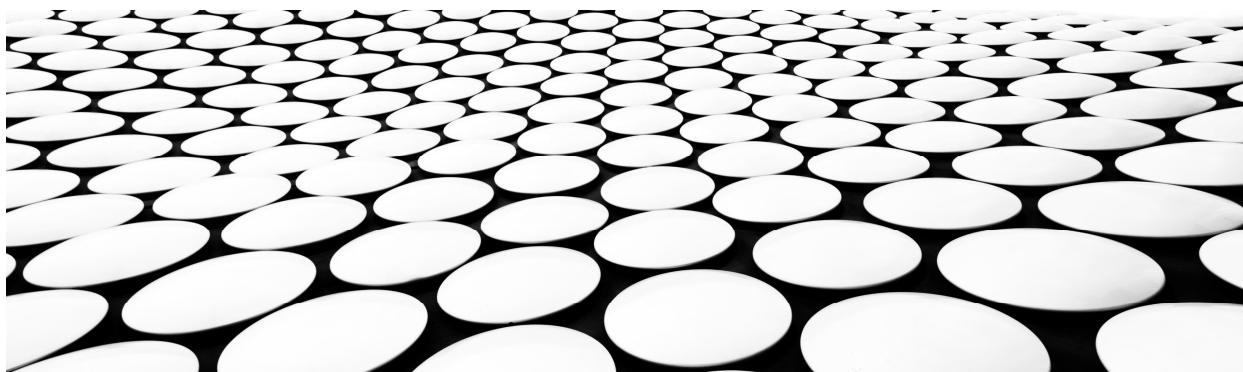
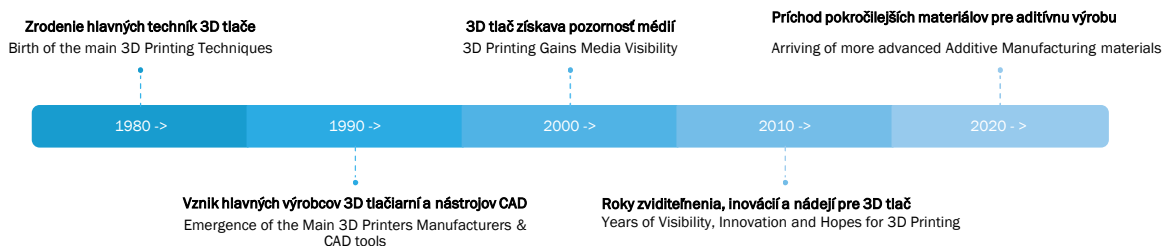

WHAT THE FUTURE HOLDS FOR 3D PRINTING

ČO MÔŽEME OČAKÁVAŤ OD 3D TLAČE V BUDÚCNOSTI

ROBERT PLEVKA



3D PRINTING TIMELINE

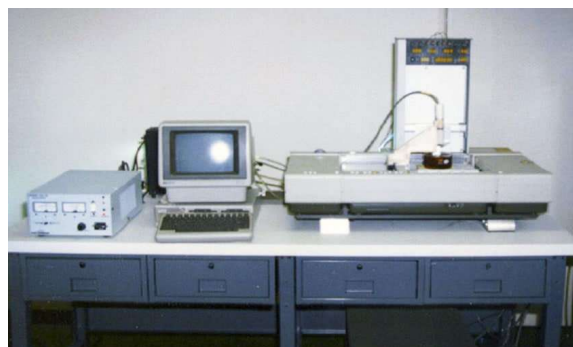
HISTÓRIA VÝVOJA 3D TLAČE

3D tlač nie je taká novinka, ako si možno myslíte! V skutočnosti sa technológia FDM (Fused Deposition Modeling) stala v roku 2009 pomerne populárnou a pôsobivou pre širokú verejnosť kvôli jej mediálnemu pokrytiu. V určitom okamihu si veľa ľudí skutočne myslelo, že FDM je jedinou aditívnou výrobnou technológiou. FDM však nie je ani prvou vyvinutou technológiou 3D tlače a 3D tlač skutočne začala v 80-tych rokoch

1980 ->

ZRODENIE HLAVNÝCH TECHNÍK 3D TLAČE

- 1980: First patent by Japanese Dr. Kodama
Rapid prototyping
- 1984: Stereolithography by French engineers
then abandoned
- 1986: Stereolithography taken up by Charles
Hull
- 1988: First SLA-1 machine
- 1988: First SLS machine by DTM Inc then buy
by 3D system



22. 2. 2022

Koncept 3D tlače bol predstavený už v 70. rokoch 20. storočia, ale prvé experimenty sa datujú od roku 1981. Prvé pokusy o 3D tlač získal doktor Kodama za vývoj techniky rýchleho prototypovania. Bol prvým, kto opísal postup výroby po vrstvách, čím vytvoril predchodcu pre SLA (alebo stereolitografiu): fotosenzitívna živica bola polymerizovaná UV svetlom. Žiaľ, požiadavku na patent nepodal do termínu

O niekoľko rokov neskôr sa o túto technológiu zaujímal aj Charles Hull a v roku 1986 predložil prvý patent na stereolitografiu (SLA). Založil spoločnosť 3D Systems Corporation a v roku 1988 uviedol na trh SLA-1, ich prvý komerčný produkt.

V roku 1988 Carl Deckard na University of Texas priniesol patent na technológiu SLS, ďalšiu techniku 3D tlače, pri ktorej sa práškové zrná lokálne spájajú laserom.

Scott Crump, spoluzakladateľ Stratasys Inc., medzitým podal patent na Fused Deposition Modeling (FDM). Za menej ako desať rokov boli patentované tri hlavné technológie 3D tlače a zrodila sa 3D tlač!

1990 ->

VZNIK HLAVNÝCH VÝROBCOV 3D TLAČIARNÍ A NÁSTROJOV CAD

- 1990: First EOS Stereos system
- 1992: FDM patent to Stratasys
- 1993: Solidscape was founded
- 1995: Z Corporation obtained an exclusive license from the MIT
- 1999: Engineered organs bring new advances to medicine



Charles Hull

22. 2. 2022

Keď boli stanovené základy, vývoj aditívnej výroby postupuje celkom rýchlo. Objavujú sa hlavní výrobcovia 3D tlačiarňí, zdokonaľujú sa nové technológie a začínajú sa vyvíjať aj nástroje na 3D modelovanie, čím sa aditívna výroba posúva na ďalšiu úroveň.

V Európe bola založená spoločnosť EOS GmbH a vytvorila prvý systém EOS „Stereos“ pre priemyselné prototypovanie a produkčné aplikácie 3D tlače. Jeho priemyselná kvalita je dnes celosvetovo uznávaná v technológii SLS (Selective Laser Sintering technology) pre plasty a kovy.

V roku 1992 bol udelený patent Fused Deposition Modeling spoločnosti Stratasys, ktorá vyvinula mnoho 3D tlačiarňí pre profesionálov aj jednotlivcov. Od roku 1993 do roku 1999 sa hlavní aktéri v sektore 3D tlače objavili s rôznymi technikami:

ZCorp a spojivo jetting: Na základe technológie atramentovej tlače MIT vytvorili Z402, ktorý vyrábala modely využívajúce práškové materiály na báze škrobu a sadry a tekuté spojivo na vodnej báze kovy.

Technológia Arcam MCP a selektívne laserové tavenie

2000 -> 3D TLAČ ZÍSKAVA POZORNOST MÉDIÍ

- 2000: a 3D printed working kidney is created
- 2000: MCP Technologies (an established vacuum casting OEM) introduced the SLM technology
- 2005: Z Corp. launched Spectrum Z510. It was the first high-definition color 3D Printer on the market.
- 2006: An open source project is initiated (Reprap)
- 2008: The first 3D printed prosthetic leg
- 2009: FDM patents in the public domain
- 2009: Sculpteo is created



22. 2. 2022

V roku 2000 v miléniu sa objavila prvá 3D vytlačená oblička, no na jej transplantáciu pacientovi by sme si museli počkať ešte 13 rokov. 3D tlačené obličky teraz fungujú perfektne a výskumníci veľmi rýchlo experimentujú so zrýchleným rastom orgánov na transplantáciu.

Rok 2004 bol rokom spustenia projektu RepRap, ktorý pozostáva zo samoreplikujúcej sa 3D tlačiarne. Áno, 3D tlač je možná na 3D tlačiarňi. Tento open-source projekt viedol k rozšíreniu FDM 3D stolných 3D tlačiarní a popularite tejto technológie v komunite tvorcov.

V roku 2005 spoločnosť ZCorp uviedla na trh Spectrum Z510, úplne prvú farebnú 3D tlačiareň s vysokým rozlíšením.

V roku 2008 dosiahla 3D tlač ešte väčšiu mediálnu prítomnosť vďaka ďalšej medicínskej aplikácii: prvej 3D tlačenej protetickej končatine.

Tento úžasný projekt lekárskej 3D tlače zahŕňal všetky časti biologickej končatiny, bol vytlačený „tak, ako je“, bez potreby akejkoľvek neskoršej montáže. 3D tlačená lekárska protéza a ortéza sú v súčasnosti v kombinácii s 3D

skenovaním pre pacienta stále lacnejšie a rýchlejšie. Navyše sú tieto protézy stále viac a viac optimalizované a prispôsobené morfológii pacienta. Aditívna výroba prináša nové možnosti v oblasti hromadnej zákazkovej úpravy

Rok 2009 bol rokom, v ktorom sa patenty FDM dostali do verejnej sféry, čím sa otvorila cesta k širokej vlne inovácií v oblasti FDM 3D tlačiarní, poklesu ceny stolových 3D tlačiarní a následne, keďže technológia bola dostupnejšia, k väčšiemu zviditeľneniu.

2010 ->

ROKY ZVIDITEĽNENIA, INOVÁCIÍ A NÁDEJÍ PRE 3D TLAČ

- 2010: Urbee is the first 3D printed prototype car presented
- 2011: Cornell University began to build 3D food printer.
- 2012: The first prosthetic jaw is printed and implanted
- 2013: "3D printing" in Obama's State of the Union speech
- 2015: Carbon 3D issues their revolutionary ultra-fast CLIP 3D printing machine
- 2016: Daniel Kelly's lab announces being able to 3D print bone



22. 2. 2022

V roku 2010 bolo Urbee prvým 3D tlačným autom. Jeho telo bolo plne 3D vytlačené pomocou veľmi veľkej 3D tlačiarne. Teraz sa 3D tlačené auto postupne stáva realitou a aditívna výroba zaberá čoraz viac priestoru v automobilovom sektore. Skutočne, od integrácie technológie 3D tlače pre proces výroby nástrojov až po 3D tlačené automobilové diely sa aditívna výroba javí ako celkom užitočná na mnohých úrovniach a pomáha prekonať úplne nové výzvy.

2010 ->

ROKY ZVIDITEĽNENIA, INOVÁCIÍ A NÁDEJÍ PRE 3D TLAČ

- 2018: The first family moves into a 3D printed house



22. 2. 2022

Neustále sa skúmajú nové materiály pre 3D tlač, od laboratória Daniela Kellyho, ktorý sa zaoberá 3D tlačou, až po francúzsky startup XtreeE, ktorý 3D tlačou betónu spôsobil revolúciu v stavebnom priemysle!

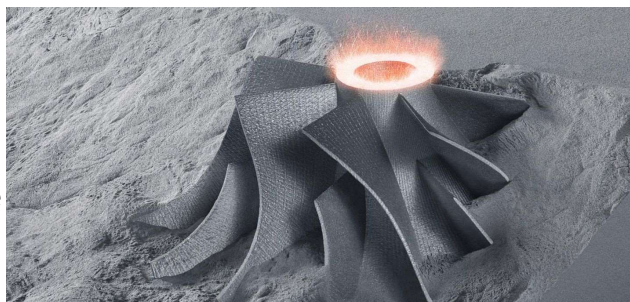
Čo sa týka aplikácie architektúry, 3D tlač betónu je teraz skutočnou vecou a rodiny sa začínajú sťahovať do 3D tlačených domov. Prvá rodina, ktorá sa presťahovala do 3D tlačeného domu, sa skutočne presťahovala v roku 2018. Dom má rozlohu 1022 štvorcových stôp, je dokonale obývateľný a jeho tlač trvala dva dni.

2020 ->

PRÍCHOD POKROČILEJŠÍCH MATERIÁLOV PRE ADITÍVNU VÝROBU

LASER METAL FUSION (LMF)

Pri tomto procese vytvára laser z prášku vrstvu po vrstve nové obrobky, ktoré sú veľmi stabilné a súčasne s nízkou hmotnosťou. Na základe CAD modelu vzniká z práškového lôžka kovový obrobok. Dnes je laserové tavenie prášku vyvinuté natoľko, že je pomocou neho možné sériovo vyrábať zložité kovové obrobky.



22. 2. 2022

2020 ->**PRÍCHOD POKROČILEJŠÍCH MATERIÁLOV PRE ADITÍVNU VÝROBU****LASER METAL DEPOSITION (LMD)**

Laser vytvára pri tomto procese na povrchu obrobku taveninu, do ktorej je kontinuálne privádzaný a natavovaný kovový prídavný materiál v práškovej forme. Takto vznikajú vzájomne zvarené húsenice, ktoré pri opravách alebo povrchových úpravách vytvárajú štruktúry na jestvujúcich povrchoch alebo vytvárajú celé obrobky. V oblasti LMD je možné pomocou vysoko rýchleho laserového navárania (HS-LMD) spolu vyvíjaného firmou TRUMPF rýchlo a v extrémne tenkých vrstvách vytvárať povrchové úpravy.



22. 2. 2022

PRUSA i3 MK3S

TLAČIAREŇ 3D SCHOPNÁ TLAČIŤ SAMA SEBA

- [1.1 RepRap Mendel \(2009\)](#)
- [1.2 Prusa Mendel \(2010\)](#)
- [1.3 Prusa Mendel \(Iteration 2\) \(2011\)](#)
- [1.4 Prusa i3 \(2012\)](#)
- [1.5 Prusa i3 MK2 and MK2S \(2016\)](#)
- [1.6 Prusa i3 MK3 and MK2.5 \(2017\)](#)
- [1.7 Prusa i3 MK3S and MK3S+ \(2019\)](#)



Josef Průša

22. 2. 2022

Časová os vývoja 3D tlačiarní Josefa Průšu.

„Začátky byly hodně skromné. Žádní investoři, žádné kampaně na Kickstarteru. **Ale Josef měl plán** (a taky obrovskou zásobu krabic na pizzu, do kterých s bratrem Michalem balili součástky na tiskárny a posílali je z malé sklepní dílny do celého světa). Posílalo se jen pár zásilek týdně, ale i tak to bylo správné dobrodružství!

V průběhu času se **design Prusa i3** stal jednou z nejpobulárnějších konstrukcí pro FDM 3D tiskárny - a objevuje se v mnoha úpravách po celém světě, protože je mimo jiné **stále open-source.**“

PRUSA RESEARCH RAST FIRMY 2018-2021

ORIGINAL PRUSA 3D PRINTERS MADE

2021	114 000
2020	102 154
2019	67 843
2018	38 925

ORDERS COMPLETED

2021	280 000
2020	251 669
2019	175 753
2018	89 867

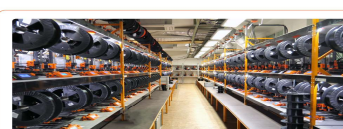
PRUSAMENT PRODUCED (TONS)

2021	600
2020	500
2019	300
2018	120

PRUSA RESEARCH by JOSEF PRUSA 2021

more than
150 000
online support chats

almost
250 000
tech-support e-mails sent



PRINTERS ON THE FARM

2021	600
2020	585
2019	480
2018	360
almost	500 000 plastic parts inspected every month

TEAM MEMBERS

2021	685
2020	618
2019	490
2018	253

FREE 3D MODELS ON PRUSAPRINTERS.ORG

2021	90 000
2020	32 524
2019	8 991

PRUSA3D.COM | SHOP.PRUSA3D.COM | INFO@PRUSA3D.COM | PRUSAMENT.COM | PRUSAPRINTERS.ORG

7.6 mil. website visitors

137 000 Facebook fans

211 000 Youtube subscribers

120 000 Instagram fans

22. 2. 2022

Dynamicky rastúca spoločnosť Josefa Průšu v ČR vyváža obľúbené výrobky do celého sveta.

„Momentálne v Prusa Research pracuje **pres 600 ľudí** a **měsíčně rozešleme přes 9000 tiskáren do celého světa** přímo z naší firmy v Holešovicích. Stali jsme se **nejrychleji rostoucí technologickou firmou ve střední Evropě** (Deloitte 2018) s růstem 17118 % za poslední čtyři roky a obsadili jsme první místo v kategorii Deloitte BIG 5 s tempem růstu 4527 %!“

PRUSA PRO AUTMATED FARM SYSTEM AFS ON EXPO 2020 SIX HUNDRED 3D PRINTERS RUN 24/7

- Modulární design s volitelným množstvím 3D tiskáren
- Interně vyvinutý systém pro správu tiskové farmy Prusa Connect
- Umožňuje okamžitou výrobu - stačí jen nahrát tiskový soubor a začít
- Podporuje širokou škálu materiálů pro 3D tisk - od PLA až po PC Blend či HIPS
- Automatické sklizení a doručování hotových produktů
- Vyvinuto v Prusa Research, u tvůrců oceňovaných 3D tiskáren Original Prusa



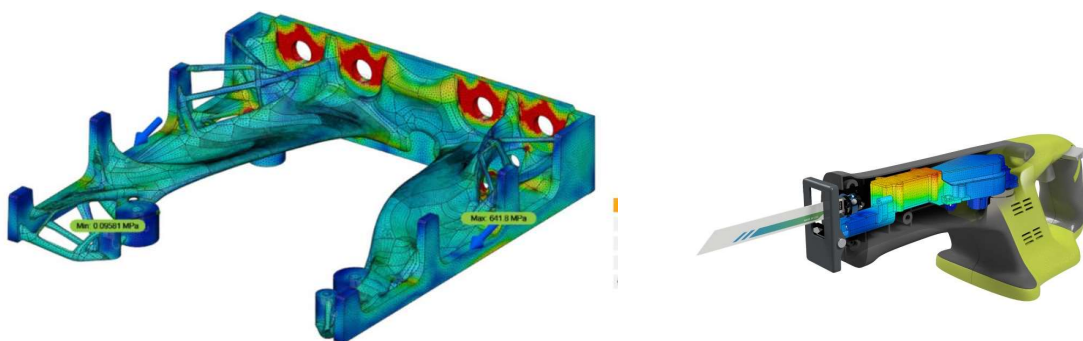
PRUSA 3D PRINT FARM

22. 2. 2022

Z aktuálního diania v PRUSA RESEARCH:

„Na EXPO 2020 v Dubaji jsme představili Prusa Pro AFS (Automatizovanou tiskovou farmu). Tato samostatná automatizovaná 3D tisková farma s 34 novými nejmodernějšími 3D tiskárnami Original Prusa je plně řízena naším novým systémem pro správu tisku s názvem Prusa Connect. Naše výrobní zařízení nové generace umožňuje rychlejší a jednodušší lokální výrobu, rychlou tvorbu prototypů a mnoho dalšího!“

POKROK V OBLASTI SOFTVÉROVÝCH APLIKÁCIÍ PREČO JE SIMULAČNÝ SOFTVÉR DÔLEŽITÝ V PROCESSE NÁVRHU?



22. 2. 2022

Prečo je simulačný softvér dôležitý v procese návrhu

Počas fázy návrhu nie je možné myslieť na všetko a jednou z najlepších vecí na výrobe prototypu je to, že akonáhle je vaša súčiastka vo vašej ruke, môžete rýchlo vidieť chyby alebo funkcie, na ktoré ste možno zabudli. Ale byť čo najpresnejší v počiatočných fázach návrhu môže ušetriť zbytočné chyby pri výrobe a znížiť stratu času.

V súčasnosti je hlavným cieľom je vytvárať produkty, ktoré dobre fungujú. Čoskoro vyvstáva otázka: Vydrží náš produkt tak, ako je inzerovaný, a je implementácia potenciálnych vylepšení nákladovo efektívna? Simulačný softvér nás môže priviesť k odpovediam. Niektoré zmeny môžu byť menšie, zatiaľ čo iné si vyžadujú väčšie konštrukčné zásahy. Úprava a testovanie týchto dizajnových prvkov sa stane bleskovo rýchlym so správnym SW nástrojom

WHAT ABOUT THE FUTURE? A ČO PRINESIE BUDÚCNOSŤ?



Čo prinesie budúcnosť pre 3D tlač?

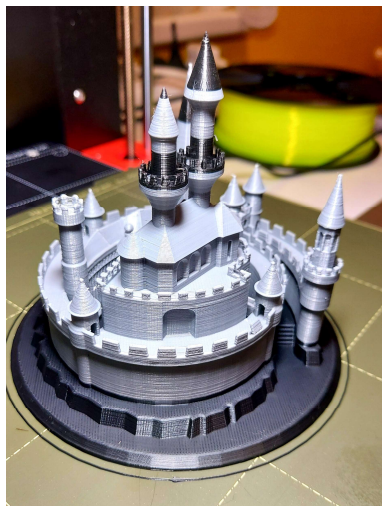
Aj keď existujú nekonečné príklady 3D tlače, ktoré sa používajú na neuveriteľné veci, tu je niekoľko príkladov toho, čo prinesie budúcnosť:

3D tlačiarne už dávno dokážu tlačiť predmety v tvare rakiet, no teraz spoločnosti v leteckom priemysle rakety skutočne tlačia. Spoločnosti ako Aerojet Rocketdyne používajú aditívnu výrobu pre aplikácie raketových motorov a obranných systémov. Tieto spoločnosti uvádzajú skrátené dodacie lehoty, cenovú dostupnosť a nové prístupy k dizajnu ako faktory pri rozhodovaní o použití aditívnej výroby na zabezpečenie hypersonického letu.

V zdravotníctve dáva veľkolepé sľuby aj aditívna výroba. Spoločnosť 3D Systems v spolupráci so spoločnosťou CollPlant pracuje na tlači umelých tkanív a lešení, čím napreduje v regeneratívnej medicíne pomocou rhCollagen ako substrátu pre 3D tlač.

Odvetvie elektrických vozidiel je podobný príbeh. Local Motors Industries, spoločnosť s iba 130 zamestnancami, už vytlačila 3D auto, ktoré sa medzičasom prestalo vyrábať. Teraz tlačia mestský elektrický raketoplán, pričom ako prispievajúci faktor uvádzajú pokroky v digitálnom dizajne.

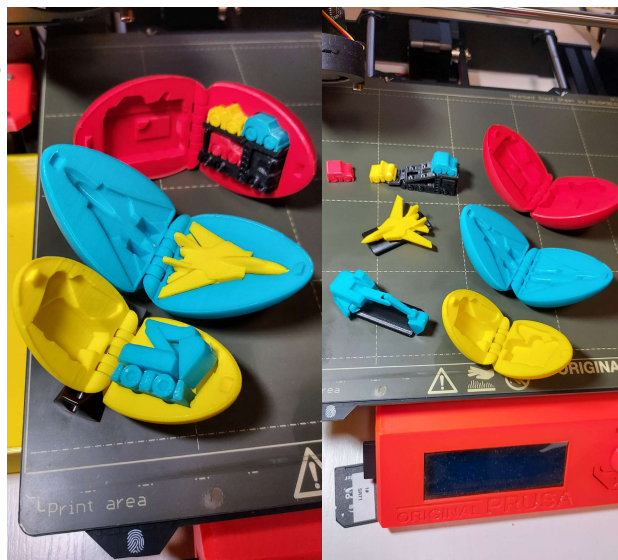
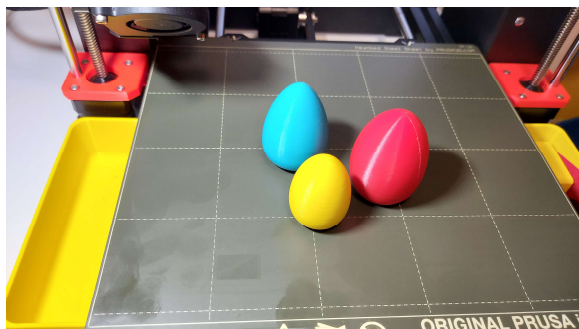
MOJE VÝROBKY NA TLAČIARNI NA PRUSA I3 MK3S



22. 2. 2022

Prvé vzory z priloženej SD karty

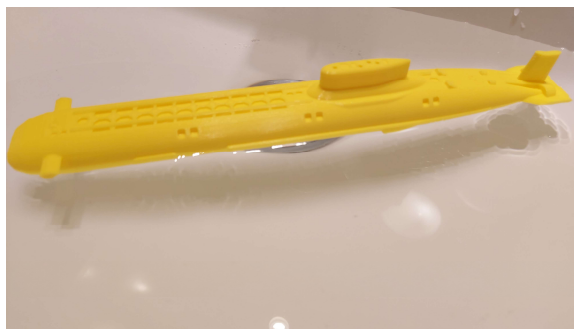
MOJE VÝROBKY NA TLAČIARNI NA PRUSA I3 MK3S



22. 2. 2022

Miniatury vo vajčkach potešili deti. Všetky korpusy sa tlačia naraz aj s pántami. Miniaturne modely skryté v nich sú funkčné a pohyblivé.

**MOJE VÝROBKY
NA TLAČIARNI NA PRUSA I3 MK3S**



22. 2. 2022

Modely pre potešenie vnuka Richarda ...

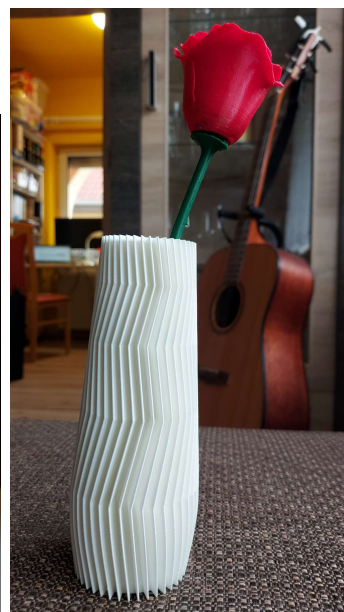
MOJE VÝROBKY NA TLAČIARNI NA PRUSA I3 MK3S



22. 2. 2022

... a modely pre moje vlastné potešenie

MOJE VÝROBKY NA TLAČIARNI NA PRUSA I3 MK3S



22. 2. 2022

1. Vreckové skladacie stojany pre mobily patria medzi najúspešnejšie praktické výrobky.
2. SWEETIE z Labkovej Patroly (PAW PATROL) z transúarentného materiálu pre vnučku
3. Vázička s umelou ružou – ukážka presnosti 3D tlače

MOJE VÝROBKY NA TLAČIARNI NA PRUSA I3 MK3S



22. 2. 2022

A niečo do kuchyne

1. Držiaky na fólie
2. Box na prášky do pečiva
3. Zásobníky na sáčkové čaje

ĎAKUJEM ZA VAŠU POZORNOSTĚ, OTVÁRAM DISKUSIU

- ROBERT PLEVKA

22. 2. 2022

Predáška pre Rotary Club NITRA, 21.2.2022

POUŽITÉ ZDROJE

- <https://www.sculpteo.com/en/3d-learning-hub/basics-of-3d-printing/the-history-of-3d-printing/>
- <https://www.autodesk.com/products/fusion-360/blog/3d-printing-future/>
- <https://www.autodesk.com/products/fusion-360/blog/three-environmental-considerations-for-the-fff-3d-printing-process/>
- <https://www.autodesk.com/products/fusion-360/blog/simulation-software-design-process/>
- <https://www.qualitymag.com/articles/94881-additive-manufacturing-standards-aim-to-keep-pace-with-technology>
- https://www.prusa3d.com/cs/stranka/o-nas_77/

22. 2. 2022

Použité zdroje - linky:

<https://www.sculpteo.com/en/3d-learning-hub/basics-of-3d-printing/the-history-of-3d-printing/>

<https://www.autodesk.com/products/fusion-360/blog/3d-printing-future/>

<https://www.autodesk.com/products/fusion-360/blog/three-environmental-considerations-for-the-fff-3d-printing-process/>

<https://www.autodesk.com/products/fusion-360/blog/three-environmental-considerations-for-the-fff-3d-printing-process/>

<https://www.qualitymag.com/articles/94881-additive-manufacturing-standards-aim-to-keep-pace-with-technology>

https://www.prusa3d.com/cs/stranka/o-nas_77/