

# Prognóza vývoje 3D tisku



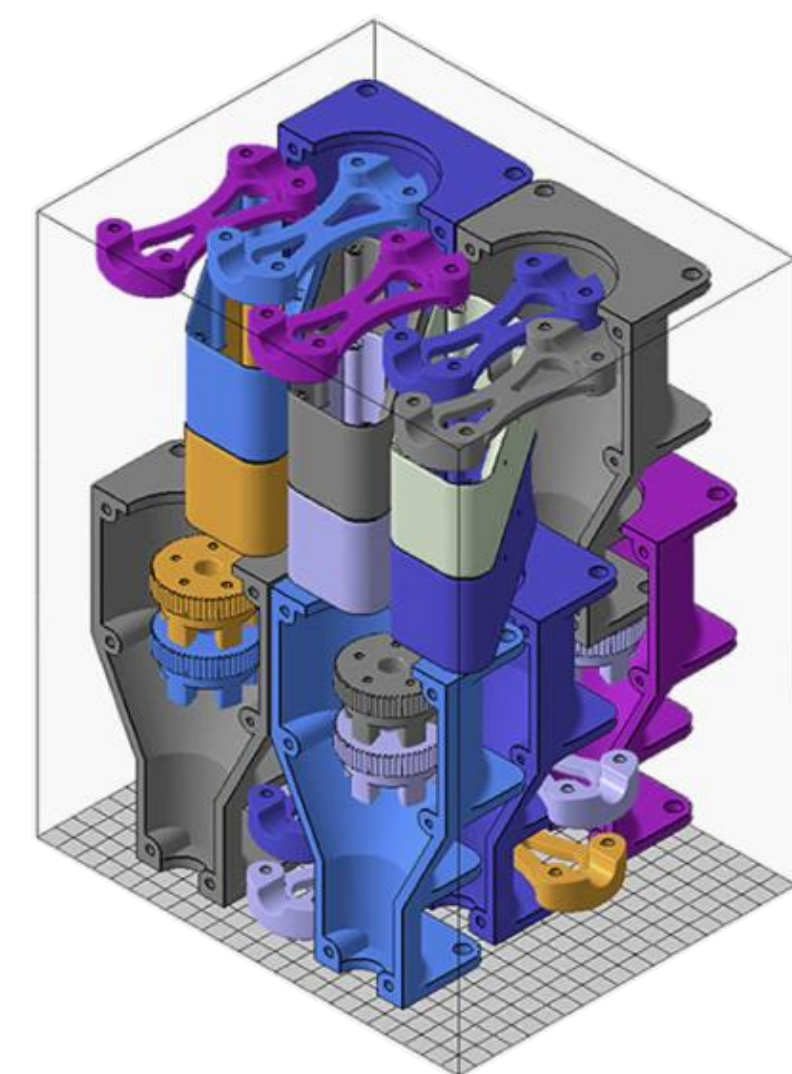
**MASARYKŮV ÚSTAV  
VYŠŠÍCH STUDIÍ  
ČVUT V PRAZE**

**Autor: Bc. Daniel Hanáček  
Vedoucí práce: doc. RNDr. Bohumír Štědroň, CSc.  
Akademický rok: 2018/2019**

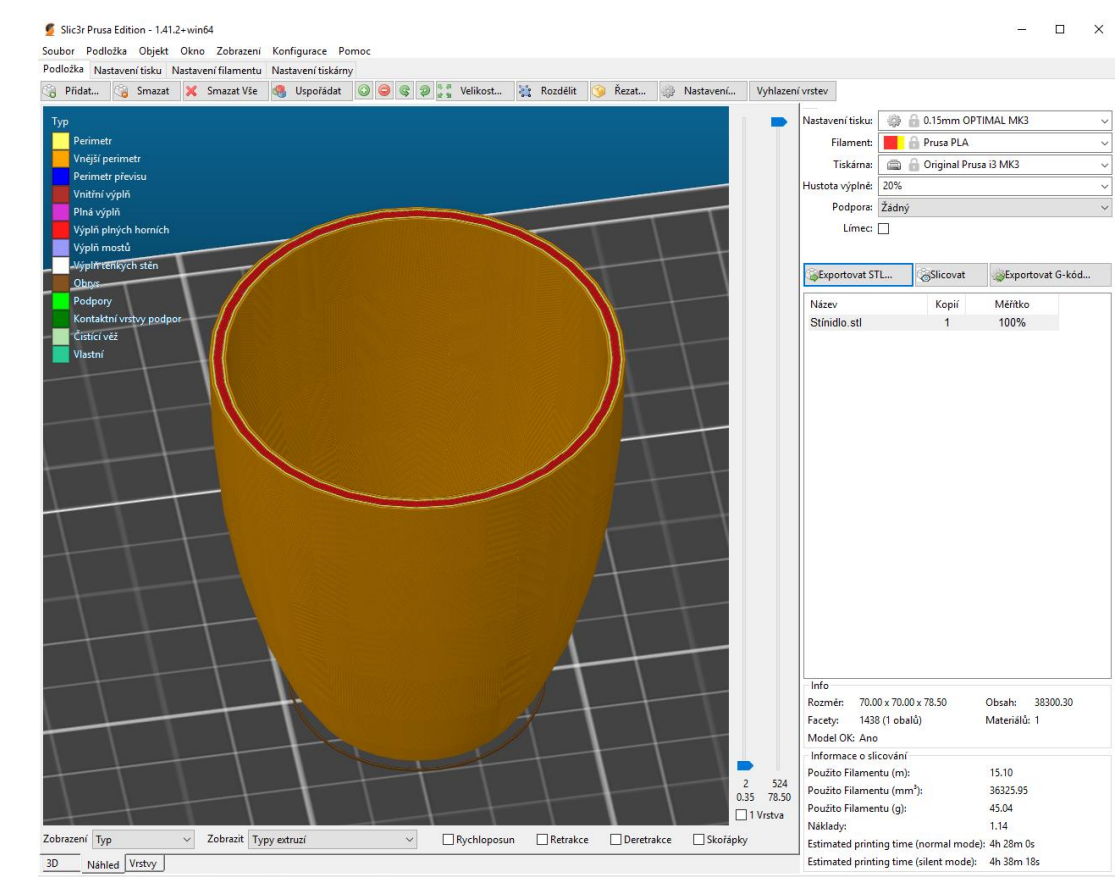
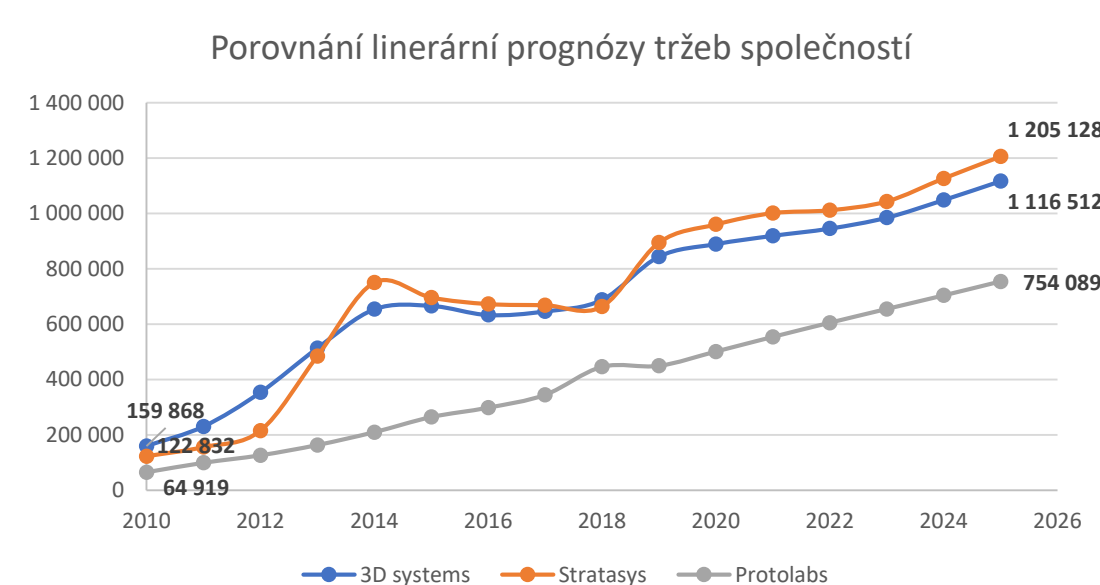
## Abstrakt

Diplomová práce se věnuje aktuálnímu tématu aditivní výroby (3D tisku). Nejprve v rámci teoretické části seznamuje čtenáře s pojmem 3D tisk. Popisuje vznik 3D modelu, následnou manipulaci s ním, než může být vytištěn, samotný tisk a poté vyjmutí tisku a post processing. Zabývá se také krátkou historií tohoto odvětví, která dospěla od vzniku prototypů v 90. letech 20. století, přes vytvoření open source platformy RepRap až k současné malovýrobě a praktickému využití 3D tištěných výrobků. Nabízí přehled základních metod (druhů) aditivní výroby, čímž vysvětluje později používané zkratky, a pomáhá čtenáři se zorientovat v jinak poměrně složitém systému. Práce také shrnuje nejen výhody, ale i nevýhody 3D tisku, jak při samotném procesu výroby, tak při jeho zavedení do praxe (legislativa, ekonomika, ekologie). Využití aditivní výroby kolem nás je poměrně široké, proto je mu věnována také část této diplomové práce. Za zmínku stojí uplatnění ve strojírenství (automobilový, letecký průmysl, kosmonautika), elektronice, zdravotnictví (protetiky, stomatologie), stavebnictví (architektonické využití, tištěné domy), vzdělávání, umění. Praktická část práce se zabývá ekonomickou analýzou vybraných společností z odvětví 3D tisku. Mezi světové hráče na trhu můžeme zařadit firmy s dlouholetou tradicí, ale i poměrně krátce působící nováčky z různých koutů světa včetně ČR: 3D systems, Stratasys, Protolabs, EOS GmbH, Arcam AB, Desktop metal, Carbon, Ultimaker, Prusa research. První 3 výše zmíněné firmy jsou pak podrobněji popsány a zhodnoceny na základě dostupných vybraných finančních ukazatelů daných společnostmi z období 2010 – 2018. Na tuto kapitolu poté navazuje prognóza vývoje trhu a zkoumaných společností. Ke konci práce se čtenář také může seznámit s povědomím o 3D tisku u studentů z Masarykova ústavu vyšších studií při ČVUT a s konkrétním využitím aditivní výroby v domácnosti (praktický příklad výroby stínidla lustru).

This thesis describes booming topic of additive manufacturing. Theoretical part introduces concept of 3D printing to the reader. It describes creation of a 3D model, its subsequent manipulation before initial print, print itself and post processing. It also describes short history of this relatively new industry, which come from the emergence of rapid prototyping in 1990s through the creation of the open source platform RepRap to the current small-scale production and practical use of 3D printed products. It offers an overview of the basic methods (types) of additive manufacturing, explains basic shortcuts and helps reader to orientate in otherwise relatively complex system. The thesis summarizes both advantages and disadvantages of 3D printing particularly in the production process itself and in its introduction into practice (legislation, economics, ecology). The use of additive manufacturing is quite wide that's why there is substantial part devoted to this topic. The application of additive manufacturing in engineering (automotive, aerospace), electronics, healthcare (prosthetics, dentistry), construction (architecture, housing), education, art is worth mentioning. The practical part deals with the economic analysis of selected companies in the 3D printing industry. Among the world market influencers we can include both companies with a long tradition and newcomers from various parts of the world including Czechia: Such as 3D Systems, Stratasys, Protolabs, EOS GmbH, Arcam AB, Desktop metal, Carbon, Ultimaker, Prusa research. The first three previously mentioned companies are described in more detail and evaluated on the basis of the selected financial indicators during selected time period from 2010 to 2018. This chapter is followed by the market forecast and forecast of revenue of the companies under review. Last part of the thesis reader can get acquainted with the AM knowledge of CTU students and with the specific home use of Additive manufacturing (a practical example of chandelier shades).



OBR. 1 PŘÍKLAD SOFTWARE VYUŽÍVANÉHO K OPTIMALIZACI VÝROBNÍHO PROCESU 3D TISKU (REDWOOD ET AL. 2017)



## Závěr

Přestože je technologie aditivní výroby známá již přes třicet let, možnost širšího využití začíná až v poslední dekádě. Díky projektům jako je RepRap se daří pronikat této technologii i mezi běžné uživatele a dostupnost tiskáren se každým rokem větší. Tento rozmach se nedotkne pouze domácího využití, ale pronikne také do různých odvětví jako například letectví, automotive, stavebnictví, zdravotnictví, elektronický a energetický průmysl a další. Stále častěji se budou objevovat nová technická řešení, která byla vytvořena za pomoci nebo přímo díky aditivní výrobě. Stále více společností se začne zabývat tvorbou softwaru i hardwarem pro aditivní výrobu a zároveň budou vznikat služby umožňující její využití. Možná samotné přežití firem či zachování jejich postavení v některých odvětvích bude záviset na správné implementaci této technologie. Aditivní výroba skýtá nové možnosti. Díky ní bude možno vyrábět zboží přímo na míru konečnému zákazníkovi a pomocí vhodného softwaru vyřadit několik objednávek v jednom tisku. Tištěné orgány, náhrady a léky budou zlepšovat lidské životy. Pomocí optimalizace výrobního procesu aditivní výroby bude za potřebí mnohem méně surovin než při využití obvyklých výrobních metod. Aditivní výroba nevyřeší všechny současné problémy a dožijí se plně nenahradí stávající výrobní metody, poskytne ovšem nové, dříve nepoznané možnosti. Zdigitalizuje a dost možná reorganizuje dodavatelský řetězec, dovolí konstrukci lehčích a zároveň odolnějších struktur, při plné automatizaci jistě zlevní konstrukci obydlí a dost možná díky možnosti pracovat s lokálním materiálem dopomůže k dobývání vesmíru.

Obstarání dat pro praktickou část diplomové práce nebylo samo o sobě složité vzhledem k povinnosti veřejně obchodovaných firem vykazovat roční výsledky hospodaření. Zpracování těchto dat bylo komplikovanější kvůli překladu z anglického jazyka a své nekonzistentnosti. Ze zjištění vyplývá, že zejména producenti technologií aditivní výroby (3D Systems, Stratasys) měli ve sledovaném období problémy kvůli neúměrnému růstu nákladů. V současné době se situace zlepšuje a pokud bude vše pokračovat obdobným tempem, tyto firmy se v nejbližších obdobích stanou opět ziskovými. Firma Protolabs jakožto příjemce i poskytovatel této technologie vykazuje stabilní růst. Prognóza vývoje tržeb všech tří společností je příznivá a na konci prognózovaného období by měly vykazovat růst tržeb, budeme-li předpokládat stabilní ekonomickou situaci na světových trzích.

Praktický příklad využití 3D tisku poukázal na konkrétní možnost tvorby doplňků pro domácnost. Současné možnosti 3D tisku poskytují širší uplatnění například při tvorbě výukových materiálů, hraček, uměleckých a sběratelských předmětů, případně při tvorbě již nedostupných součástek pro stávající vybavení. V současné době je běžné si zboží objednávat online namísto návštěvy kamenných prodejen. V budoucnu se můžeme dočkat situace, kdy namísto fyzických předmětů budeme online objednávat soubory potřebné k vytištění zakoupených předmětů a jejich samotná výroba bude probíhat v domácích tiskárnách velikosti cestovního kufru.

Dříve jsem znal, stejně jako má spoluzáční, pojem aditivní výroba pouze okrajově, avšak během získávání informací a psaní této diplomové práce jsem tuto technologii měl možnost prozkoumat z jiné perspektivy. Osobně vidím v tomto oboru obrovský potenciál a i nadále se budu aktivně zajímat o jeho směřování a nové milníky.

## Zdroje

1. REDWOOD, Ben, Filemon SCHÖFFER a Brian GARRET. *The 3D printing handbook: technologies, design and applications*. Amsterdam: 3D Hubs, [2017]. ISBN 978-9082748505.
2. ŠTĚDROŇ, Bohumír. *Prognostické metody a jejich aplikace*. V Praze: C.H. Beck, 2012. Beckova edice ekonomie. ISBN 978-80-7179-174-4.
3. RAYNA, Thierry a Ludmila STRIUKOVA. From rapid prototyping to home fabrication: How 3D printing is changing business model innovation. *Technological Fo-recasting and Social Change*. 2016, (102), 214-224. ISSN 0040-1625.