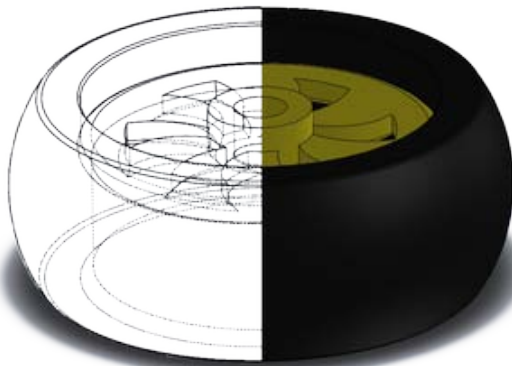


VŠE O 3D TISKU

eBook 1.

TECHNOLOGIE

Marek Zloch



Děkuji, že jste si stáli tuto elektronickou knihu. Její napsání vyžadovalo mnoho času a úsilí, respektujte to a berte prosím na vědomí, že

jakékoliv šíření tohoto eBooku jako celku nebo jeho částí je zakázáno a chráněno autorským zákonem. Pokud jste s dílem spokojeni a chcete jej dále sdílet, odkazujte prosím na www.marekzloch.cz kde si jej může každý zdarma stáhnout.

© 2014 Marek Zloch

O mě

3D tisku se intenzivně věnuji od roku 2010. Stál jsem u zrodu značky 3Dfactories, což je vůbec první výrobce 3D tiskáren v České republice. Od počátku se věnuji hlavně konstrukci a vývoji. Dále také konzultační a poradenské činnosti.



V roce 2014 jsem založil značku 3D chilli pod, kterou jsme vyvinuli novou 3D tiskárnu Jalokia, která se řadí mezi špičkové stroje v kategorii nízkonákladových zařízení.

Od počátku klademe důraz hlavně na kvalitu a inovativnost produktů, na skutečnou přidanou hodnotu. Technologickou vyspělost a spolehlivost protože technologie je naše vášně.

V článkách a elektronických knihách jako je tahle, se vám pokusím předat své zkušenosti a znalosti, které jsem za svou 3D kariéru nasbíral a které neustále rozšiřuji.

Věřím, že vám tyto informace budou užitečným pomocníkem ať již při studiu, výběru 3D tiskárny nebo pro startování vlastního podnikání v této neustále se rozvíjející průmyslové oblasti.

Pokud naleznete nějaké nejasnosti nebo budete chtít o některé oblasti více informací, neváhejte mne kontaktovat na info@marekzloch.cz nebo si projděte můj blog na www.marekzloch.cz a třeba zde odpověď naleznete.

Obsah

Základní pojmy	5
Úvod do 3D tisku	6
Technologie 3D tisku	7
Lepení	8
LOM – (Laminated Object Manufacturing)	8
MJF (Multi Jet Fusion)	9
ZCORP	10
Slinování	12
SLS (Selective Laser Sintering)	12
DMM (direct metal modeling)	14
SHS (Selective Head Sintering)	16
Tavení	18
FDM (fused depositing modelin)	18
APF (Arburg plastic freeforming)	20
Vytvrzování	21
SLA (stereolitografie)	21
DLP (digital light processing)	23
Polyjet	24
Vytlačování	25
Solidscape	25
Beton nebo hlína	26
Tiskové materiály	27
Plasty	28
Kovy	29

Základní pojmy

3

3D tisk - *způsob výroby produktu nebo prototypu přidáváním materiálu po vrstvách.*

3D skener - zařízení pro digitalizaci reálného objektu.

A

Aditivní výroba - *způsob výroby prototypu nebo produktu technikou přidáváním materiálu, zpravidla po vrstvách.*

ABS - (*Acrylnitril butadien styren*) termoplast používaný pro celou řadu oblastí výroby včetně 3D tisku.

AKF - (*Arburg plastic freeforming*) 3D tisk podobný FDM technologii s tím rozdílem, že materiál je vytlačován pod vysokým tlakem v kapičkách namísto kontinuálního proudu.

D

DMP - (*direct metal printing*) technologie 3D tisku z kovového prášku.

F

FDM - (*fused depositing modeling*) technologie 3D tisku založená na vytlačování taveniny termoplastu a nanášení tenkých vrstev. FDM je ochranná známka společnosti Stratasys.

FFF - (*fused filament fabrication*) technologie stejná jako FDM, kvůli ochraně tohoto názvu se vžilo označení FFF.

P

PLA (*polylactid acid*) termoplast založený na bázi kukuřičného škrobu. (strana)

S

SLA - (*stereolitografie*) 3D tisk z polymerních plyskyřic, vytvrzovaných UV zářením.

SLS - (*Selective laser sintering*) 3D tisk z plastových prášků slinovaných laserem.

Slinování (*sintering*) - proces spékání částic materiálu teplem nebo tlakem, bez dosažení botu tání.

STL - standardizovaný formát digitálního 3D modelu reprezentovaného souřadnicemi polygonální sítě. STL může být ve formě binární nebo ASCI znacích.

Úvod do 3D tisku

3D tisk nebo správněji aditivní výroba je technologie tvorby objektu postupným přidáváním materiálu, zpravidla v tenkých horizontálních vrstvách. Pro zjednodušení budeme i nadále používat termín 3D tisk.

Přesto, že je tato technologie známa více než 30 let, dostává se do širšího povědomí teprve pár posledních let. Za přelomový lze považovat rok 2010, kdy expiroval jeden z patentů pro technologii nazvanou FDM (Fused Depositing Modeling) tedy nanášení roztaveného plastu po vrstvách.

Škála materiálů používaných pro 3D tisk je poměrně široká. Jsou to plastové prášky, plastový granulát nebo extrudovaný plastový drát nejčastěji o průměru 1.75mm nebo 3mm, kovové prášky případně kovový drát a polymerní pryskyřice. Dalšími materiály jsou například kancelářský papír, plastová folie ale také hlína, beton nebo sádra. Pevností charakteristika 3D tištěného modelu se přibližuje reálnému výrobku až na 90% dle použitého materiálu a technologie



Vývoj prvního prototypu 3D tiskárny ProfiMaker

Technologie 3D tisku

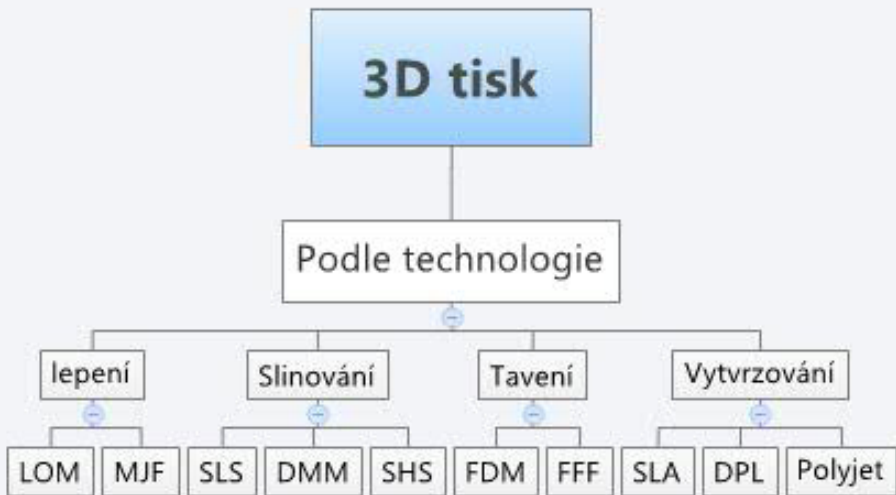
Základní rozdělení technologií 3D tisku, můžeme udělat podle postupů, které se při procesu tvorby modelu používají.

Jsou to:

Lepení | Slinování | Tavení | Vytvrzování | Vytlačování.

V následujícím grafu jsou základní postupy a jednotlivé technologie, které je využívají.

Zkratky jsou vysvětleny níže, nebo ve slovníku základních pojmů.



Lepení

LOM – (Laminated Object Manufacturing)

Při této technologii se lepí jednotlivé vrstvy plošného materiálu jako je papír nebo plast k sobě lepidlem. Do každé vrstvy je pak vyřezáván obrys řezu modelu.

+ Výhodou této technologie je v případě tisku z papíru, relativně nízká cena materiálu a možnosti plnobarevného tisku.

- Nevýhodou pak nutnost vyplnění tiskové plochy nebo vysoká míra odpadu. Vždy je totiž možné tisknout jen na plný formát tiskové plochy A4 nebo A3. Modely jsou spíše pro designovou studii.



Model po dokončení tisku nutné “vydolovat” z bloku papíru. Tiskárna automaticky nařezává okolní materiál na kostičky, takže proces není tak složitý.



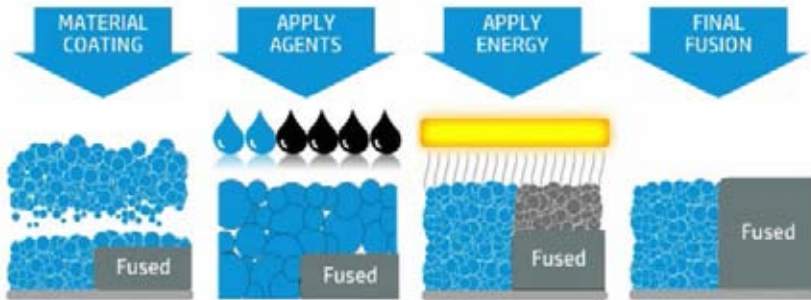
Modely tištěné technologií
LOM na stroji MCOR IRIS

Zdroj: <http://www.mcor technologies.com/>

MJF (Multi Jet Fusion)

Nová technologie společnosti HP založená na lepení zrněk plastového prášku. Lepidlo je přesně nanášeno pomocí tiskových hlav a poté vytvrzeno. Technologie umožňuje plnobarevný tisk, nebo modifikace pevnosti a charakteru tisku.

MULTI JET FUSION PROCESS:



+ Za hlavní výhodu lze předpokládat rychlost. HP uvádí až 10ti násobnou rychlost oproti stávajícím technologiím

- Odlišná struktura a pevnostní charakteristiky oproti jiným technologiím. Cena prášku a spotřebních materiálů. Možnost tisku pouze plných modelů.



Model tištěný technologií MJF od HP.

Zdroj: internet

ZCORP

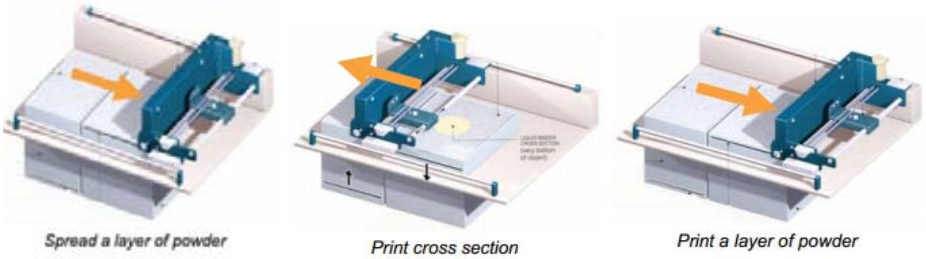
Tato technologie dnes spadající pod hlavičku společnosti 3D systems pracujen na principu nanášení pojiva do vrstvy plastového prášku.

Proces je znázorněný na obrázku níže. Do tenké vrstvy prášku je podobně jako v inkoustové tiskárně natisknut řez modelem. Místo inkoustu je však nanášeno pojivo. Opětovně je nanesena vrstva prášku a proces se opakuje.

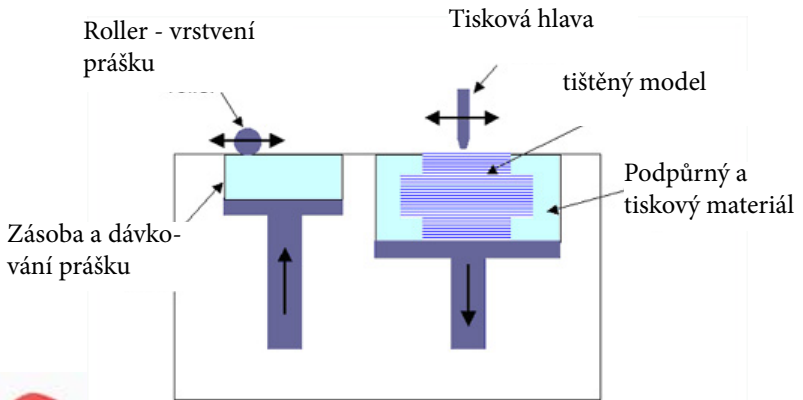
Tisk je možné realizovat v barevné škále CMYK.



Modely tištěné technologií Zcorp
Zdroj: 3Dsystems.com



http://www.zcorp.com/documents/108_3D%20Printing%20White%20Paper%20FINAL.pdf



Reebok® shoe and color prototype

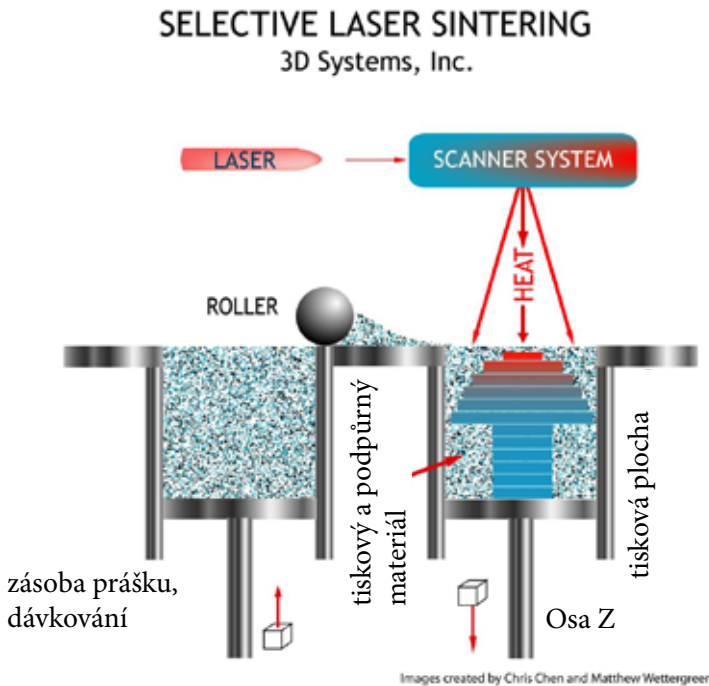
Slinování

SLS (Selective Laser Sintering)

Slinování plastového prášku laserovým paprskem. Pomocí válce nebo planžety se nanáší vrstva prášku do které laserový paprsek vykresluje řez modelu. Plastový prášek se natavuje – slinuje. Povrch modelu je relativně hrubý, což je dáno velikostí zrna.

+ technologie tisku z prášku nevyžaduje podpurný materiál. Model je plně obklopený modelovacím materiálem. Neslinutý materiál se odsaje a může být použitý znovu.

– cena tiskového materiálu. Plastový prášek je toxický pro vdechnutí. Práškové materiály sebou nesou nebezpečí výbuchu. Model může být pouze plný nebo je nutné počítat při konstrukci dílce s nutností prášek z dutiny modelu vyspat.





Modely tištěné technologií SLS
Zdroj: 3Dsystems.com

DMM (direct metal modeling)

Jde v podstatě o technologii SLS kde se namísto plastového prášku slinují prášky kovové. Tisk z těchto materiálů má svá technická specifika jako je například ochranná atmosféra při tisku z hliníku.

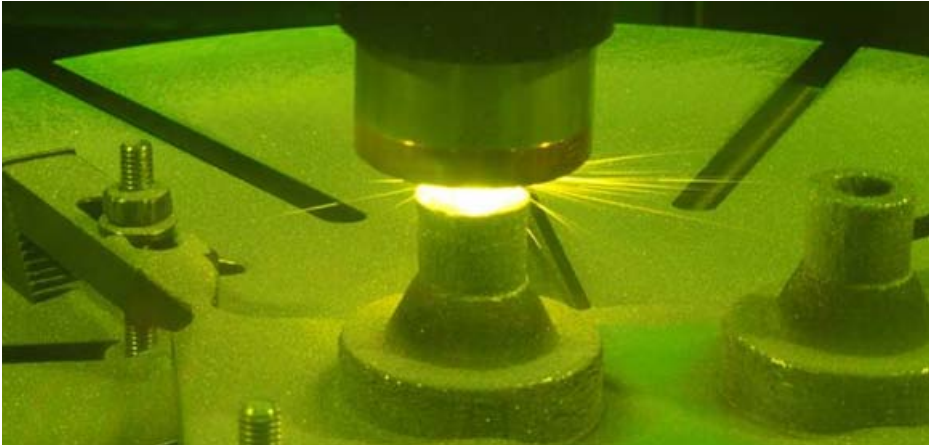


Model tištění technologií DMM.

Zdroj: 3dsystems.com

Obdobný tisk z kovu se provádí lepením kovového prášku pojivem nanášeným tiskovou hlavou.

Výsledný model je nutné po tisku speciálním postupem slinovat v peci. Nejedná se tedy o Direct metal modeling ale o Laser selective sintering kovového prášku.



Dalším typem tisku z kovu je varianta kdy se kovový prášek fouká přímo do místa tisku a je slinován laserovým paprskem. U tohoto typu tisku je nutná tvorba podpor.



SHS (Selictive Head Sintering)

Slinování plastového prášku teplem. Obdobná technologie jako SLS s tím rozdílem, že se prášek neslinuje laserem ale selektivním působením tepla, podobně jako ve 2D laserové tiskárně.

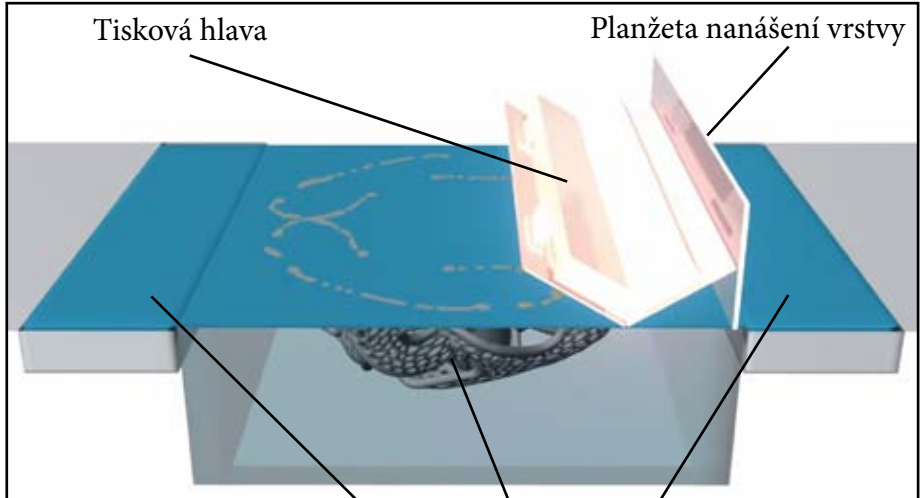


Model tištěný tiskárnou Blueprinter.

Zdroj: blueprinter.dk

Jedná se o poměrně mladou technologii, která se ale neustále zdokonaluje.

Opět jako u ostatních tiskáren kde je tiskovým materiálem prášek je hlavní překážkou cena vstupního materiálu. Nutnost plné zásoby materiálu, jeho skladování a potřeba se chránit před vdechnutím.



Model
Zásoba materiálu



Tavení

FDM (fused depositing modelin)

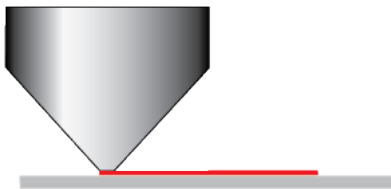
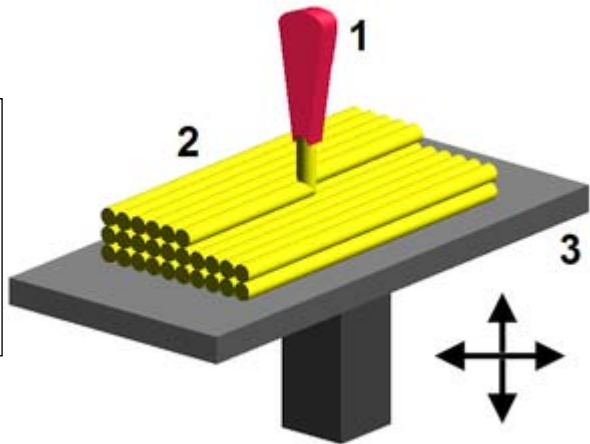
nebo FFF (Fused filament Fabrication) Jedná se o stejnou technologii. Dvojitě označení je z důvodu ochranné známky na název FDM. Principo technologie spočívá v tavení termoplastu v podobě struny (drátu), vytlačování taveniny z trysky a nanášení taveniny v tenkých vrstvách. Jedná se o nejjednodušší technologii 3D tisku, která se v současné době masivně rozšiřuje i do domácností.

+ nejdostupnější technologie 3D tisku. Relativně nízká cena vstupního materiálu a nízké náklady na provoz (záleží na typu stroje). Možnost odlehčeného modelu. Pevnost 70-80% vstřikolisovaného dílce.

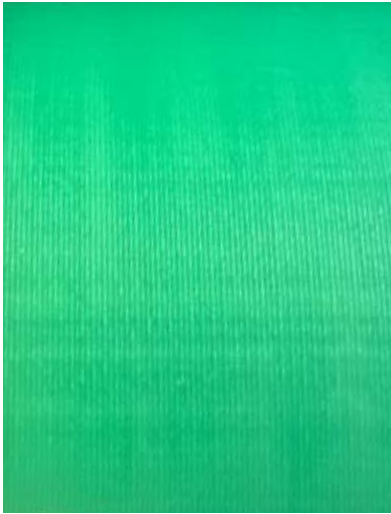
– časová náročnost tisku, Hrubost povrchu a nižší detail (v závislosti na průměru trysky).

základní princip technologie FDM

wikipedie.com



Tryska nanáší tenkou vrstvu roztaveného plastu.



Na obrázku je vidět
vrstvení. Výška jedné
vrstvy je zde 0,2mm



Tiskový materiál - struna 1.75mm
průměru

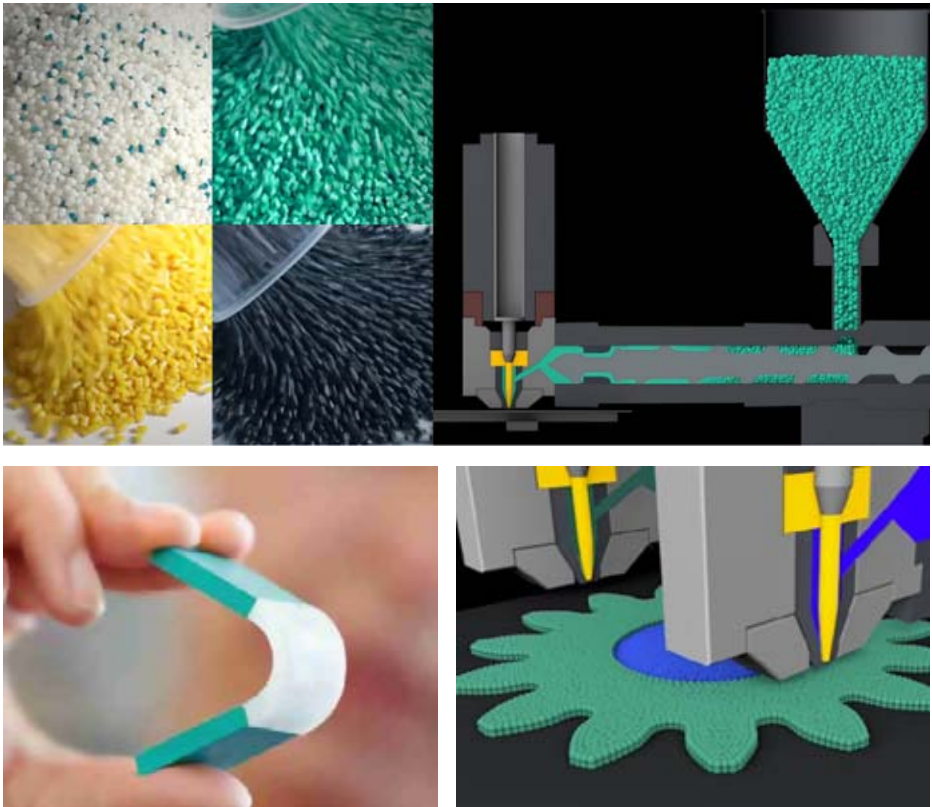


APF (Arburg plastic freeforming)

je obdoba technologie FDM nebo FFF s tím rozdílem, že vstupním materiálem je plastový granulát, který je zpracováván stejně jako na vstřikolisí. Tedy granulát je podáván šnekem a postupně taven ve třech tepelných zónách. Poté je tavenina pod vysokým tlakem vstřikována v drobných kapičkách do modelovacího prostoru. Materiál je doslova vystřelován což poskytuje lepší homogenitu tištěného modelu a samozřejmě jeho větší pevnost. Vlákno v není v modelu kontinuální, což napomáhá prevenci proti smršťování modelu při chládnutí.

+ nízká cena vstupního materiálu, vysoká pevnost výtisku až 90% pevnosti vstřikolisovaného dílce.

- hrubost povrchu, rychlost tisku. Náročnější výměna materiálu.



Vytvrzování

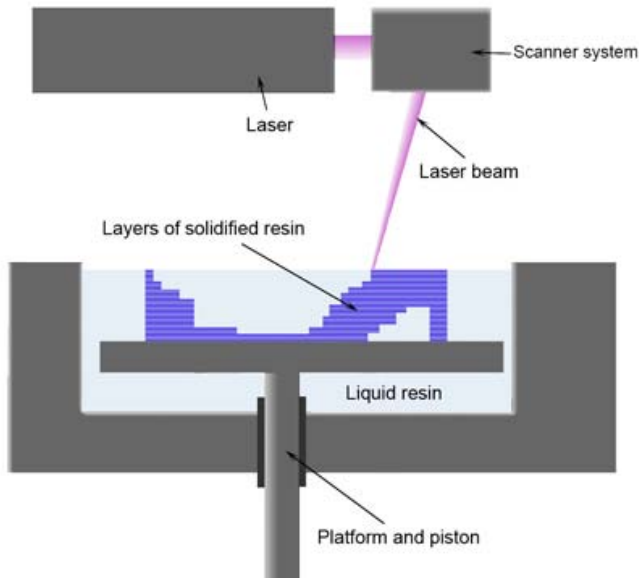
SLA (stereolitografie)

polymerní pryskyřice je vytvrzována pomocí laserového paprsku o vlnové délce v rozsahu UV záření.

Vytvrzování může probíhat buď z vrchu, kdy se model ponořuje do kapaliny, hladina pak tvoří vytvrzovanou vrstvu. Nebo zespodu, kdy se model „vynořuje“ z kapaliny.

+ relativní jednoduchost zařízení, rychlosti tisku, vysoký detail, kompaktní rozměry tiskárny

– nejvyšší přesnost je ve středu tiskové plochy. Směrem k okrajům se snižuje díky náklonu paprsku, který tak mění tvar z kruhového na oválný.





Model tištěné na Form 1
Zdroj: formlabs.com

DLP (digital light processing)

vytvrzování polymerní pryskyřice UV zářením. Zdrojem záření je lampa projektoru. Řez je promítaný v jednom záblesku. Jedná se o velmi precizní tiskovou metodu.

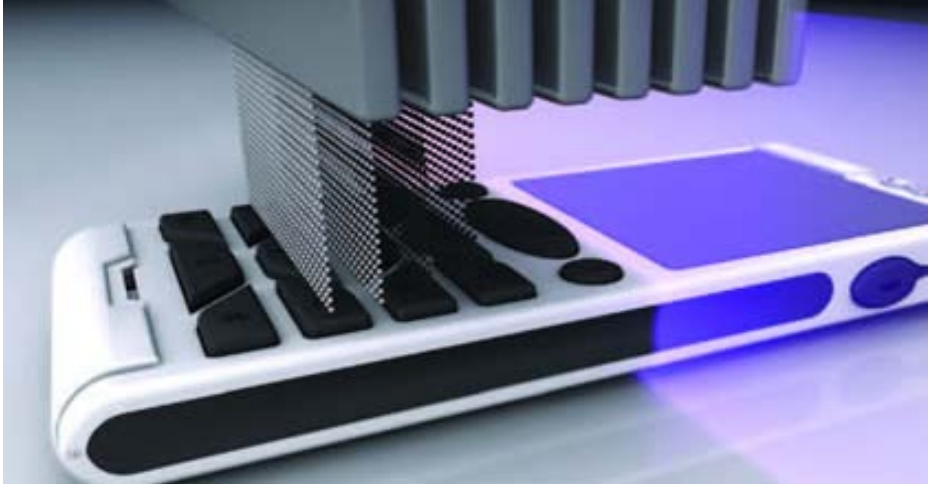
+ vysoké rozlišení tisku, relativní rychlost tisku, vysoká přesnost

– živostnost světelného zdroje, manipulace s kapalinou



Polyjet

vytvzování polymerní pryskyřice UV zářením. Zdrojem záření je UV lampa. Vrstva je nanášena pomocí trysek podobných iknoustové tiskárně a osvětlována najednou. Podpory teplem rozpustné. Je to v podstatě skutečný 3D tisk. Protože technologie je velmi podobná klasickému tisku.



- Nutnosti tisknout současně plné podpory, cena vstupního materiálu.

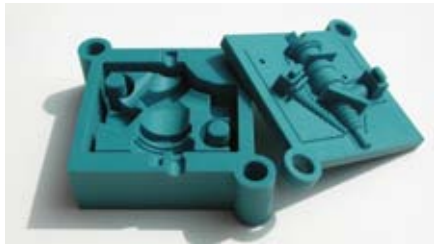
+ modely s vysokým rozlišením v detailu i v horizontálním směru, tedy velmi tenké vrstvy. Možnosti tisknout transparentní modely. Velmi široká Modifikace materiálových vlastností

Nevýhody polymerů celkově: tisk z fotopolymerů vhodný spíše pro designový náhled výrobku. Polymerní pryskyřice by se daly pojmenovat jako digitální plasty. Simulují vlastnosti materiálů jako je například ABS ale není to ABS má poze podobné vlastnosti. Pokud je tedy nutné výtisk co nejvíce přiblížit reálnému výrobku, je lepší použít jinou technologii.

Vytlačování

Solidscape

technologie vytlačování termoplastického vosku. Materiál se vytlačuje při teplotě 90-115°C. Tavenina je pomocí trysky nanášena v tenkých vrstvách. Při tisku se používají dva druhy vosku, kde jeden z nich slouží jako podpurný a je rozpustný v roztoku. Tisk z vosku slouží hlavně jako ztracená forma pro odlévání.



Beton nebo hlína

Technologie 3D tisku vytlačováním má své uplatnění i při práci s materiály jako je hlína, kdy se používá pro modelování keramických výrobků. Prozatím jde však spíše o okrajovou záležitost. Jako zajímavost se pracuje také s čokoládou, kdy je možné vytvářet čokoládové figurky.

Tisk z Betonu postupně hledá své uplatnění ve stavebnictví.



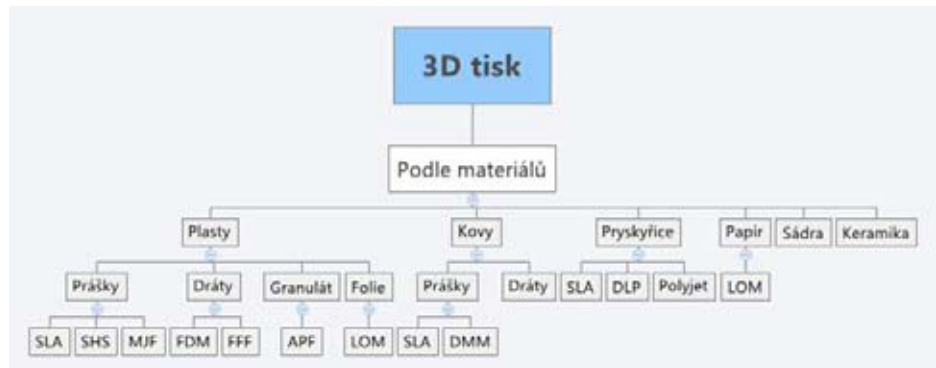
Tiskové materiály

Rozdělení 3D tiskových technologií můžeme provést také podle materiálů, ze kterých je model vytvářen.

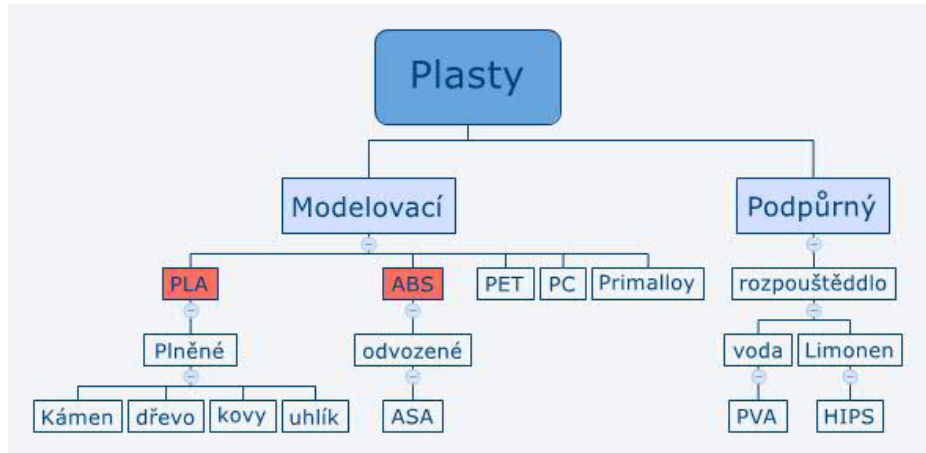
Jsou to:

Materiál	Forma
Plasty	Prášky, struny, granulát, folie
Kovy	Prášky, dráty
Tekutiny	Polymerní pryskyřice
Papír	Kancelářský papír, drť
Ostatní	Sádra, hlína, beton, písek, vosk

Následující graf, přehledně zobrazuje materiály a technologie, které s těmito materiály pracují.



Plasty



Plastové prášky

Cena plastových prášků je stále poměrně vysoká. Také práce s prášky vyžaduje speciální zacházení. Díky velmi malé velikosti zrna je vdechnutí prášku nebezpečné, působí toxicky. Stejně jako je nebezpečí výbuchu atd.

Plastové struny

Používané při technologii FDM a FFF jsou nejvýhodnější řešení z hlediska konstrukce stroje, ceny a dostupnosti materiálu.

Plastový granulát

AKF (ARBURG plastic freeforming)

Prozatím jediná technologie pracující přímo s plastovým granulátem, který je zpracováván způsobem podobným vstřikování.

Kovy

Kovové prášky

Opět je zde otázka bezpečnosti práce s prášky. Cena kovových prášků je velmi vysoká.

Kovové dráty

Používají se pro 3D tisk pomocí proudu elektronů nebo laserového paprsku. Vpodstatě jde o svařování jednotlivých drátů ve vrstvách k sobě.

Připravuji:

Vše o 3D tisku - konstrukce FFF
3Dtiskáren.

Podrobný průvodce vývojem a výrobou 3D tiskárny.
Zkušenosti a znalosti nasbírané v průběhu let, podané
ve srozumitelné a ucelné formě.