 3D si rezultand astfel un layer al obiectului 3D din pulbere solidificata cu liant. Odata ce un layer este finalizat, platforma de constructie coboara cu exact grosimea unui layer, dupa care procesul de printare este reluat.

Prin repetarea operatiunii se vor construi layere succesive, unul deasupra celuilalt, pana la realizarea piesei finale. Pe masura ce procesul avanseaza, piesa este cufundata in pulbere, ceea ce constituie un suport natural pentru geometriile mai complexe.

Dupa finalizare si scoatere din camera de constructie, piesa finala se introduce intr-o cuva pentru indepartarea prin suflare a pulberii ramase in diversele cavitati si goluri. In cursul printarii liantului pot fi adaugate si culori, rezultand obiecte 3D color cu aplicabilitate in multe domenii.

In cazul pulberilor de amidon sau ipsos, piesele 3D printate sunt de obicei infiltrate cu material de etansare sau cu intariotir pentru imbunatatirea duritatii si calitatii suprafetei. Pulberea ramasa in camera de constructie poate fi reutilizata la printarile ulterioare.

O alta tehnologia noua, numita 3D paper printing, imбина printarea inkjet cu tehnologia LOM. Straturi succesive de hartie sunt decupate in forma sectiunii transversale formand layerele modelului 3D, iar acestea sunt lipite unul peste altul cu ajutorul unui cap de printare care aplica un jet de material adeziv. Tehnologia permite de asemenea printarea color a modelului 3D dorit utilizand cerneala inkjet obisnuita.

#### **Caracteristicile tehnologiei 3DP / 3D inkjet printing**

- Acuratetea piese printate: medie spre buna
- Finisarea suprafetelor printate: medie spre buna, aspect estetic (color)
- Viteza de printare: foarte buna
- Materiale utilizate: pulberi (amidon, ipsos, pulberi plastice PMMA, alte tipuri)

#### **Avantaje tehnologie 3DP / 3D inkjet printing:**

Viteza mare de printare, materiale nu foarte scumpe; prototipuri 3D printate full color cu impact vizual maxim. Functionare silentioasa a printerelor 3D, echipamentele pretabile in mediul office

#### **Dezavantaje tehnologie 3DP / 3D inkjet printing:**

Modele 3D destul de fragile, necesita intarire prin infiltrare pentru imbunatatirea rezistentei mecanice. Rezolutie si suprafata medii ca nivel de finisare. Gama de materiale limitata. Manipularea pulberilor, curatarea piesei si infiltrarea pentru intarire pot genera praf si deranj in mediul office.

#### **Aplicatii ale tehnologie 3DP / 3D inkjet printing:**

Printarea color are aplicabilitate in multe domenii unde aspectul vizual are importanta maxima: arhitectura, design conceptual, modele marketing, vizualizare stiintifica, educatie.

### **7.1.7. LOM – Laminated Object Manufacturing – Fabricarea Stratificata prin Laminare**

Tehnologia LOM (Laminated Object Manufacturing) sau Fabricarea Stratificata prin Laminare este o tehnologie mai putin cunoscuta, cu toate ca primul sistem de fabricare LOM a fost dezvoltat inca din 1991 de compania Helisys Inc.

Tehnologia LOM permite fabricarea stratificata a obiectului 3D din straturi de hartie sau plastic care sunt lipite impreuna, unul peste altul, si decupate cu ajutorul unui cutit sau al unui laser. Materialul de printare folosit poate fi furnizat atat in rola (plastic) cat si in foi sau coli (hartie).

Initial, modelul 3D CAD este convertit in sectiuni transversale (felii) ale obiectului si trimise apoi imprimantei. Cu ajutorul unei surse laser sau unui cutit, printerul decupeaza din foaia de material

solid straturile care vor compune piesa 3D. Restul de materialul nefolosit in urma decuparii este caroiat marunt de cutit (sau sursa laser) pentru ca la sfarsitul procesului sa poata fi indepartat manual. Stratul finalizat este lipit de stratul anterior cu ajutorul unui adeziv aplicat pe partea inferioara a foii.

Tot timpul constructiei, piesa 3D este incadrata (impachetata) in materialul de constructie ceea ce permite printarea unor geometrii complicate fara material suport. La finalul procesului, piesa 3D apare impachetata in materialul in exces care va fi indepartat manual. Restul de material este aruncat neputand fi utilizat la printari ulterioare.

O tehnologie noua denumita 3D paper printing, imbina printarea inkjet cu tehnologia LOM. Sectiunile transversale din hartie sunt intai printate color utilizand tehnologia inkjet obisnuita si apoi decupate in layere , rezultand un model 3D cu rezolutie full-color.

#### **Caracteristicile tehnologiei LOM**

- Acuratetea pieselor printate: medie spre buna
- Finisarea suprafetelor printate: medie spre buna, aspect estetic (color)
- Viteza de printare: medie
- Materiale utilizate: hartie (foi obisnuite), plastic (role)

#### **Avantajele tehnologie LOM:**

Materiale de printare foarte ieftine (hartie A4 obisnuita); acuratete si precizie destul de buna, permite printarea modelelor mai mari care nu au detalii complicate. Prototipuri 3D printate full color cu impact vizual maxim. Echipamentele pretabile in mediul office (fara praf, substante chimice, operatiuni periculoase de post-procesare).

#### **Dezavantajele tehnologie LOM:**

Gama limitata de materiale, proprietati slabe ale materialelor, materialul nefolosit trebuie indepartat manual, pierderi de material destul de mari (restul neutilizat al colii se arunca). Volume de printare limitate.

#### **Aplicatii ale tehnologie LOM:**

Testare fizica a formei, modele 3D voluminoase (al caror cost de productie trebuie sa fie mic), piese nu extrem de detaliate. Printarea color are aplicabilitate in multe domenii unde aspectul vizual are importanta maxima: arhitectura, design conceptual, modele marketing, vizualizare stiintifica, educatie. Servicii tip pay-per-print (datorita costurilor mici de printare).

### **7.1.8. PJP – PolyJet Printing – Printare PolyJet cu Fotopolimeri**

Tehnologia de printare 3D PJP (PolyJet Printing), intalnita si sub numele de Jetted Photopolymer, sau sub denumirea de MultiJet Printing (MJP) este o alta tehnologie de fabricare aditiva, similara oarecum cu stereolitografia (SLA) deoarece utilizeaza tot foto-solidificarea unui fotopolimer lichid. Tehnologia PolyJet este insa similara si cu tehnologia de printare inkjet obisnuita. Spre deosebire de imprimantele de birou care spreiaza un jet de cerneala, printerele 3D PolyJet emit un jet de fotopolimeri lichizi care sunt ulterior intariti la lumina UV.

Modelul 3D CAD este initial convertit in sectiuni transversale (felii) ale obiectului si transmise apoi imprimantei. Capul de printare spreiaza un jet de fotopolimeri lichizi cu care proiecteaza o sectiune transversala extrem de subtire pe platforma de constructie. Aceasta sectiune este apoi intarita cu ajutorul luminii UV, dupa care procesul se repeta strat dupa strat creand modelul 3D final. Modelele complet intarite pot fi manipulate si utilizate imediat, fără operatii suplimentare de post-procesare.

In cazul geometriilor complicate sau al consolelor, imprimanta utilizeaza un material suport de consistenta similara gelului, ca sustinere a geometriei. Acesta poate fi ulterior indepartat manual cu ajutorul unui jet de apa.

Printerele pot avea 2 sau mai multe capete de printare, unul pentru fotopolimerul de constructie si celalalt pentru materialul solubil (gel). Utilizand capete multiple, tehnologia PolyJet permite inclusiv printarea cu 2 materiale diferite in cadrul aceluiasi proces de constructie. Se pot astfel obtine prototipuri printate din diverse materiale cu diverse proprietati fizice

#### **Caracteristicile tehnologiei PJP**

- Acuratetea pieselor printate: foarte buna
- Finisarea suprafetelor printate: foarte buna
- Viteza de printare: medie spre buna

Materiale utilizate: fotopolimeri de diverse tipuri (rigizi, maleabili, transparenti, opaci, bio-compatibili, elastomeri)

#### **Avantajele tehnologie PolyJet:**

Acuratete si precizie extrem de buna, suprafete printate fine si precise ce nu mai necesita prelucrare ulterioara, modele 3D cu detalii complexe, prototipuri 3D printate din materiale multiple cu proprietati fizico-mecanice multiple. Gama variata de materiale de printare cu proprietati mecanice diferite. Echipamentele pretabile in mediul office (fara praf, substante chimice, operatiuni periculoase de post-procesare). Tehnologie eficienta din punct de vedere al costurilor pentru piese mici.

Nu necesita operatiuni ulterioare de intarire a modelului 3D printat. Operatiuni usoare de post-procesare (indepartarea materialului suport).

#### **Dezavantajele tehnologie PolyJet:**

Piesele nu rezista bine la temperatura; cost destul de mare al materialului de constructie, neficient economic pentru piese de dimensiuni mai mari. Operatiunile ulterioare de indepartarea materialului suport nu sunt atat de curate si nu se preteaza in mediul office

#### **Aplicatii ale tehnologie PolyJet:**

Piese si subansamble rezistente pentru testare functionala, design conceptual, modele de prezentare si marketing, piese de detaliu pentru diverse aplicatii, productii de serie foarte mica. Forme de turnare. Prototiparea rapida a pieselor si sculelor de mici dimensiuni cu caracteristici complexe, Matrite master pentru piese turnate din uretan.

Cea mai comună metoda este FDM, care s-a impus ca rezultat al costurilor mici al imprimantelor/consumabilelor. Aceasta metodă utilizează ca materie primă filamentul de PLA/ABS.

## **7.2. Formatul de fișier STL**

Procesul imprimării 3D este strâns legat de acronimul STL care se referă la **un tip de format de fișier (cu extensia .stl)** ceea ce a fost foarte important, deoarece modelele 3D nu pot fi imprimate așa cum sunt și au nevoie de niște pași intermediari.

Pentru a putea fi imprimat un model 3D, trebuie exportat într-un format STL și apoi trecut printr-un slicer care îl „taie” pentru a crea, de exemplu, un GCode care este **pe înțelesul imprimantei 3D** și astfel încât straturile să poată fi create până la finalizarea piesei.

La imprimantele convenționale ai un program, cum ar fi un cititor PDF, sau un editor de text, un procesor de text etc., în care există o funcție de tipărire care, atunci când este apăsat, documentul va merge în coada de imprimare pentru ca acesta să poată fi imprimat. fi tipărit. Cu toate acestea, în imprimantele 3D este ceva mai complex, deoarece **Sunt necesare 3 categorii de software** Pentru ca acesta să funcționeze:

- **Software de modelare 3D:** Acestea pot fi instrumente de modelare sau CAD în care să creați modelul pe care doriți să-l imprimați. Câteva exemple sunt:
  - Blender
  - Autodesk AutoCAD
  - Autodesk Fusion 360
  - Slash 3D
  - Sketchup
  - SolidWorks
  - maya
  - 3DS Max
- **Slicers:** este un tip de software care preia fișierul proiectat de unul dintre programele anterioare și îl feliază, adică îl taie în straturi. În acest fel, poate fi înțeles de imprimanta 3D, care construiește strat cu strat și o convertește în G-Code (un limbaj predominant printre majoritatea producătorilor de imprimante 3D). Aceste fișiere includ și date suplimentare, cum



ar fi viteza de imprimare, temperatura, înălțimea stratului, dacă există extrudare multiplă etc. Practic un instrument CAM care generează toate instrucțiunile pentru ca imprimanta să poată realiza modelul. Câteva exemple sunt:

- Ultimaker Cure
- Repeater
- Simplify3D
- slic3r
- KISSlicer
- ideaMaker
- Octo Print
- 3DPrinterOS

• **Gază de imprimantă sau software gazdă:** în imprimarea 3D se referă la un program a cărui funcție este să primească fișierul GCode de la slicer și să livreze codul către imprimanta însăși, de obicei printr-un port USB, sau prin rețea. În acest fel, imprimanta poate interpreta această „succesiune” de comenzi GCode cu coordonatele X (0.00), Y (0.00) și Z (0.00) la care trebuie mutat capul pentru a crea obiectul și parametrii necesari. În multe cazuri, software-ul gazdă este integrat în slicer-ul propriu-zis, astfel încât acestea sunt de obicei un singur program (vezi exemple de slicere).

În timp ce în software-ul pentru modelare 3D poate fi ales după preferință, în cazul celorlalte două nu este cazul. Imprimantele 3D acceptă de obicei doar una sau mai multe dintre ele, dar nu le acceptă pe toate.

Aceste ultime două puncte de obicei vin cu imprimanta 3D în sine, precum driverele de imprimantă convenționale. În orice caz, software de proiectare se alege separat.

### Slicer 3D

În secțiunea anterioară au fost descrise mai multe aspecte ale unui slicer, adică a unui software-ul care decupează modelul 3D conceput pentru a obține straturile necesare, formele și dimensiunile acestuia pentru ca imprimanta 3D să știe cum să-l creeze. În orice caz, **procesul de tăiere în imprimarea 3D** este destul de interesant și constituie ofază fundamentală a procesului. Acesta reprezintă un **proces de feliere pas cu pas** diferă ușor în funcție de tehnologia de imprimare 3D utilizată. Și, practic, puteți distinge între:

- **Tăiere FDM:** În acest caz, este necesar un control precis al mai multor axe (X/Y), deoarece acestea mișcă capul în două axe și necesită foarte mult mișcarea capului de imprimare pentru a construi obiectul tridimensional. Acesta va include, de asemenea, parametri precum temperatura duzei și răcirea. Odată ce slicerul a generat GCode, algoritmi controlerului intern al imprimantei vor fi responsabili de executarea comenzilor necesare.
- **Tăiere SLA:** În acest caz, comenzile trebuie să includă și timpii de expunere și vitezele de înălțime. Și asta pentru că, în loc să depuneți straturi prin extrudare, trebuie să direcționați fasciculul de lumină către diferite părți ale rășinii pentru a-l solidifica și a crea straturi, ridicând în același timp obiectul pentru a permite crearea unui alt strat nou. Această tehnică necesită mai puține mișcări decât FDM, deoarece doar o oglindă reflectorizantă este controlată pentru a direcționa laserul. În plus, trebuie evidențiat ceva important și anume că aceste tipuri de imprimante nu folosesc de obicei GCode, ci mai degrabă au propriile coduri proprietare (prin urmare, au nevoie de propriul software de tăiere sau tăiere). Cu toate acestea, există câteva generice pentru SLA, cum ar fi ChiTuBox și FormWare, care sunt compatibile cu multe imprimante 3D de acest tip.
- **Tăierea DLP și MSLA:** În acest alt caz, va fi similar cu SLA, dar cu diferența că singura mișcare necesară în acestea va fi aceea a plăcii de construcție, care se va deplasa de-a lungul axei Z în timpul procesului. Celelalte informații vor fi orientate către panoul sau ecranul expozitiei.
- **Alte:** În rest, cum ar fi SLS, SLM, EBM etc., pot exista diferențe notabile în procesele de imprimare. Rețineți că, în aceste trei cazuri menționate, se adaugă și o altă variabilă, precum injectarea liantului și necesită un proces de feliere mai complex. Și la asta trebuie să adăugăm

că modelul de imprimantă SLS al unei mărci nu va funcționa la fel ca imprimanta SLS a concurenței, așa că este necesar un software de tăiere specific (de obicei sunt programe proprietare furnizate chiar de producător).

### Formatul STL

Formatul **fișier STL** este un fișier cu ceea ce are nevoie driverul de imprimantă 3D, adică astfel încât hardware-ul imprimantei să poată imprima forma dorită, cu alte cuvinte, permite codificarea geometriei suprafeței unui obiect tridimensional. A fost creat de Chuck Hull de la 3D Systems în anii 80, iar acronimul nu este complet clar.

Codificarea geometrică poate fi codificată prin **Teselare**, interpunând formele geometrice în așa fel încât să nu existe suprapuneri sau spații, adică ca un mozaic. De exemplu, formele pot fi compuse folosind triunghiuri, așa cum este cazul redării GPU. O plasă fină compusă din triunghiuri va forma întreaga suprafață a modelului 3D, cu numărul de triunghiuri și coordonatele celor 3 puncte ale acestora.

#### STL binar / STL ASCII

Există diferență între STL în format binar și STL în format ASCII. Două moduri de a stoca și reprezenta informațiile acestor plăci și alți parametri. **Exemplu de format ASCII:**

```
1      solid <nume>
2
3      facet normal nx ny nz
4      outer loop
5      vertex v1x v1y v1z
6      vertex v2x v2y v2z
7      vertex v3x v3y v3z
8      endloop
9      endfacet
10
11     endsolid <nume>
```

Unde „vertex” vor fi punctele necesare cu coordonatele XYZ respective. De exemplu, pentru a crea **un cub cu simbolurile UTM poate fi utilizat fișierul: UTM.stl.**

Când o formă 3D este foarte complexă sau mare, va însemna să aveți multe triunghiuri mici, chiar mai multe dacă rezoluția este mai mare, ceea ce va face triunghiurile mai mici pentru a netezi formele. Aceasta generează fișiere ASCII STL uriașe. Pentru a compacta, folosim **formatele STL** binare, cum ar fi:

1	UINT8[80] – Header	- 80 bytes o caractere de cabecera
2	UINT32 – N° de triángulos	- 4 bytes
3	<b>for</b> each triangle	- 50 bytes
4	REAL32[3] – Normal vector	- 12 bytes pentu plano de la normal
5	REAL32[3] – Vertex 1	- 12 bytes pentu vector 1
6	REAL32[3] – Vertex 2	- 12 bytes pentu vector 2
7	REAL32[3] – Vertex 3	- 12 bytes pentu vector 3
8	UINT16 – Attribute byte count	- 2-bytes por triángulo (+2-bytes pentru informație adițională pentru software)
9	end	

#### Exemplu STL binar pentru a forma **un cub cu inscripția UTM.**

În sfârșit, dacă vă întrebați dacă **este mai bine un ASCII sau un binar**, adevărul este că binarele sunt întotdeauna recomandate pentru imprimarea 3D datorită dimensiunilor mai mici. Cu toate acestea, dacă doriți să inspectați codul și să-l depanați manual, atunci nu aveți altă modalitate de a face acest lucru decât folosind ASCII și o editare, deoarece este mai intuitiv de interpretat.

#### Avantajele și dezavantajele STL

Fișierele STL au avantajele și dezavantajele lor, ca de obicei. Este important să le cunoașteți pentru a determina dacă este formatul potrivit pentru proiectul dvs. sau când nu ar trebui să îl utilizați:

- **Avantaje:**

- Este a **format universal și compatibil** cu aproape toate imprimantele 3D, de aceea este atât de popular față de altele precum VRML, AMF, 3MF, OBJ etc.
- Detine un **ecosistem matur**, și este ușor să găsiți tot ce aveți nevoie pe Internet.
- **Dezavantaje:**
  - **Limitări privind cantitatea de informații pe care o puteți include**, deoarece nu poate fi folosit pentru culori, fațete sau alte metadate suplimentare pentru a include drepturile de autor sau calitatea de autor.
  - La **fidelitatea este un alt punct slab al acesteia**. Rezoluția nu este foarte bună atunci când lucrați cu imprimante de înaltă rezoluție (micrometru), deoarece numărul de triunghiuri necesare pentru a descrie curbele fără probleme ar fi imens.

Nu toate STL-urile sunt potrivite pentru imprimarea 3D

Se pare că orice fișier STL poate fi folosit pentru a imprima în 3D, dar adevărul este că **nu toate .stl sunt imprimabile**. Este pur și simplu un fișier formatat pentru a conține date geometrice. Pentru ca acestea să fie tipărite ar trebui să aibă detalii despre grosimi și alte detalii necesare. Pe scurt, STL garantează că modelul poate fi văzut bine pe ecranul computerului, dar figura geometrică poate să nu fie solidă dacă ar fi imprimată așa cum este.

Deci **verificați dacă fișierul STL** (dacă nu l-ați creat singur) este valid pentru imprimarea 3D. Acest lucru vă va economisi mult timp pierdut și, de asemenea, risipă de filament sau rășină pe modelul greșit.

Controversă

Pentru a termina acest punct, ar trebui să știți că există unele **controversă cu privire la utilizarea sau nu a acestui tip de fișier**. Deși sunt încă mulți care îl mai utilizează, unii consideră deja STL-ul mort în comparație cu alternativele. Și unele dintre motivele pe care le oferă pentru a evita STL pentru modelele 3D sunt:

- **rezoluție slabă** deoarece, la triangulare, se va pierde o oarecare calitate în comparație cu modelul CAD.
- **Culoarea și texturile se pierd**, ceva ce permit deja alte formate mai actuale.
- **Fără control de umplutură** avansat.
- **Alte fișiere sunt mai productive** la editarea sau revizuirea acestora decât un STL în cazul în care este necesară orice rectificare.

**Software pentru .stl**

Unele dintre **întrebări frecvente despre formatul fișierului STL** ele se referă de obicei la modul în care acest format poate fi creat, sau la modul în care poate fi deschis și chiar la modul în care poate fi modificat. Iată aceste clarificări:

**Cum se deschide un fișier STL**

Una dintre metodele de a deschide un fișier STL este prin intermediul unor vizualizatoare online, sau, de asemenea, cu software-ul instalat pe computer.

- **Online:**
  - [STL ViewSTL](#)
  - [Autodesk Viewer](#)
- **Ferestre din:** [Microsoft 3D Viewer](#)
- **GNU/Linux :** [gmsk](#)
- **MACOS:** Previzualizare sau [Plăcut3D](#)
- **iOS / iPadOS :** [STL SimpleViewer](#)
- **Android:** [Vizualizator STL rapid](#)

**Cum se creează un fișier STL**

Pentru a **crea fișiere STL**, sunt disponibile o diversitate destul de mare de software pentru toate platformele și chiar și opțiuni online precum:

- **online:** [TinkerCAD](#) , [Sketchup](#) , [OnShape](#)
- **ferestre din:** [FreeCAD](#), [blender](#), [MeshLab](#)
- **GNU/Linux :** [FreeCAD](#) , [blender](#), [MeshLab](#)
- **MACOS :** [FreeCAD](#) , [blender](#), [MeshLab](#)

- **Sistem de operare iOS / iPad :\***

- **Android: \***

Există câteva aplicații de editare și modelare 3D pentru dispozitive mobile, cum ar fi AutoCAD Mobile, Morphi, OnShape, Prisma3D, Putty, Sculptura, Shapr3D etc., deși nu pot funcționa cu STL.

#### **Cum se editează un fișier STL**

În acest caz, software-ul pe care este capabil să îl creeze permite și **editați un fișier STL**, prin urmare, pentru a vedea programe, puteți vedea punctul anterior.

#### **Alternativă**

Cu timpul au apărut **unele formate alternative** pentru modele pentru imprimare 3D. Aceste alte formate sunt, de asemenea, foarte importante și includ:

Unele sunt .gcode, .mpt, .mpf, .nc etc.

- **PLY (format de fișier poligon):** Aceste fișiere au extensia .ply și este un format pentru poligoane sau triunghiuri. A fost conceput pentru a stoca date tridimensionale de la scanere 3D. Aceasta este o descriere geometrică simplă a unui obiect, precum și alte proprietăți, cum ar fi culoarea, transparența, normalele suprafeței, coordonatele texturii etc. Și, la fel ca STL, există o versiune ASCII și o versiune binară.
- **OBJ:** Fișierele cu extensia .obj sunt, de asemenea, fișiere de definire a geometriei. Au fost dezvoltate de Wavefront Technologies pentru software numit Advanced Visualizer. În prezent este open source și a fost adoptat de multe programe de grafică 3D. De asemenea, stochează informații simple despre geometrie despre un obiect, cum ar fi poziția fiecărui vârf, textura, normalul etc. Prin declararea vârfurilor în sens invers acelor de ceasornic, nu trebuie să declarați în mod explicit fețele normale. De asemenea, coordonatele în acest format nu au unități, dar pot conține informații de scară.
- **3MF (format de producție 3D):** Acest format este stocat în fișiere .3mf, un standard open source dezvoltat de Consorțiul 3MF. Formatul de date geometrice pentru fabricarea aditivă se bazează pe XML. Poate include informații despre materiale, despre culoare etc.
- **VRML (Limba de modelare a realității virtuale):** a fost creat de Consorțiul Web3D. Aceste fișiere au un format al cărui obiectiv este să reprezinte scene sau obiecte tridimensionale interactive, precum și culoarea suprafeței etc. Și ele sunt baza X3D (eXtensible 3D Graphics).
- **AMF (Format de fabricație aditivă):** Un format de fișier (.amf) care este, de asemenea, un standard open source pentru descrierea obiectelor pentru procesele de fabricație aditivă pentru imprimarea 3D. De asemenea, se bazează pe XML și este compatibil cu orice software de proiectare CAD. Și a ajuns ca succesori al STL, dar cu îmbunătățiri precum includerea suportului nativ pentru culori, materiale, modele și constelații.
- **WRL :** extensia VRML.

#### **Ce este GCode?**

Limba de programare GCode, este o parte cheie a procesului de imprimare 3D astăzi, trecând de la designul STL la **un G-Code care este un fișier cu instrucțiuni și parametri de control ai imprimantei 3D**. O conversie care va fi efectuată automat de software-ul slicer.

Acest cod are **comenzi**, care spun imprimantei cum și unde să extruda materialul pentru a obține piesa, de tipul:

- **G:** Aceste coduri sunt înțelese universal de toate imprimantele care folosesc coduri G.
- **M:** Acestea sunt coduri specifice pentru anumite serii de imprimante 3D.
- **Altele:** există și alte coduri native ale altor mașini, precum funcțiile F, T, H etc.

Puteți vedea exemple de coduri G și rezultatele grafice [acest link](#).

Fișierul GCode conține o serie de **linii de cod** care nu sunt altceva decât coordonate și alți parametri pentru a spune imprimantei 3D ce să îndeplinească:

- **X și Z:** sunt coordonatele celor trei axe de imprimare, adică ceea ce trebuie să se deplaseze extruderul într-o direcție sau alta, coordonatele originii fiind 0,0,0. De exemplu, dacă există un număr mai mare decât 0 în X, acesta se va muta la acea coordonată în direcția lățimii

imprimantei 3D. În timp ce dacă există un număr peste 0 în Y, capul se va mișca în afara și în direcția zonei de imprimare. În cele din urmă, orice valoare mai mare de 0 în Z va determina derularea la coordonatele specificate de jos în sus. Adică, în ceea ce privește piesa, se poate spune că X ar fi lățimea, Y adâncimea sau lungimea și Z înălțimea.

- **F:** va indica viteza cu care se deplasează capul de imprimare indicată în mm/min.
- **E:** se referă la lungimea extrudării în milimetri.
- **;**: tot textul care este precedat de ; este un comentariu și imprimanta îl ignoră.
- **G28:** Se execută de obicei la început astfel încât capul să se miște la opriri. Dacă nu sunt specificate axe, imprimanta le va muta pe toate 3, dar dacă este specificată una anume, o va aplica doar aceleia.
- **G1:** Este una dintre cele mai populare comenzi G, deoarece este cea care ordonă imprimantei 3D să depună material în timp ce se deplasează liniar la coordonatele marcate (X,Y). De exemplu, G1 X1.0 Y3.5 F7200 indică depunerea materialului de-a lungul zonei marcate de coordonatele 1.0 și 3.5 și la o viteză de 7200 mm/min, adică la 120 mm/s.
- **G0:** face la fel ca G1, dar fara a extruda material, adica misca capul fara a depune material, pentru acele miscari sau zone in care nu trebuie depus nimic.
- **G92:** spune imprimantei să seteze poziția curentă a axelor sale, ceea ce este util atunci când doriți să schimbați locația axelor. Foarte folosit chiar la începutul fiecărui strat sau în retragere.
- **M104:** comanda de încălzire a extruderului. Se folosește la început. De exemplu, *M104 S180 T0* ar indica faptul că extruderul T0 să fie încălzit (dacă există o duză dublă ar fi T0 și T1), în timp ce S determină temperatura, în acest caz 180°C.
- **M109:** similar cu mai sus, dar indică faptul că imprimarea ar trebui să aștepte până când extruderul ajunge la temperatura înainte de a continua cu orice alte comenzi.
- **M140 și M190:** asemănătoare celor două anterioare, dar nu au un parametru T, deoarece în acest caz se referă la temperatura patului.

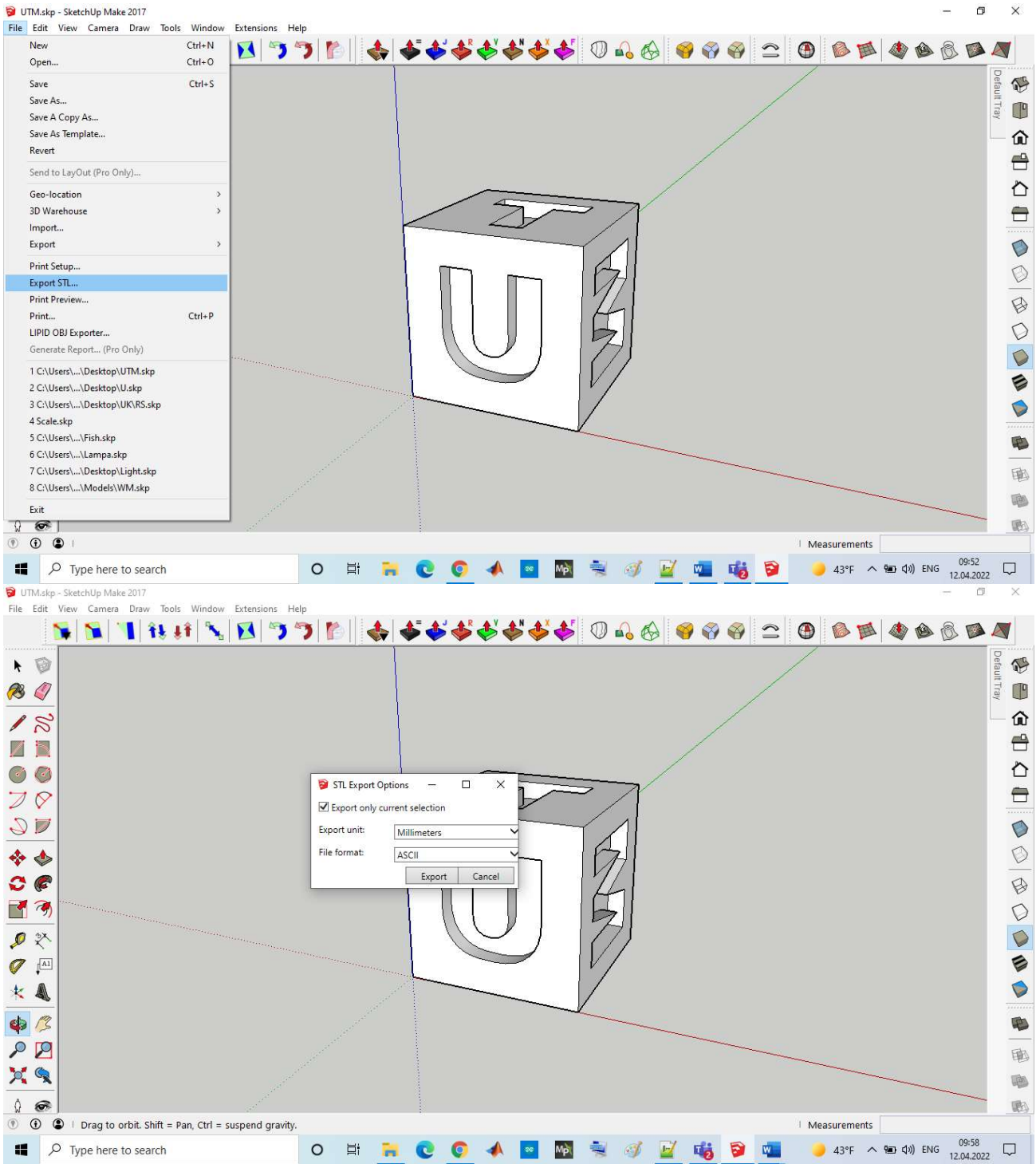
Desigur, acest GCode funcționează **pentru imprimante de tip FDM**, deoarece cele din rășină vor avea nevoie de alți parametri, dar cu acest exemplu este suficient să înțelegeți cum funcționează.

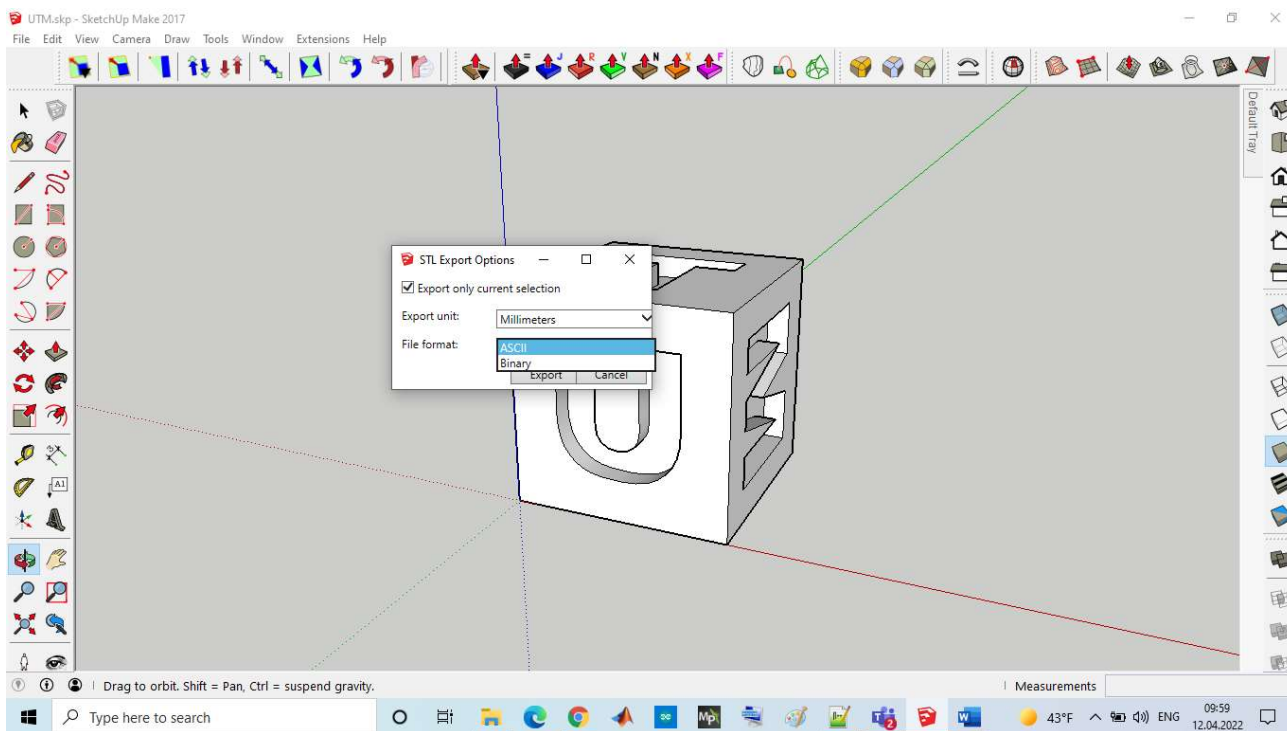
### Conversii: STL în...

În sfârșit, un alt dintre lucrurile care generează cele mai multe îndoieli în rândul utilizatorilor, având în vedere numărul de formate diferite care există, adăugându-le pe cele ale modelelor CAD 3D și codurile generate de diferitele slicere, este modul de conversie de la unul la altul. Ai aici **unele dintre cele mai dorite conversii:**

Dacă faci o căutare pe Google, vei vedea că există multe servicii de conversie online, precum AnyConv sau MakeXYZ, care pot converti aproape orice format, deși nu toate funcționează bine și nu toate sunt gratuite.

- **Convertirea fișierelor Sketchup în STL:** O puteți face cu Sketchup în sine într-un mod ușor, deoarece are atât funcții de import, cât și de export. În acest caz, trebuie să exportați urmând pașii când aveți fișierul Sketchup deschis: Fișier > Export > Model 3D > alegeți unde să salvați STL > Salvare ca fișier STereolithography (.stl) > Export.
- **Convertirea fișierelor STL în GCode:** Poate fi convertit cu software de tăiere, deoarece este unul dintre obiectivele sale.

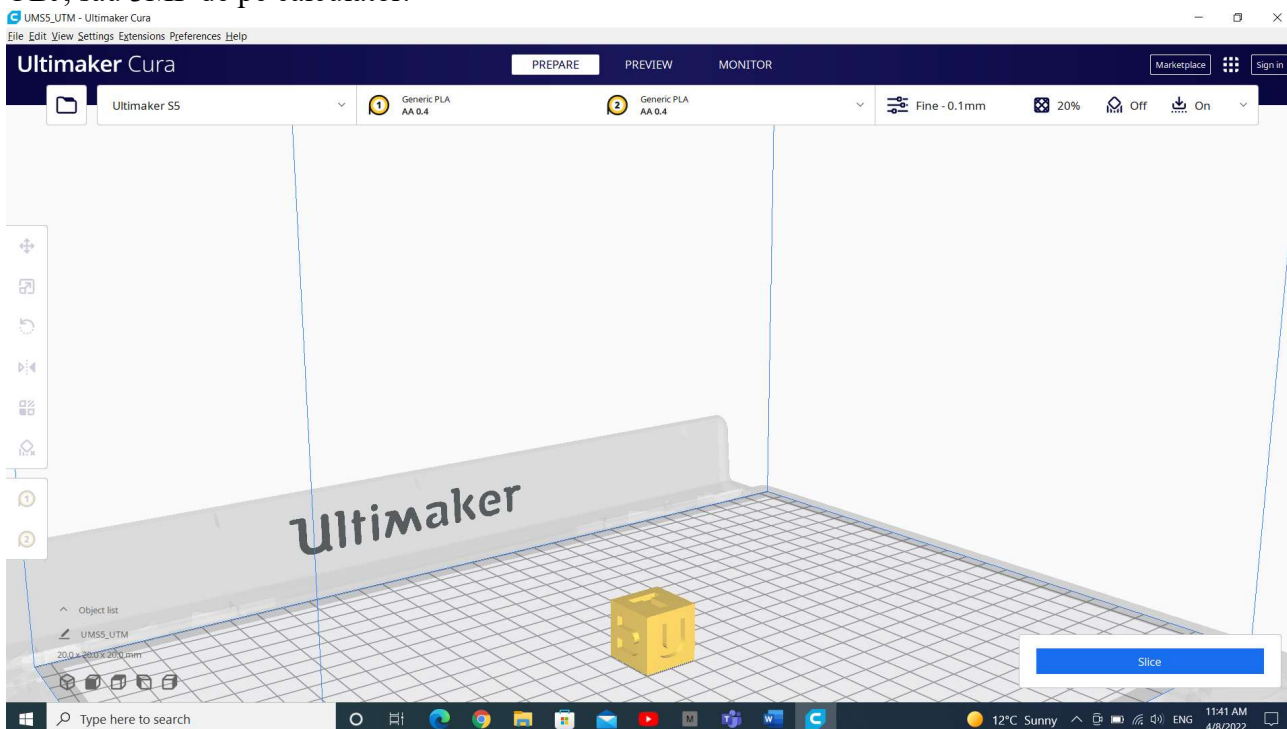




### 7.3. Cura

#### Adăugarea modelului 3D în Cura

Pentru a importa un model al unui obiect 3D în Cura faceți click pe iconița mapei în partea stângă sus ori selectați opțiunea: *File > Open File(s)* din meniul principal. Selectați un fișier STL, OBJ, sau 3MF de pe calculator.



**Fig. 1. Importarea modelului 3D în Cura**

#### Vizualizarea modelului in Cura

In softul Cura sunt 3 cai de baza pentru vizualizare modelului. Fiecare este folositor pentru diferite situatii, in special cand apare o problema cu obiectul de printat.

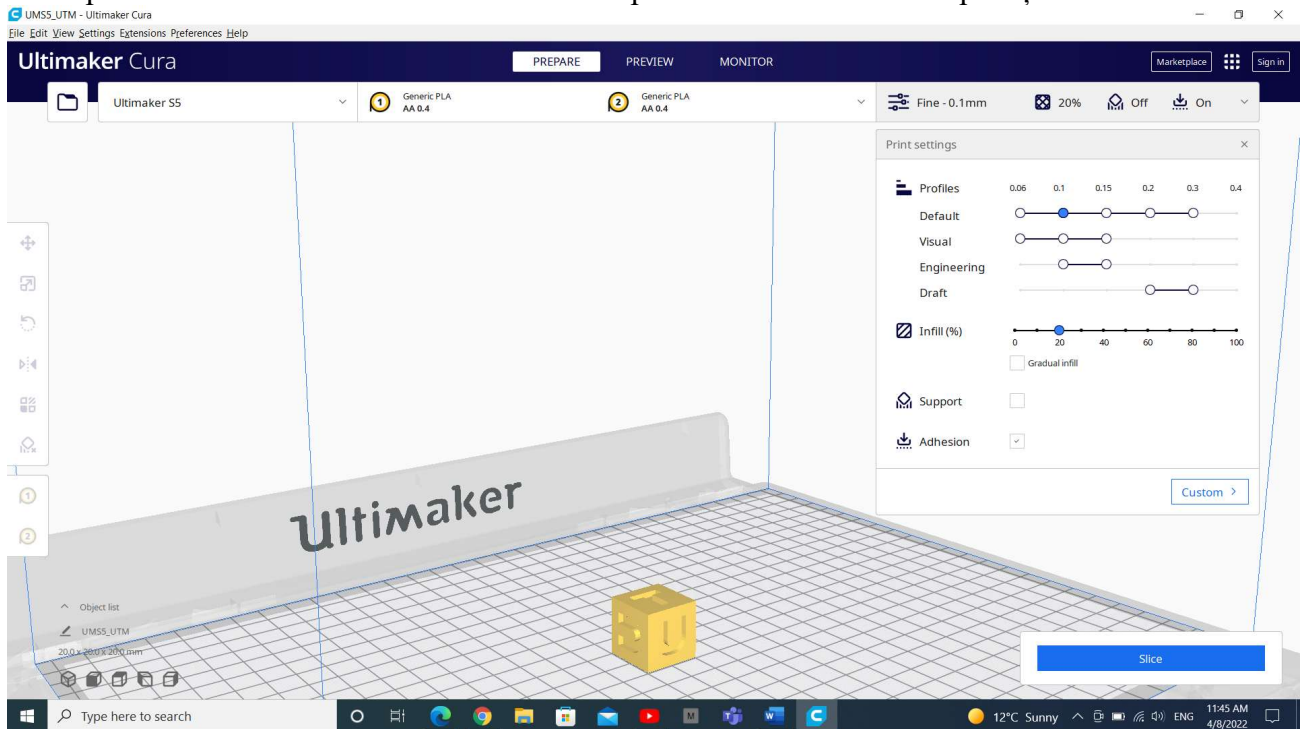
**Solid:** Vizualizarea standarta permite sa intelegeti cum va arata modelul odata printat. Ve-ti vedea marimea si forma in dependenta de platforma de imprimare. La general, daca modelul arata bine si ati folosit comenzile rapide doar pentru a naviga in jurul modelului, atunci totul va fi bine.

**X-Ray:** Se afla comanda Preview, aceasta caracteristica este buna atunci cand printarea da gres si va permite rapid sa vedeti partile din interiorul structurii imprimarii voastre. Cel mai utilabil este atunci cand imprimarea dumneavoastra sufera de o varietate de colturi-colturile ce se intersecteaza cu alte colturi. Comanda X-Ray in Cura va permite sa vedeti ceea ce trebuie sa refaceti.

**Layers:** Tot in comanda Preview, daca imprimarea da gres mereu intr-un punct anumit sau ati facut ceva dibaci si doriti sa vedeti daca o parte din imprimare este buna, puteti sa accesati subcomanda Layer view. O solutie exacta de a face acest lucru este cu ajutorul butoanelor arrow "sageti". O alternativa, este un slide pentru privirea rapida printre toate straturile din care constituie imprimarea voastra. Cand ve-ti deveni mai iscusit cu Cura, abilitatea de a alege straturile cu ajutorul punctelor cand ve-ti dori sa schimbati setarile in G-code, pentru a mari viteza ventilatorului, inaltimea stratului sau debitul.

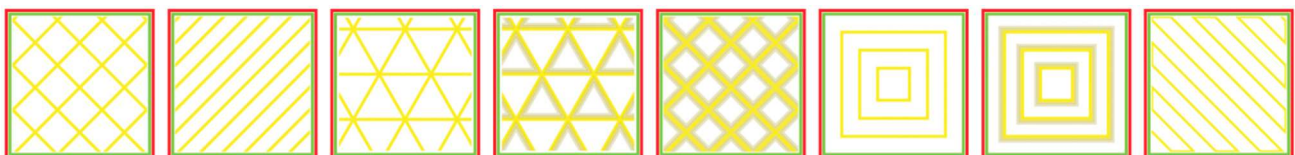
**Control Infill Pattern-Afecteaza Rezistenta Modelului, consumul materialului si timpul printarii.**

În mod implicit, Cura slicer imprimă o umplură în formă de grilă, imprimând într-o direcție diagonală pe strat. Acest lucru oferă o rezistență rezonabilă fără a consuma prea mult material. Este, de asemenea, unul dintre cele mai rapide modele în ceea ce privește timpul de imprimare. Modelul de umplere standard al Cura ar trebui să fie bine pentru cele mai comune aplicații.

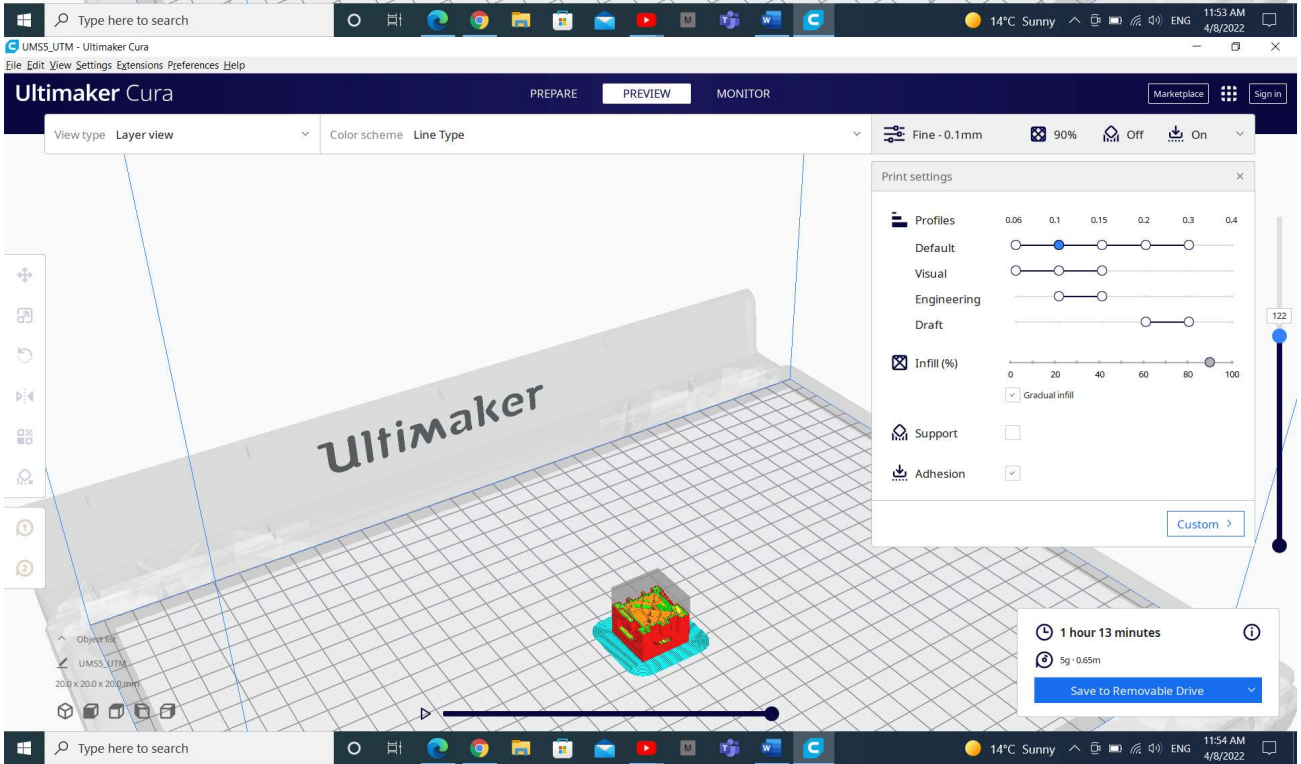
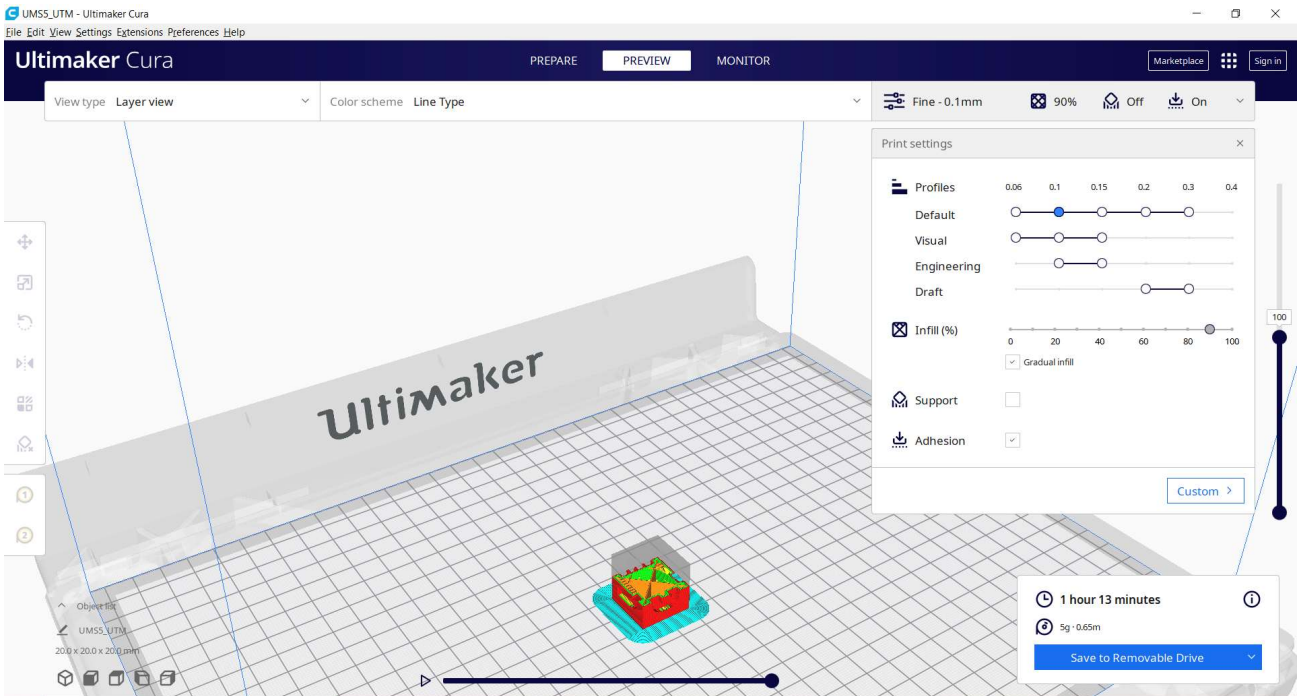


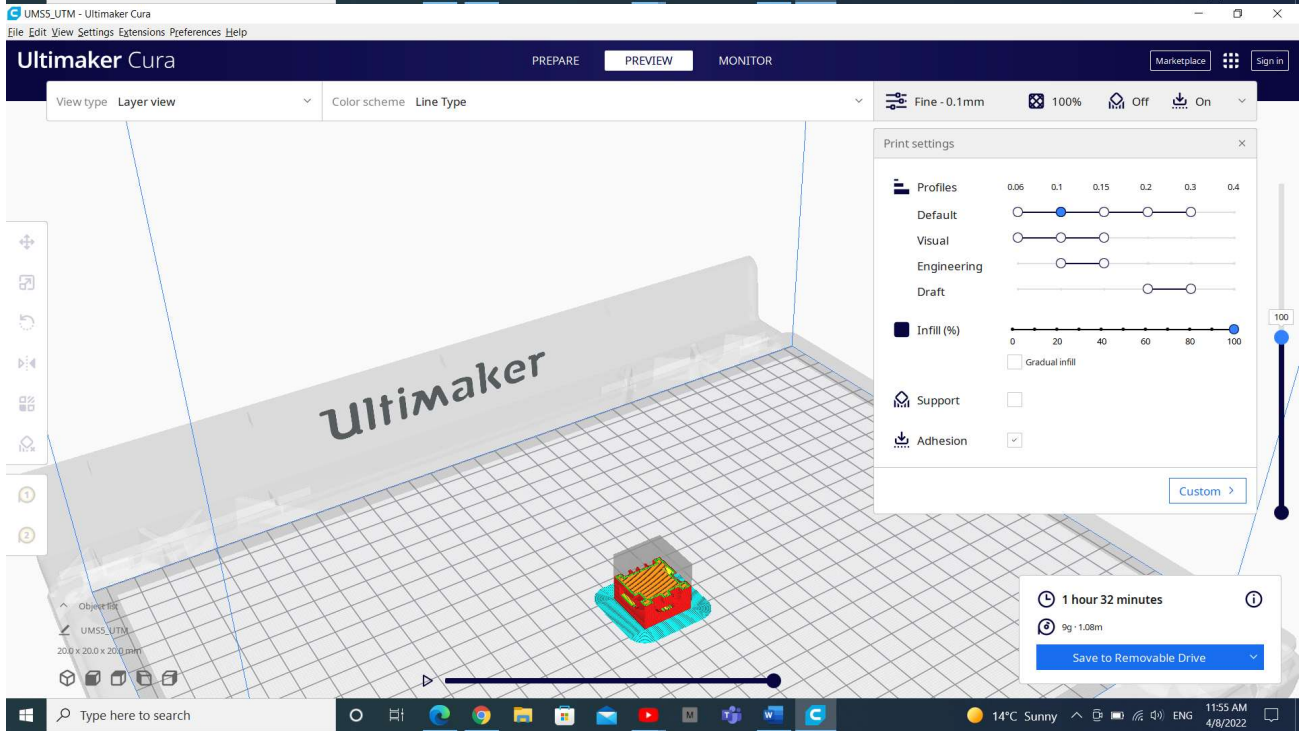
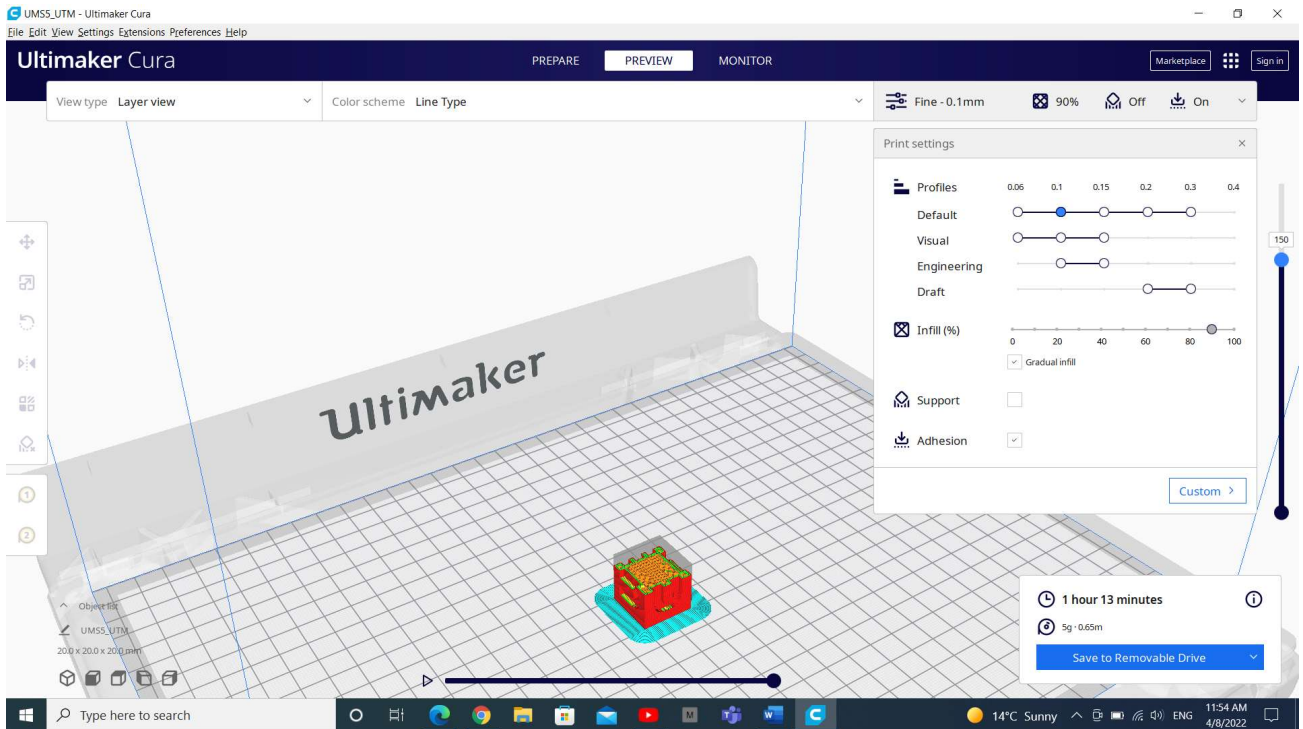
În unele aplicații speciale, totuși, modelul implicit ar putea să nu fie cel mai bun. În astfel de cazuri, Cura oferă o gamă largă de modele de umplere din care să aleagă.

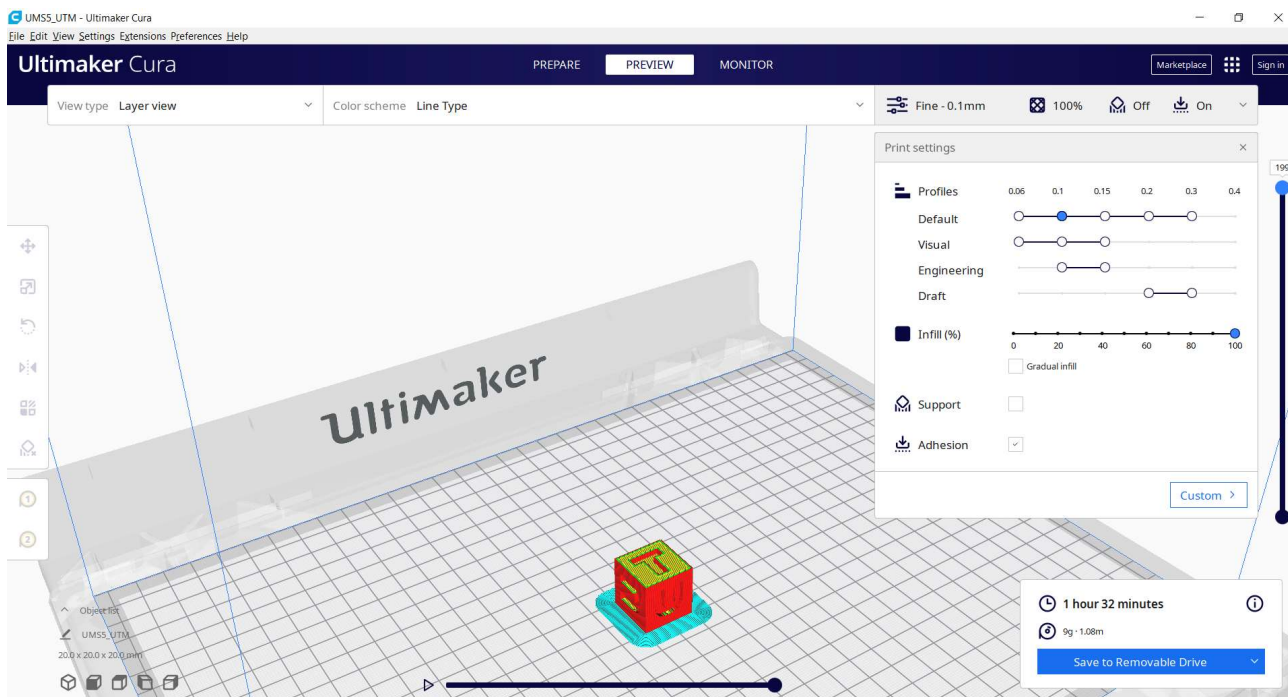
Modele de umplere Cura 3D. Există mai multe modele de umplere disponibile decât cele prezentate în imagine.





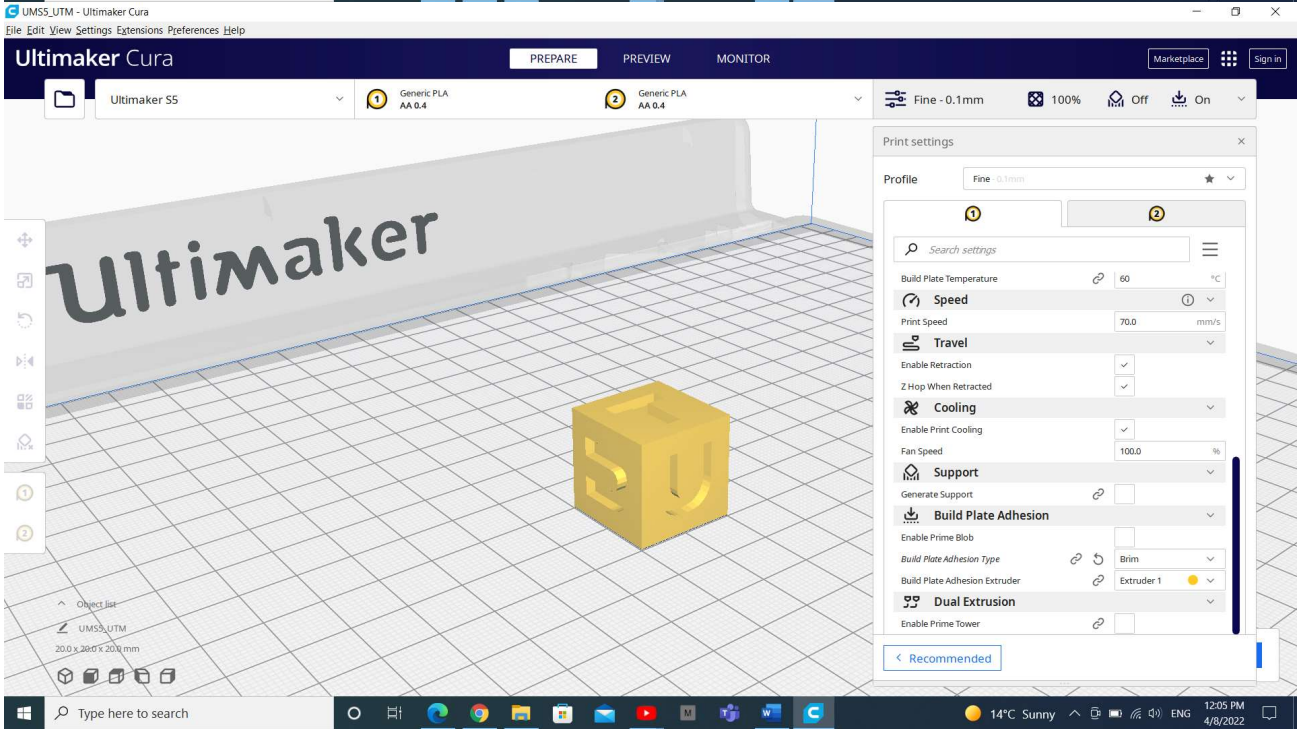
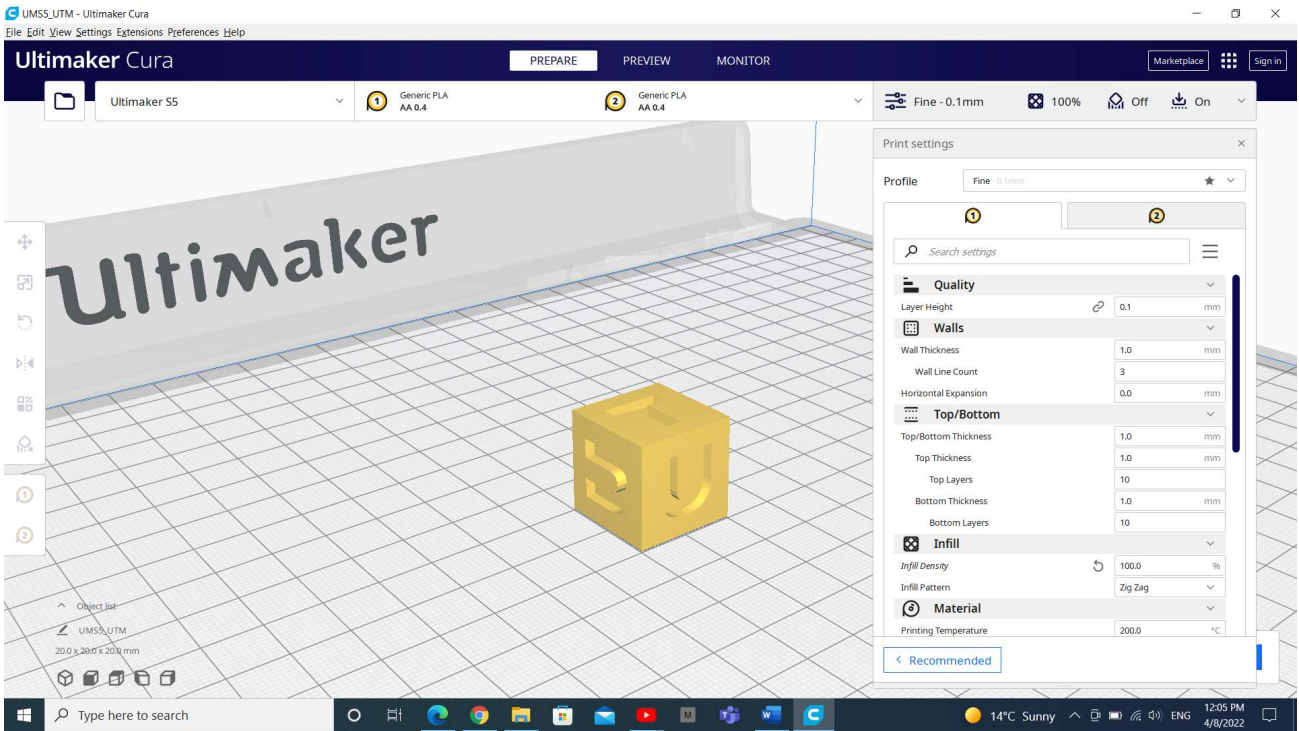


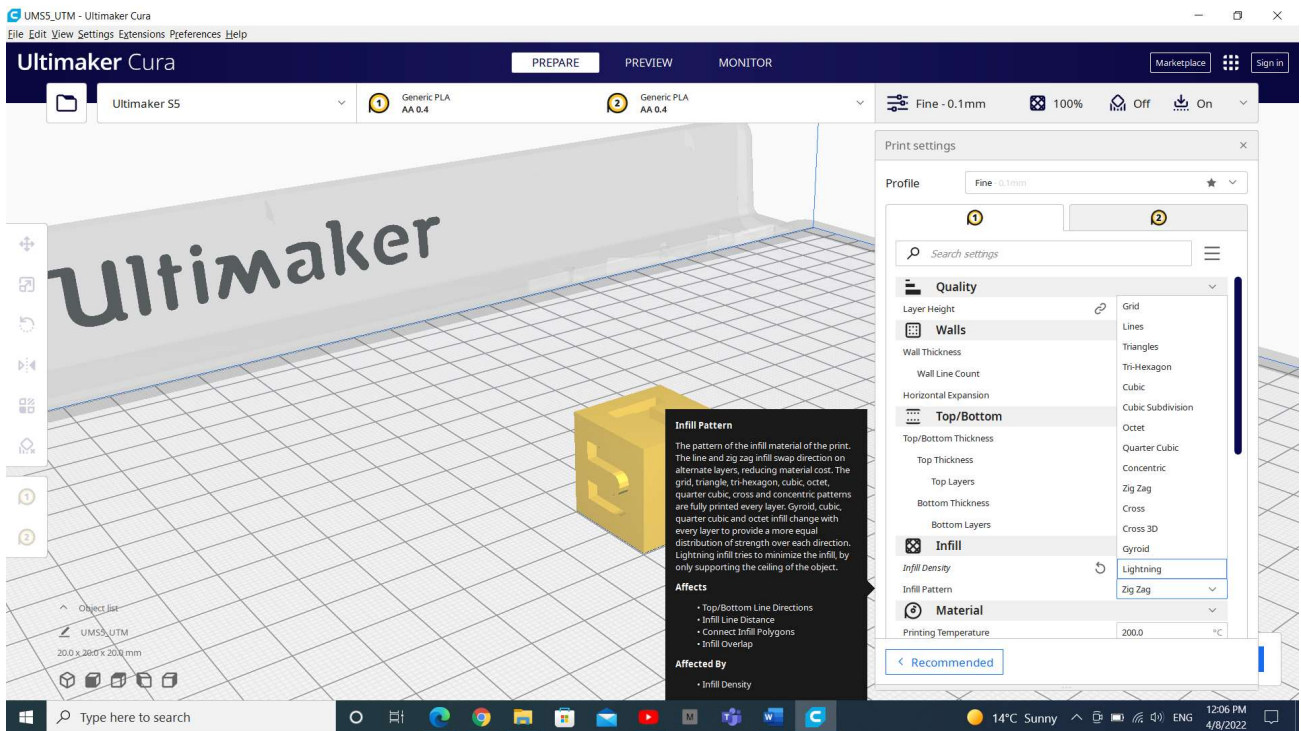




Pentru a schimba modelul de umplere Cura, activați setarea ascunsă a modelului de umplere și va apărea în secțiunea Umplere. Aveți la dispoziție 13 modele diferite. Unele dintre modelele importante sunt:

- **Grid:** O umplură sub formă de grilă, cu linii în ambele direcții diagonale pe fiecare strat.
- **Lines:** Creează o umplură sub formă de grilă, imprimând într-o direcție diagonală pe strat.
- **Triangles:** Creează un model de umplere în formă triunghiulară.
- **Cubic:** O umplere 3D de cuburi înclinate.
- **Tetrahedral:** O umplere 3D de forme piramidale.
- **Concentric:** Umplutura se imprimă din exterior spre centrul modelului. În acest fel, liniile de umplere nu vor fi vizibile prin pereții imprimării.
- **Concentric 3D:** Imprimeurile de umplură din exterior spre centrul modelului, cu o înclinare peste întregul imprimeu.
- **Zig Zag:** O umplură sub formă de grilă, care se imprimă continuu într-o singură direcție diagonală.





## Cum să alegeți modelele de umplere?

Factorii majori de care trebuie să luați în considerare atunci când alegeți modelul de umplere în Cura slicer sunt:

1. Piesa va fi folosită în scopuri mecanice?
2. Modelul are o suprafață mare de acoperire?

Dacă piesa nu va fi folosită ca piesă mecanică, ci mai degrabă în scopuri estetice, atunci s-ar putea să puteți scăpa fără a avea deloc umplutură. Cu toate acestea, dacă același model 3D are o suprafață mare de acoperire, atunci suprafața de acoperire va necesita un anumit sprijin pentru a fi imprimată. În astfel de cazuri, cea mai bună alegere de umplere este Concentric. Acesta utilizează material minim și este cel mai rapid de imprimat. În același timp, oferă suficient suport pentru suprafața superioară.

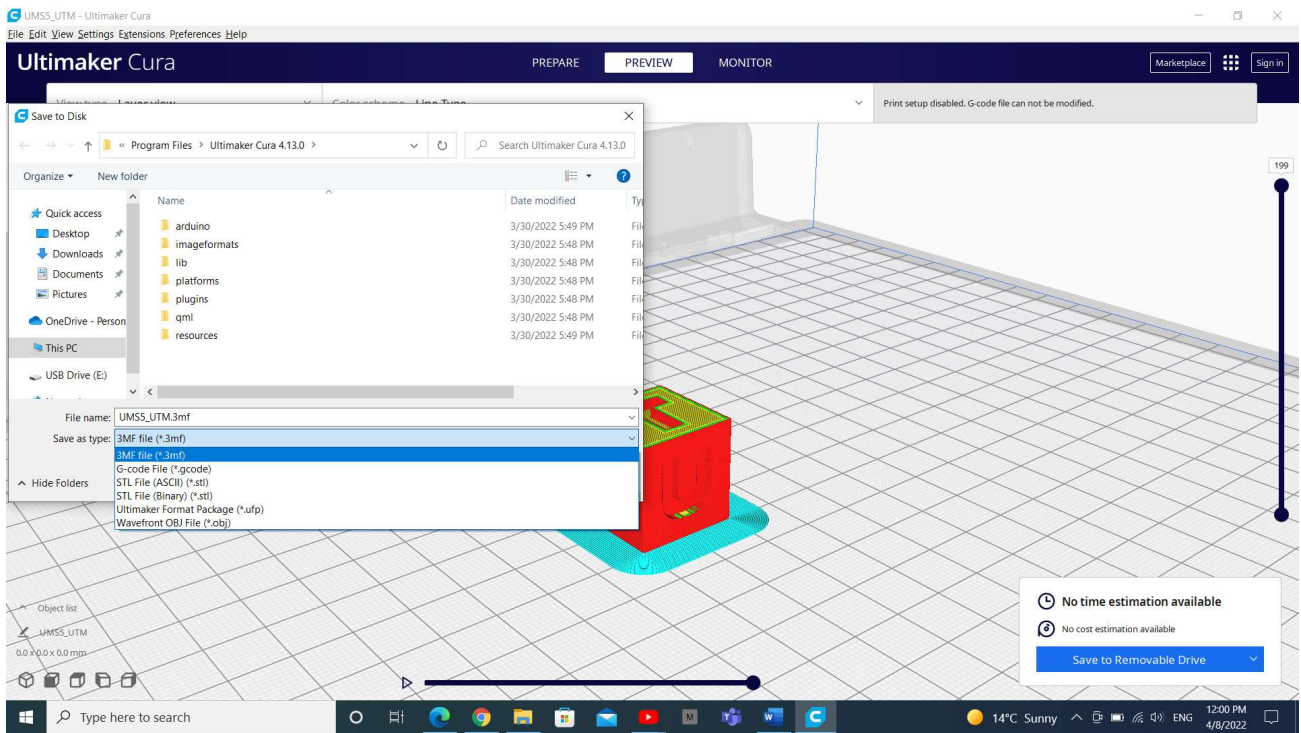
Dacă se dorește ca modelul să aibă o rezistență rezonabilă, chiar dacă nu va fi folosit în scopuri mecanice, atunci cea mai bună opțiune este să se selecteze un model 2D, cum ar fi Grid, Lines sau Triangles. Lines oferă cea mai mică rezistență, dar nu consumă mult material și imprimă rapid. Grid consumă mai mult material, este mai lentă, dar oferă mai multă rezistență. Triangles oferă o rezistență mare și sarcini laterale mari. Utilizați această umplutură atunci când aveți nevoie de o rezistență bună a peretelui sau de structuri mai lungi și subțiri.

Dacă modelul va fi utilizat în scopuri mecanice, cea mai bună opțiune este să alegeți un model de umplere 3D, cum ar fi Cubic sau Tetrahedral. Cu aceste modele în Cura, veți obține un suport intern excelent și proprietăți mecanice aproape izotrope.

## Generarea unui G-code file cu Cura

Modelul este gata de printare și rămâne doar de exportat fisierul din Cura sau pe un card SD sau să trimitem direct la printer. Cura va converti totul din 3D STL sau OBJ într-un fisier G-code necesar imprimantei.

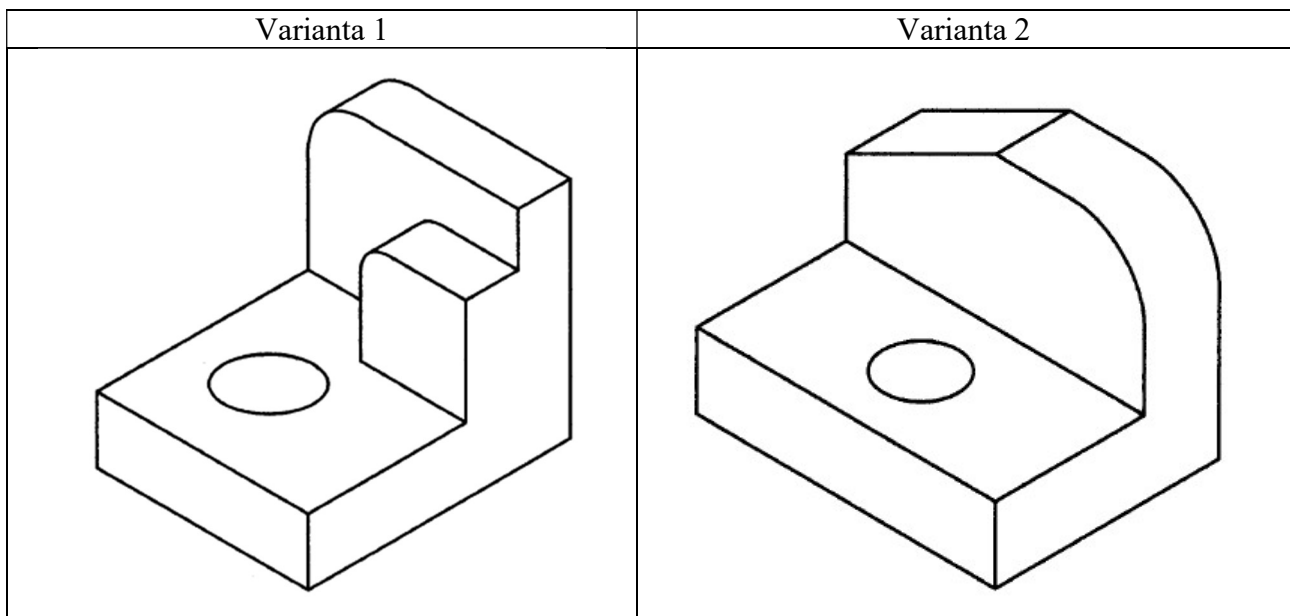
1. **Save the 3D print file:** Dați click pe Save to file, Save to SD sau Send to Printre în colțul drept al ferestrei.
2. **Estimate of time for 3D print:** Cura va arata timpul necesar până când va fi gata piesa printată.
3. **Start the 3D print:** Salvează pe cardul SD, apoi scoateți cardul SD din calculator și transferați-l la printer. Selectați Print, alegeți fisierul și porniți.



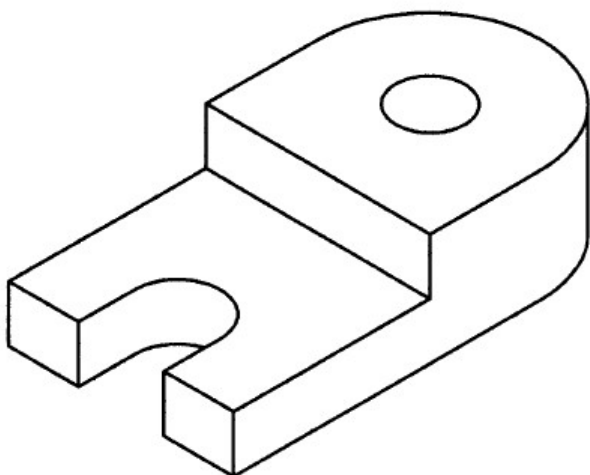
<https://all3dp.com/1/cura-tutorial-software-slicer-cura-3d/>

**Sarcina de realizare:**

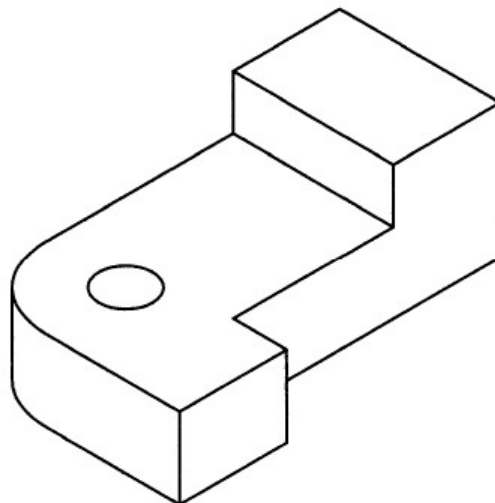
**De elaborate un model 3D pentru imprimanta 3D conform variantei.**



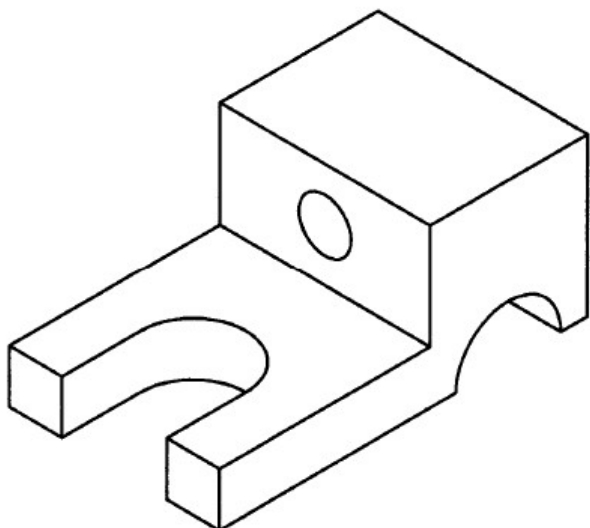
Varianta 3



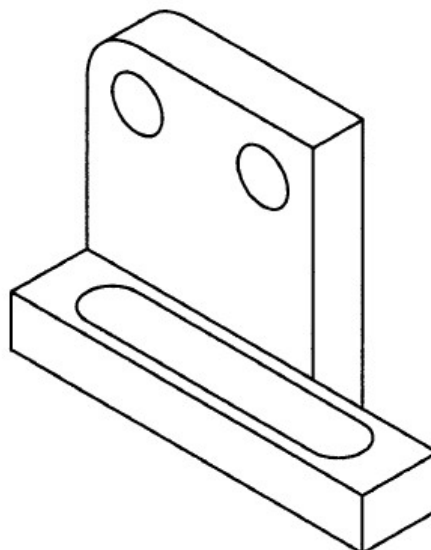
Varianta 4



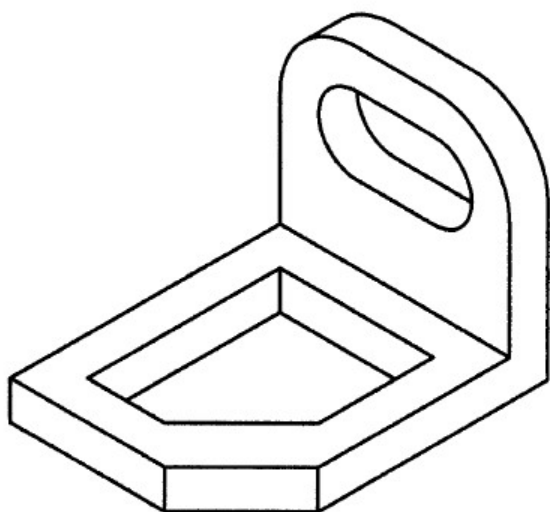
Varianta 5



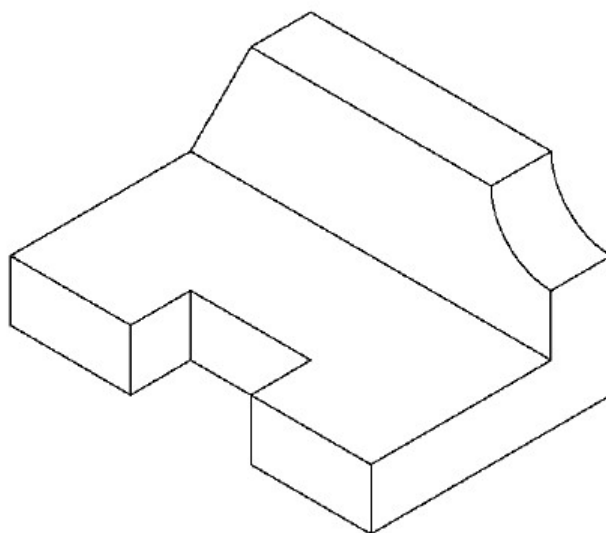
Varianta 6



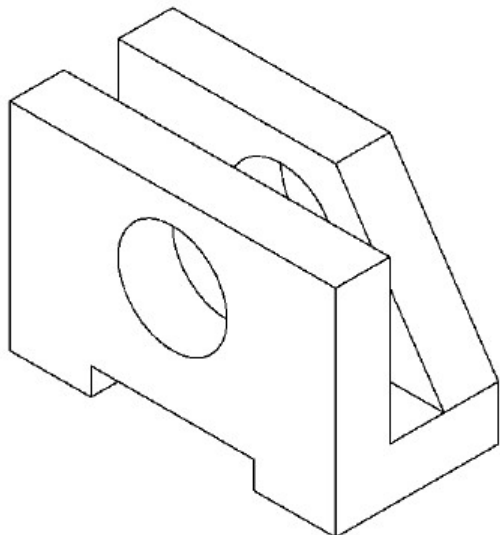
Varianta 7



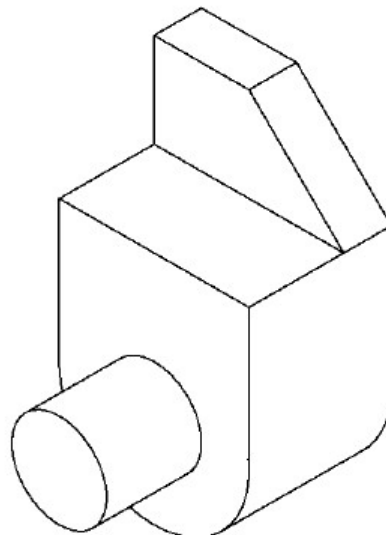
Varianta 8



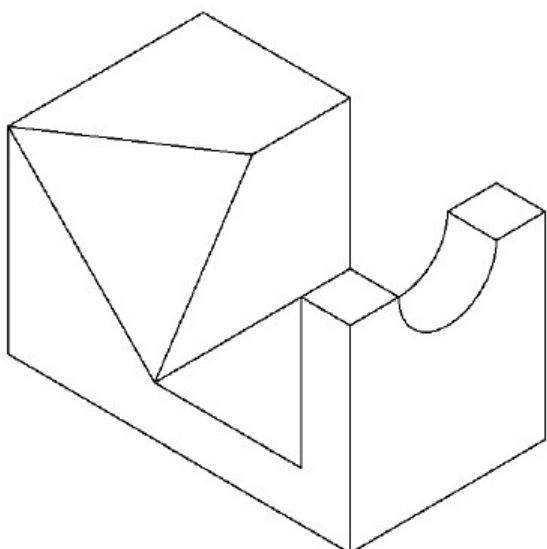
Varianta 9



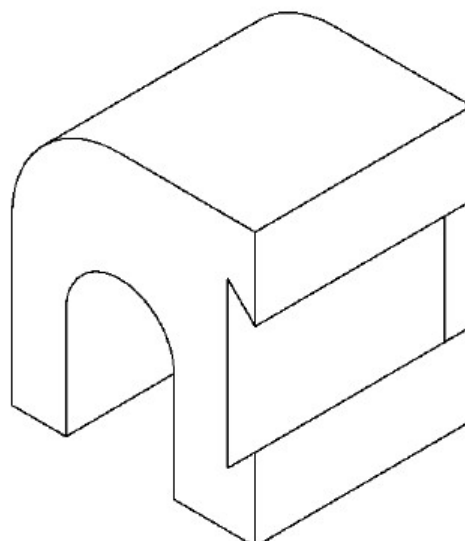
Varianta 10



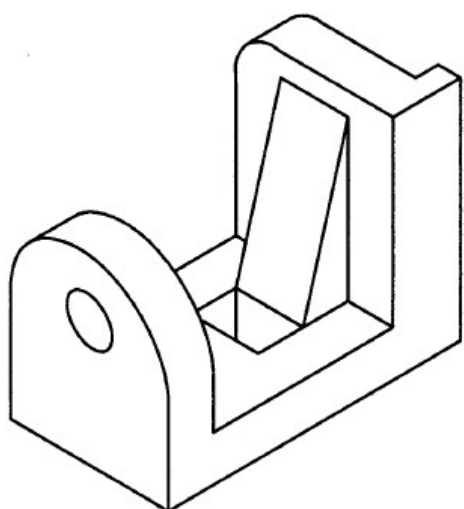
Varianta 11



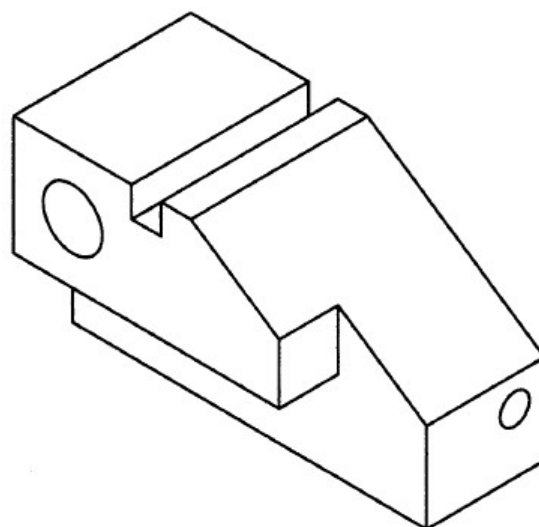
Varianta 12



Varianta 13

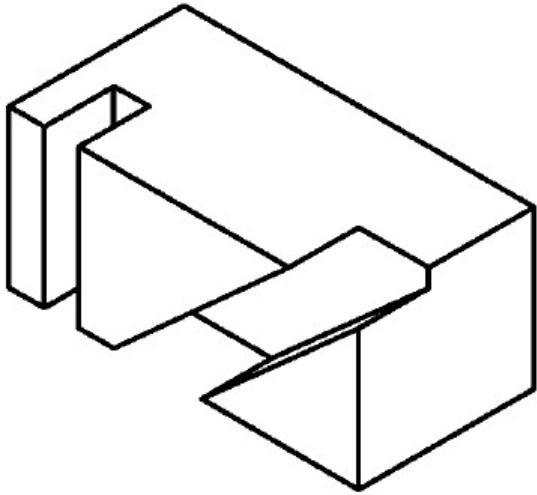


Varianta 14





Varianta 15



Varianta 16

