

VÝUKOVÝ MATERIÁL TECHNOLOGIE 3D TISKU

AUTOR: AKAD. SOCH. JIŘÍ DORŇÁK

PROJEKT MODERNÍ DESIGN - ČESKO - SLOVENSKO - BULHARSKO

2016-1-CZ01-KA202-024026



Erasmus+

DEFINICE 3D TISKU

3D tisk neboli aditivní výroba je proces tvorby třídímenzionálních pevných objektů z digitálního souboru. V aditivních procesech je objekt vytvořen pokládáním souvislých vrstev materiálu, dokud není celý model dokončen. Každá z těchto vrstev může být považována za úzce rozříznutou horizontální sekci daného objektu.

HISTORIE

Počátky technologie 3D tisku spadají do druhé poloviny 20. století, kdy si Chuck Hull nechal v roce 1986 patentovat technologii stereolitografie. Tato technika spočívá v trojrozměrném laserovém tisku s využitím UV laseru a tekutého fotopolymeru. Před koncem 90. let pak CH. Hull, pod hlavičkou své nové firmy 3D Systems, vytvořil první zařízení tisknoucí v 3D formátu pro širokou veřejnost, tzv. stereolitografický aparát SLA-1. V té době se tomuto zařízení ještě neříkalo 3D tiskárna, nicméně modely SLA se také staly základem vývoje dnešních 3D tiskáren či CNC strojů. SLA-1 byl využíván pouze beta zákazníky, byl postupně upravován až přišla na svět podoba SLA-250, která byla nabídnuta široké veřejnosti. StereoLithography Apparatus SLA-1 je doposud k vidění ve Fordově muzeu v Dearbornu a Michiganu.

Nástup konkurence na trh přinesl nové technologie, např. modelování depozicí (přesouváním) plastové taveniny (FDM, Fused Deposition Modeling) využívající termoplast či selektivní laserové spékání (SLS, Selective Laser Sintering) pracující s CO₂ laserem a práškovým materiálem.

V roce 1993 Massachusettský technologický institut (MIT) patentoval technologii trojrozměrných tiskových technik, která pracovala s práškovým materiálem a tekutým spojovačem. Licenci k této technologii poté koupila firma Z Corporation a započala vývoj 3D tiskáren jako takových.

Pojem „3D tiskárna“ pochází až z druhé poloviny 90. let.

PRŮBĚH TISKU

K vytištění výrobku je potřeba několika kroků. Prvním je vytvoření 3D modelu. Je zde několik možností jak vytvořit 3D model - nejrozšířenější a i nejjednodušší je vymodelování 3D modelu v tzv. CAD softwaru (např. RHINOCEROS) další způsob je použití 3D skeneru a poslední možností je použití obyčejné digitální kamery a fotogrammetrického softwaru. Vytvoření 3D objektu v CAD softwaru je celkem náročné a vyžaduje znalost daného softwaru, avšak uživatel si může se znalostí několika technik vytvořit téměř libovolný objekt. 3D skener je speciální zařízení, které umožňuje naskenovat danou věc v reálném světě a převést jí do digitální podoby, ale ta obsahuje chyby a proto se poté ještě musí upravit v CAD softwaru. V posledních letech se také vynořují také servery, kde je možné stáhnout mnoho různých 3D modelů a uživatel se nemusí zdlouhavě učit CAD software.

Poté, co je vytvořen 3D objekt, může nastat fáze samotného tisku. Předtím se musí provést převod 3D modelu do formátu STL nebo OBJ tak, aby ho software pro ovládání tiskárny přečetl. Dále se musí z formátu STL vytvořit samotné instrukce pro tiskárnu (pohyb motorů, ovládání trysky, ad.). Tyto instrukce se nazývají G-Code a pro jejich vytvoření se využívají nejčastěji programy Skeinforge, Slic3r, Cura, apod.. G-Code se pošle tiskárně, která pak daný objekt vytiskne.

Většinou se po výtisku ještě objekt upraví. Tyto úpravy zahrnují mimo jiné opilování, odlomení tzv. podpůrných konstrukcí (u technologie FDM) nebo třeba vyčištění (jiné technologie).

TRENDY

Po roce 2003, kdy byl vývoj technologie urychlen vypršením některých patentů, se objevuje nová technologie polyjet, která pracuje s polymerem, jenž v tenkých vrstvách pokládá na podložku. Hlavice taví plast ze zásobníku a dvojrozměrně ho pokládá na podstavec, který se pohybuje ve třetím směru. Z konkrétních materiálů se využívají akrylonitrilbutadienstyren (ABS), polylaktid (PLA) či polyethylen (HDPE).

V praxi je tato technologie vhodná i pro 3D tiskárny menších rozměrů, což dává předpoklady pro možnosti domácího nasazení. Technologie tisku roztaveným plastem jde současně s vývojem malých domácích 3D tiskáren. Příkladem domácí tiskárny je RepRap, který je vyvíjen mezinárodní komunitou a jeho kompletní návrh je volně k dispozici jako otevřený hardware. Lze tisknout i z kovu, skla či jiných materiálů.

Komerční 3D tisk, jehož počátky sledujeme do osmdesátých let 20. století, je dosud doménou zejména průmyslových firem, přičemž podstatná většina produkce 3D tiskáren na světě směřuje do oblasti vývoje prototypů.

Největšími světovými výrobci 3D tiskáren jsou společnosti Stratasys a 3D Systems.

V České republice byly první průmyslové 3D tiskárny instalovány v polovině 90. let brněnskou společností MCAE Systems, jejíž zařízení využívá například Škoda Auto, Tescoma nebo mnozí dodavatelé v automobilovém či leteckém průmyslu. V období největšího rozmachu osobního 3D tisku vzniklo v Česku několik start-upů, jež vyvíjejí a vyrábějí své vlastní 3D tiskárny, mj. firmy Aroja, be3D. 3D tiskárna Prusa i3, nesoucí jméno českého vývojáře Josefa Průši. Jedná se o jednu z nejoblíbenějších osobních 3D tiskáren na světě. V Evropě a Spojených státech amerických existuje v současné době několik desítek firem vyrábějících a distribuujících 3D tiskárny.

VYUŽITÍ

Navzdory velkému zájmu o technologie 3D tisku ze strany médií, jež informují zejména o okrajových a "populárních" způsobech využití 3D tiskáren, jako např. 3D tisk ve vesmíru nebo medicínské experimenty, spadá většina dosavadních aplikací do oblasti vývoje výrobků v oblasti designu, architektury a průmyslu.

Podle výzkumných organizací v roce 2014 tvořilo výrazně nadpoloviční většinu aplikací 3D tisku prototypování a vývoj výrobků. K prvnímu tisku ve vesmíru, konkrétně na nízkém orbitu Země, došlo v listopadu 2014, kdy byly vytištěny první testovací vzorky na ISS.

VELIKOSTNÍ EXTRÉMY

Výzkum vídeňské univerzity odhalil, že je možné vytisknout i objekty v nanometrových velikostech. Vědci použili tekutou pryskyřici a laserový paprsek ve spojení s pohyblivými zrcadly. Druhým extrémem jsou stavby vytvořené 3D tiskem. Takto „vytisknuté“ domy mají nesporné výhody oproti domům klasickým. Například v čase stavby, kdy 3D tiskárně stačí rekordních 20 hodin k uskutečnění projektu. Dále v ušetření provozních nákladů, vzhledem k počtu lidí provádějících stavbu. Čínská stavební firma v jednom dni vytiskla 10 jednopatrových domků. Použili přitom tiskárnu o rozměrech 10 metrů na výšku a 6,6 metrů na šířku.

ZDRAVOTNICTVÍ

Vědci tisknou objekty podobné kostem, přičemž se jim podařilo již vytisknout umělou čelist a lidské ucho. Lékaři doufají, že technologie nakonec umožní upravit tiskárnu a zásobník tak, aby šlo tisknout „živé“ objekty. Šlo by o vrstvy ze skutečných buněk, které by po nanesení zůstaly funkční. K tomuto postupu by se používala náplň z embryonálních kmenových buněk. Tento materiál je však vysoce citlivý, a tak je potřeba tisknout v prostředí, které je pro tento typ buněk uzpůsobeno. Tato technologie by otevřela cestu k vytváření celých orgánů pro transplantace.

SPOTŘEBNÍ ZBOŽÍ

Aktuálním trendem v tomto oboru je tisk nejen surovin, ale celého pokrmu. Tento projekt rozvíjí i NASA. Astronauti by se měli dostat k chutnému, výživnému a snadno připravitelnému jídlu. Předpokládá se využití několika náplní, které se na sebe postupně navrství až do konečné podoby. Na veletrhu spotřební elektroniky 2014 byly představeny typy tiskáren, které vytisknou cukrovinky i laické veřejnosti. Tyto tiskárny používají k tisku čokoládu či cukr naplněný ovocnou příchutí. Zajímavostí je, že díky nanášení vrstvy za vrstvou je možno dosáhnout tvarů, které by se v klasické gastronomii neobjevily.

UMĚNÍ A DESIGN

V roce 2005 se v akademických kruzích začalo mluvit o možném použití 3D tisku v umění. O dva roky později odborná média ukazují 3D vytištěné výrobky mezi stem nejlepších designů roku. Během London Design Festival v roce 2011 byla 3D tisku v umění věnována dokonce celá instalace ve V&A (Victoria and Albert Museum). Instalace byla pojmenována Industrial Revolution 2.0.

Část z nedávného vývoje 3D tisku byla odhalena během 3DPrintshow , která se konala v listopadu 2013 a 2014 v Londýně. Umělecká expozice obsahovala díla vytištěná z plastu i kovu. Několik umělců ukázalo, jak 3D tisk může změnit estetické a umělecké postupy.

RAPID PROTOTYPING

Rapid prototyping je soubor technologií výroby prototypů pomocí 3D tisku. Tyto prototypy (podle technologie) jsou většinou nevhodné k většímu zatížení a většinou slouží pouze k představě o vzhledu (designové návrhy), zástavbě do stroje či k menšímu zatížení. Virtuální 3D model je „rozřezán“ na tenké vrstvy, které se různými technologiemi vytváří z různých materiálů a vrství se na sebe. Vznikne tak finální prototyp.

STEREOLITHOGRAPHY – SLA, SL

Technologie je založená na tekuté světlocitlivé pryskyřici, která při aktivaci laserem tuhne. Stůl se vždy o kousek ponoří do pryskyřice a laser posvítí na místa, která mají ztuhnout. Tím se na stole vytvoří jedna vrstva součástky. Takto se vrstvením vytvoří finální prototyp. Nevýhodou je toxicita pryskyřice.

SELECTIVE LASER SINTERING – SLS

Výběrové laserové spékání využívá speciálního prášku, který na stůl v komoře vyplněné dusíkem nanáší v tenké vrstvě válec. Stůl s tenkou vrstvou prášku pak v místech, jež je potřeba „vytisknout“, osvítlí silný laser, a tím prášek speče. Stůl se pak o tloušťku vrstvy posune dolů a proces se opakuje do vytvoření celého prototypu. Tato technologie jediná umožňuje výrobu prototypu z kovů.

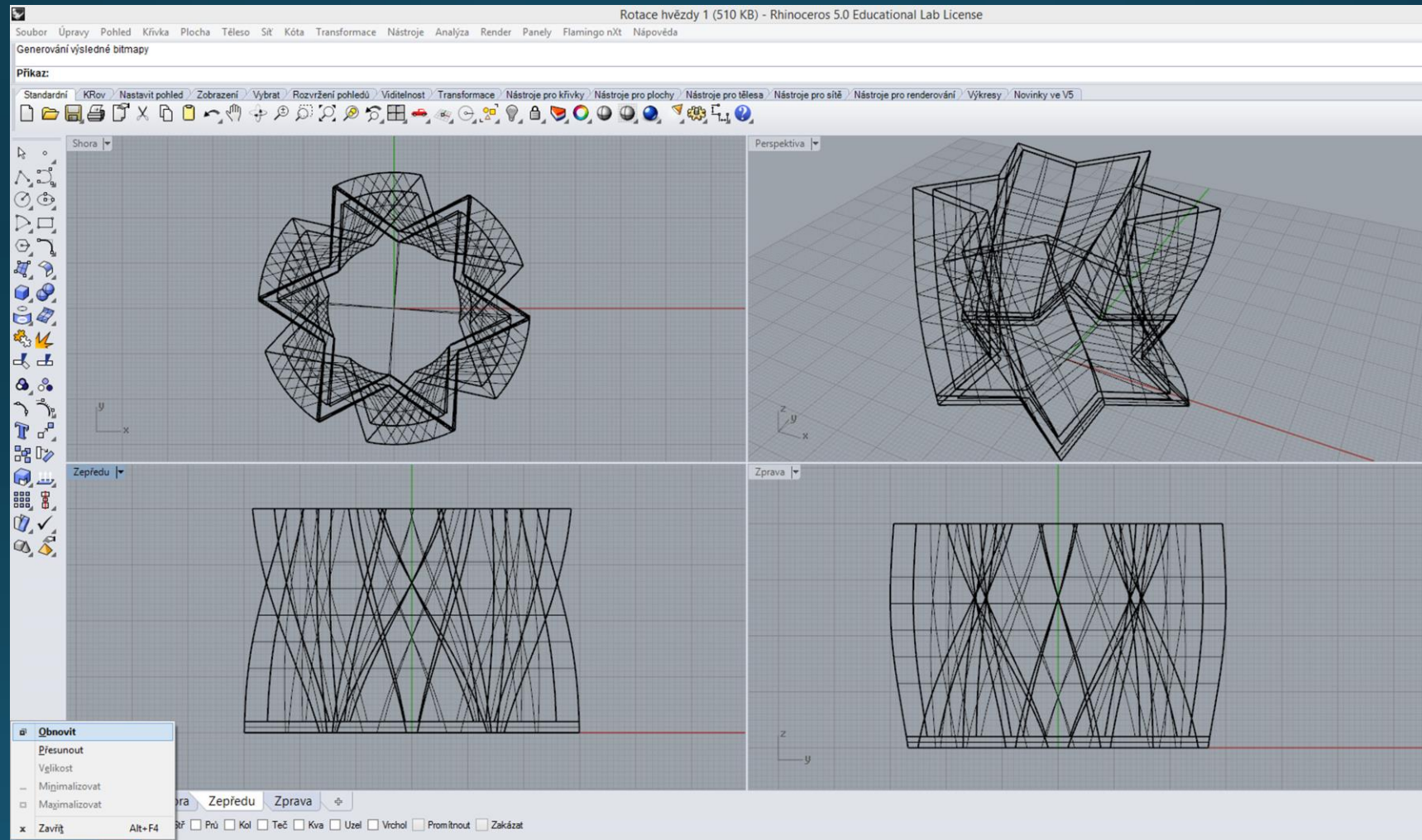
FUSED DEPOSITION MODELING – FDM

Tato technologie využívá dvou materiálů – stavěcího a materiálu podpor. Funguje na podobném principu jako tavná pistole – materiál je z cívky odvíjen do hlavice, kde se odtavuje a je nanášen na stůl. Materiál podpor se využívá v místech, kde by při tisku musel stavěcí materiál „viset“ ve vzduchu. Po vytvoření modelu se buď odlomí nebo se rozpustí ve speciální lázni.

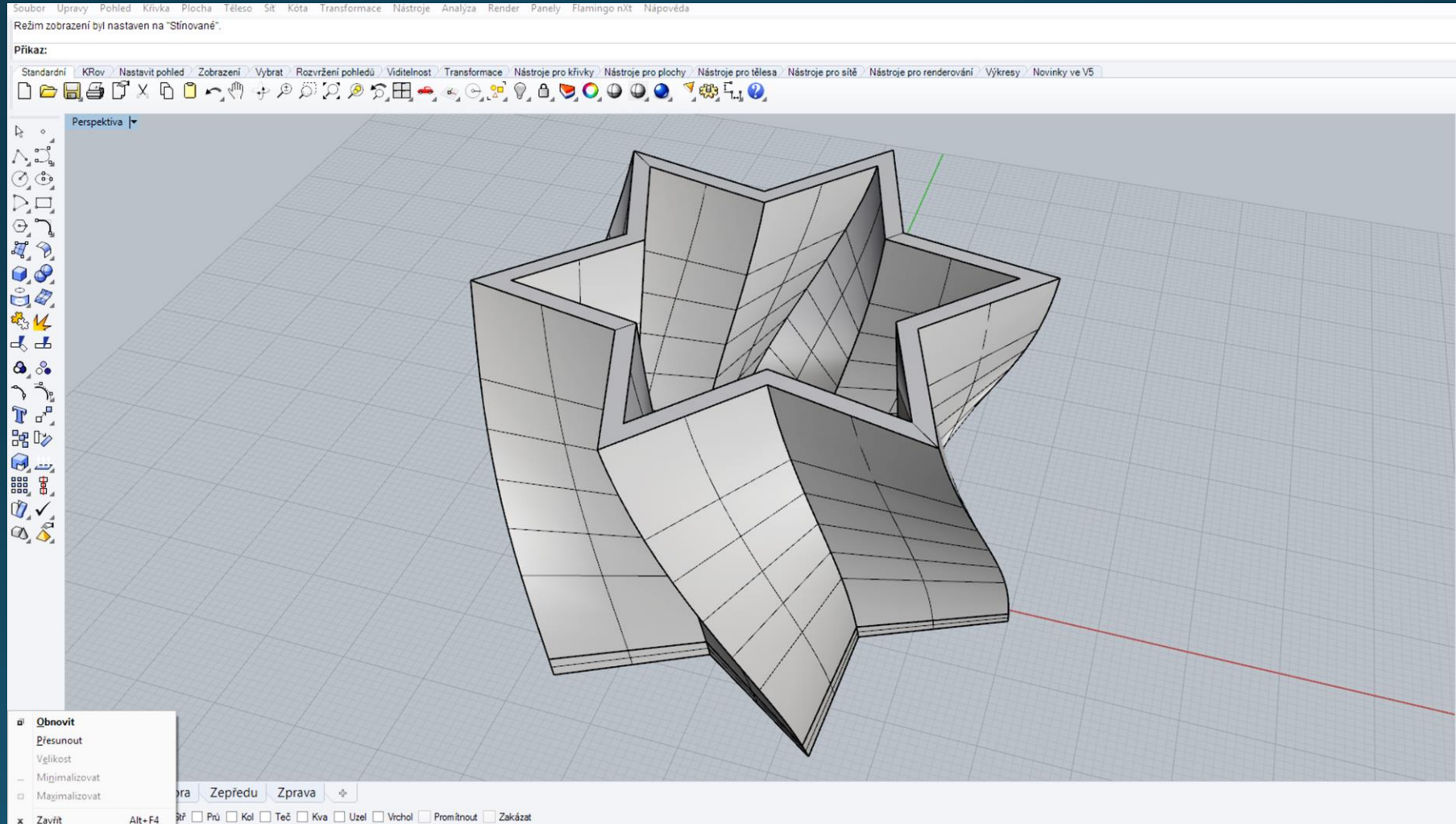
SOUHRN TECHNOLOGIÍ 3D TISKU

- **FDM (nebo FFF)** – tisk funkčních modelů roztaveným plastem
- **SLA (nebo DLP)** – vytvrzování fotocitlivé pryskyřice
- **SLS** – laserové sintrování plastového prachu
- **DMLS** – sintrování kovového prachu
- **Solidscape** – tisk voskových modelů
- **ProJet** – tisk křehkých plnobarevných modelů z prášku
- **Mcor** – tisk křehkých plnobarevných modelů z papíru

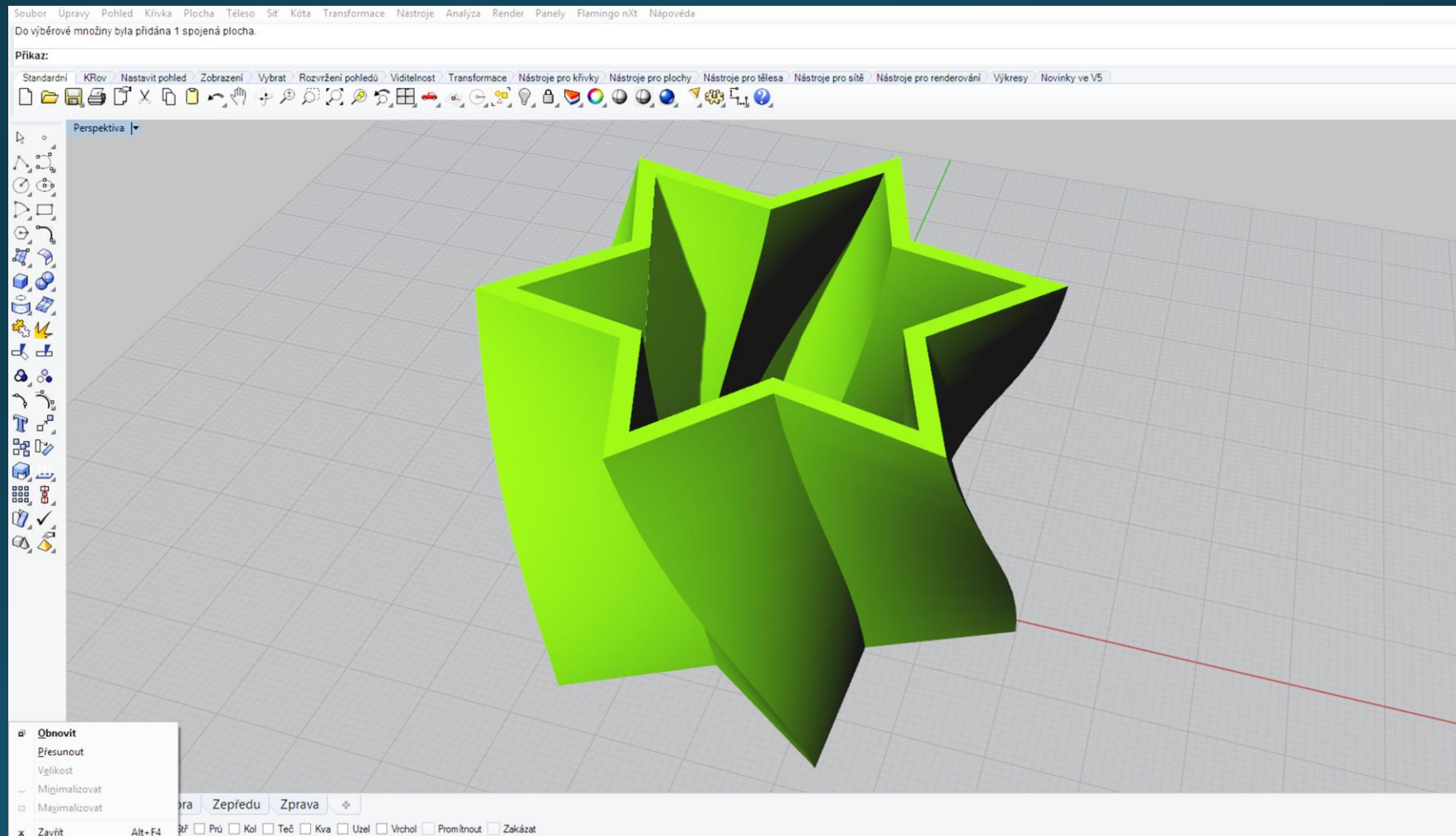
VYTVOŘENÍ 3D VIRTUÁLNÍHO MODELU V SOFTWARE RHINOCEROS – LINEÁRNÍ ZOBRAZENÍ



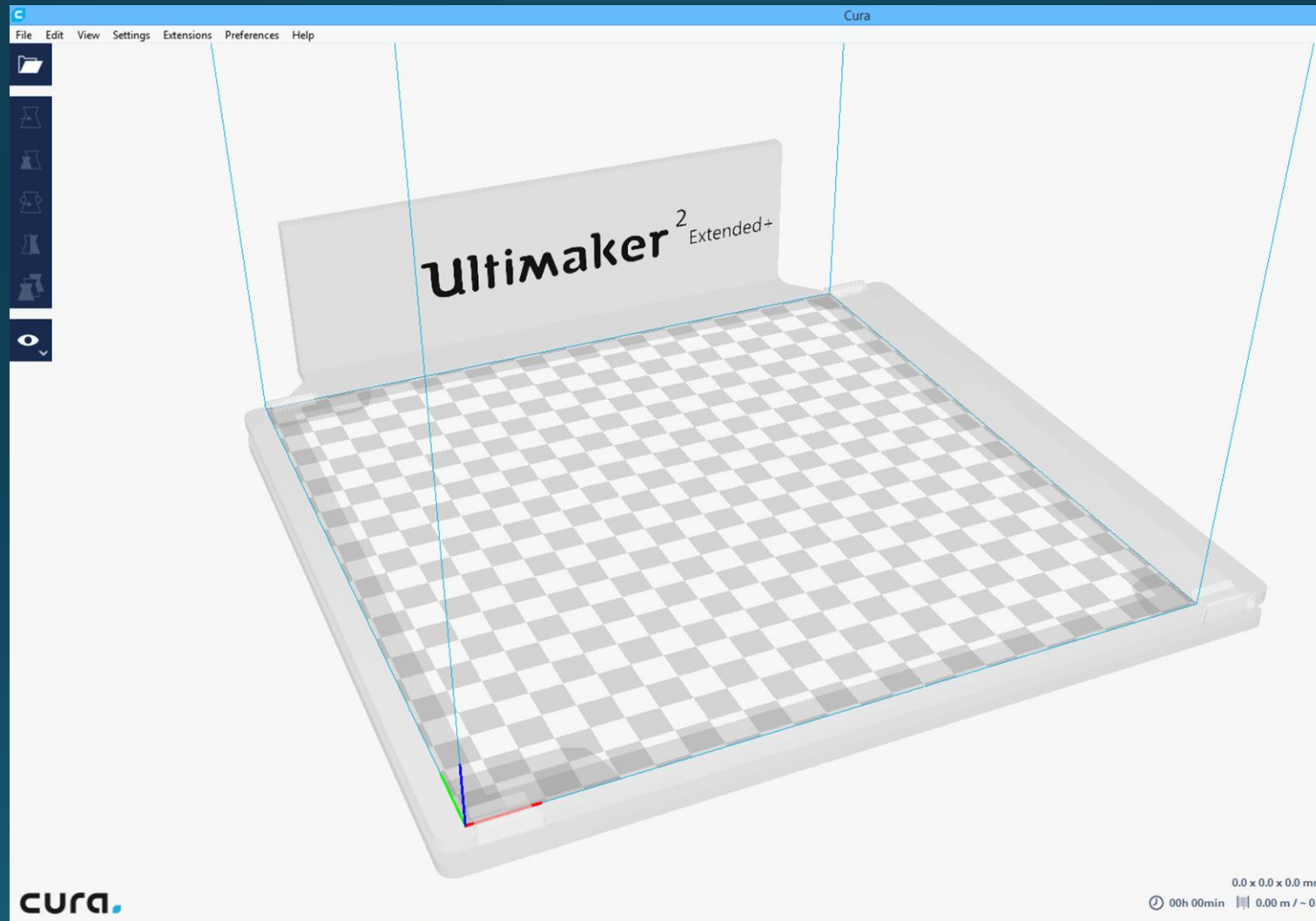
VYTVOŘENÍ 3D VIRTUÁLNÍHO MODELU V SOFTWARE RHINOCEROS – STÍNOVANÉ ZOBRAZENÍ



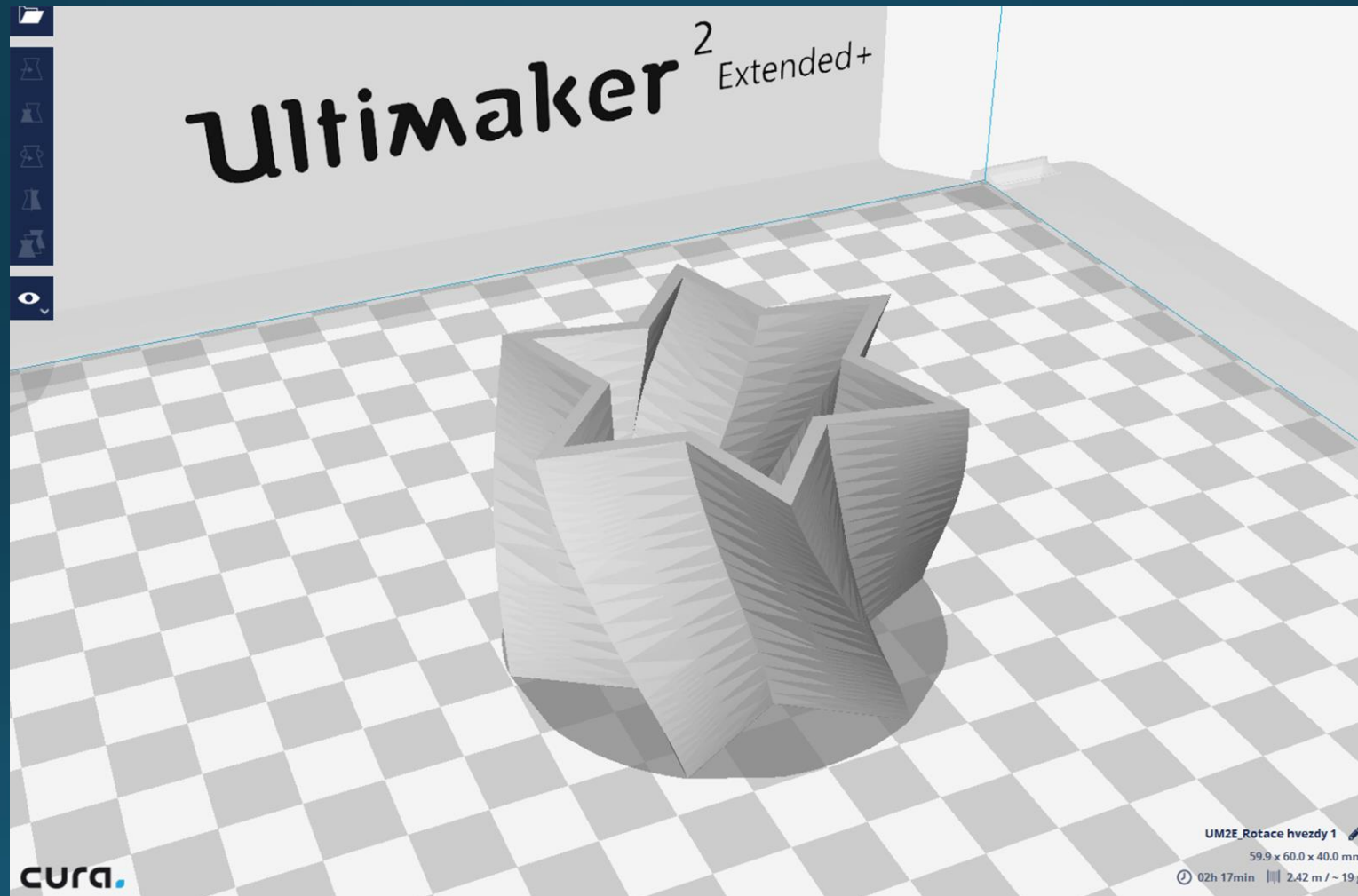
VYTVOŘENÍ 3D VIRTUÁLNÍHO MODELU V SOFTWARE RHINOCEROS – RENDEROVANÉ ZOBRAZENÍ



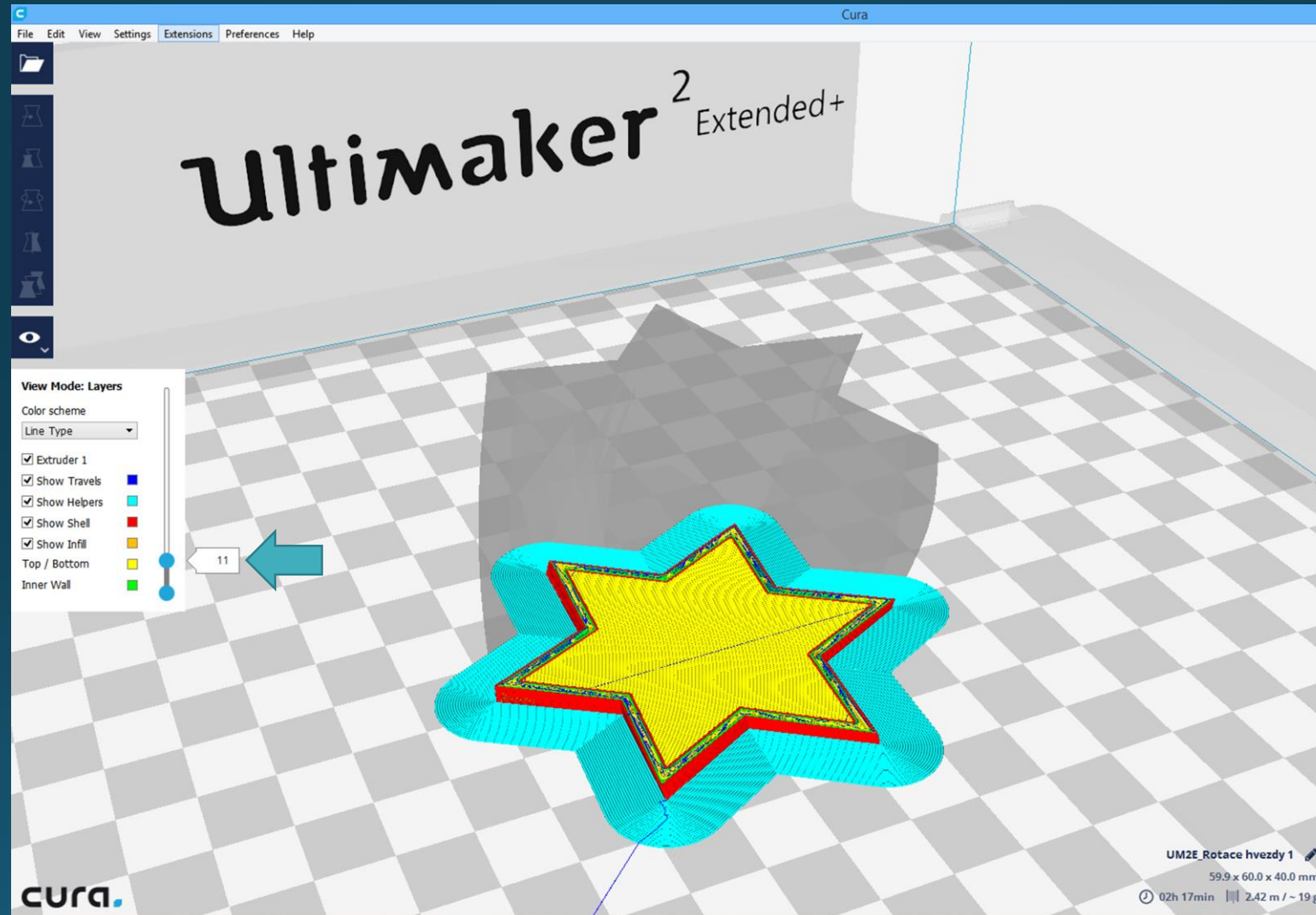
VIRTUÁLNÍ MODEL Z RHINA SE EXPORTUJE VE FORMÁTU STL NEBO OBJ DO SLICERU CURA, KDY SE MODEL „NAPLÁTKUJE“ NA JEDNOTLIVÉ TISKOVÉ VRSTVY



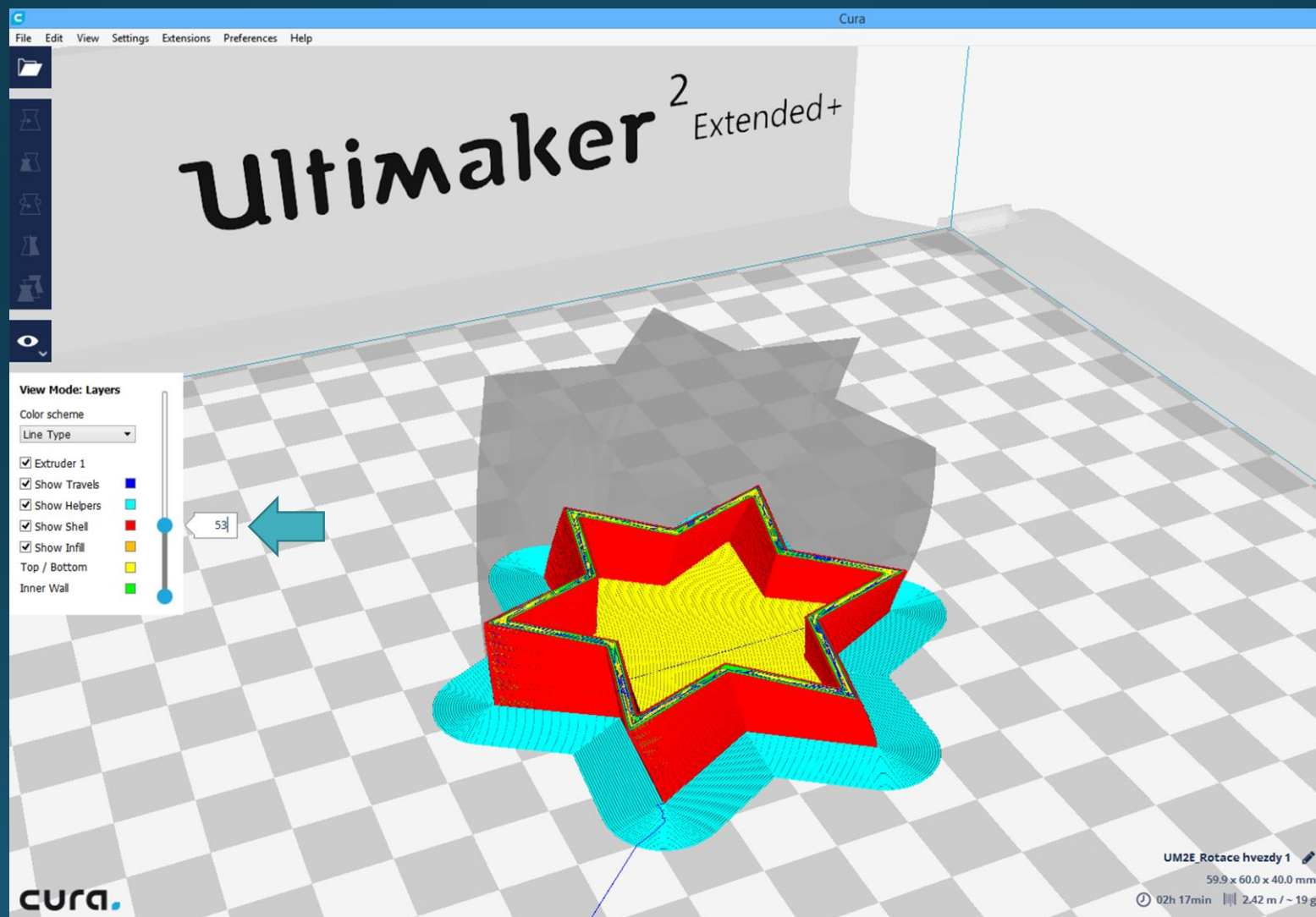
VIRTUÁLNÍ MODEL Z RHINA SE ZOBRAZÍ VE SLICERU CURA



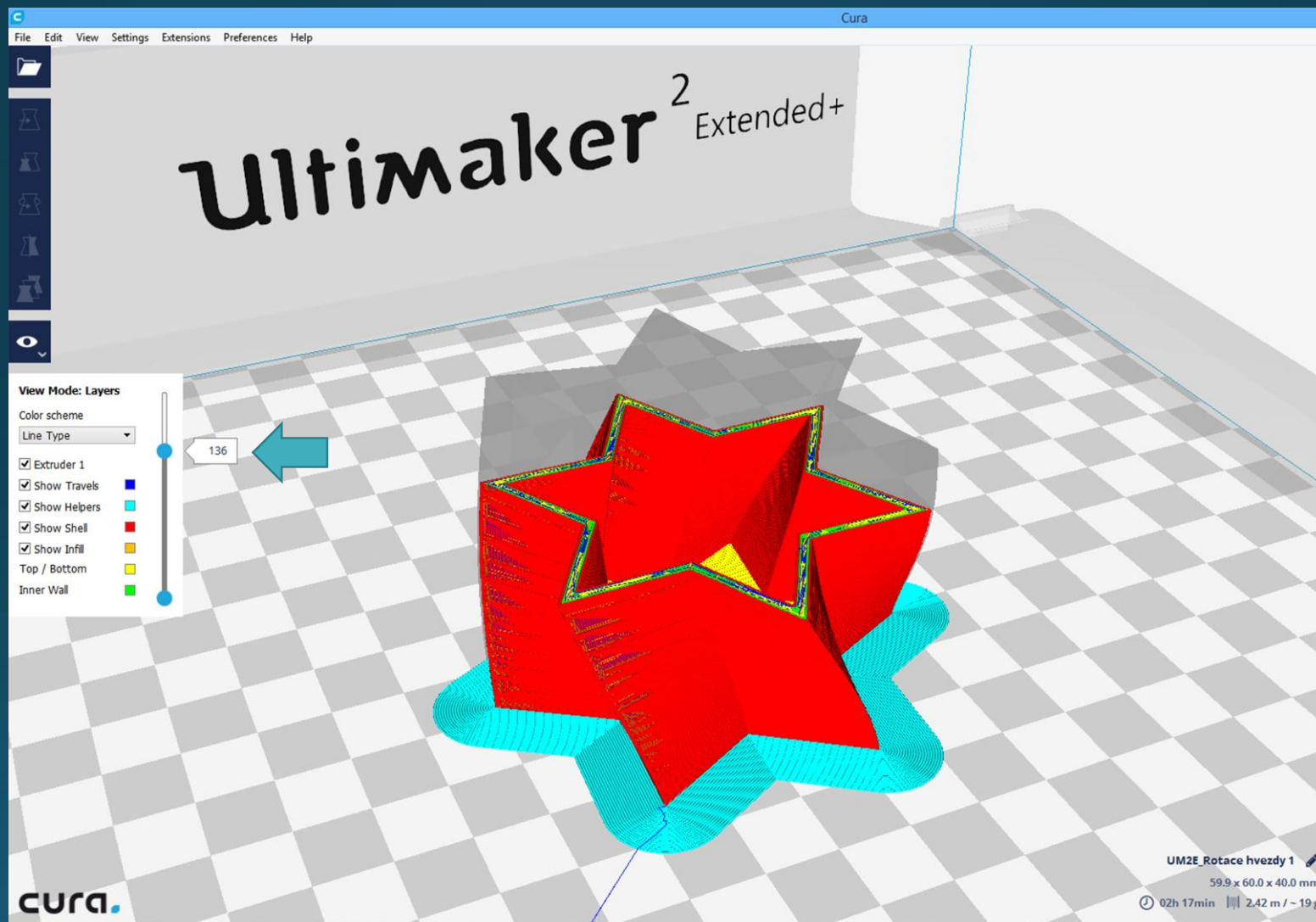
ZVOLÍ SE ZOBRAZENÍ VIZUALIZACE TISKOVÉHO PROCESU V NĚKOLIKA KROCÍCH S ČÍSELNÝM ZOBRAZENÍM AKTUÁLNÍ TISKOVÉ VRSTVY



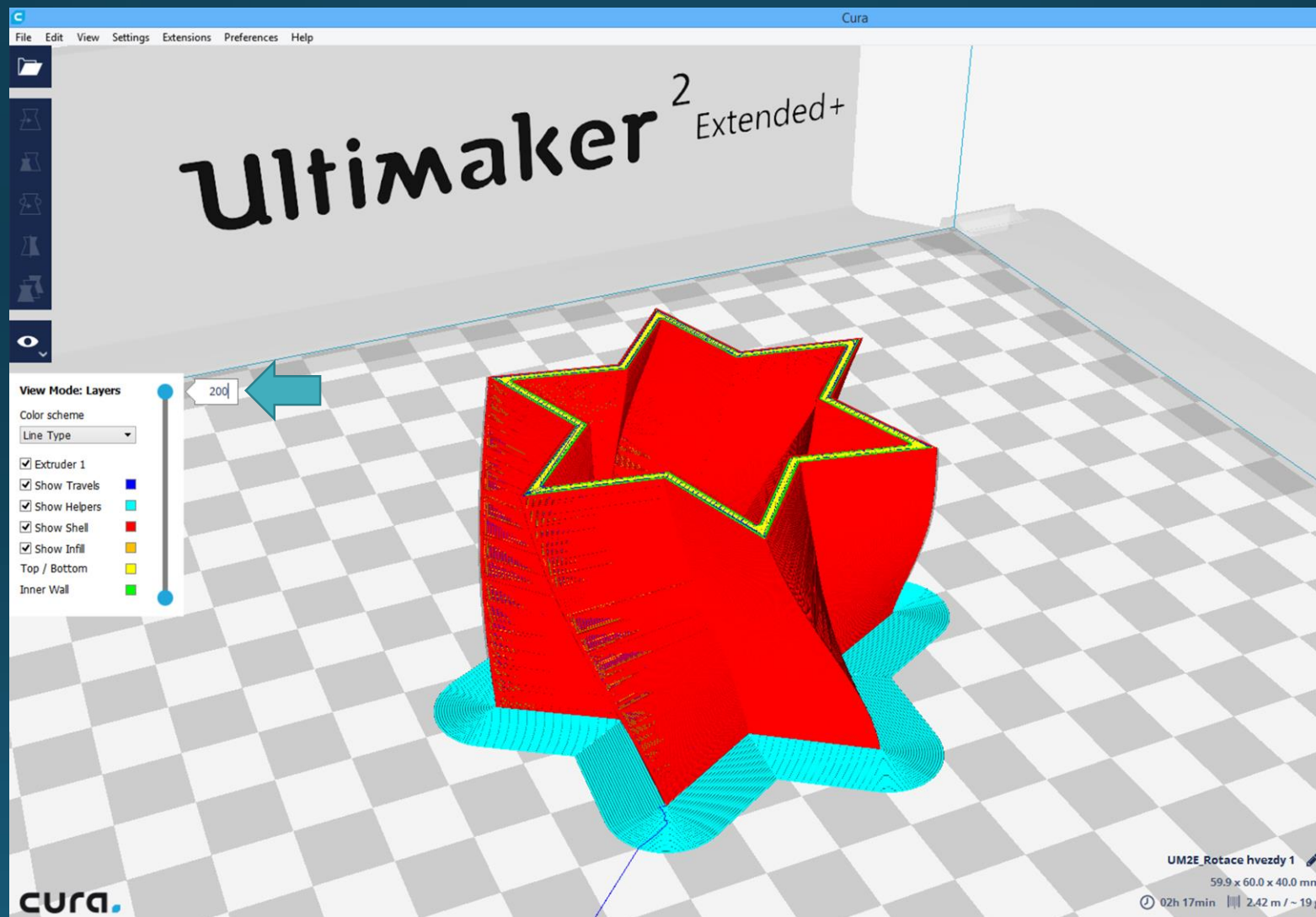
ZVOLÍ SE ZOBRAZENÍ VIZUALIZACE TISKOVÉHO PROCESU V NĚKOLIKA KROCÍCH S ČÍSELNÝM ZOBRAZENÍM AKTUÁLNÍ TISKOVÉ VRSTVY



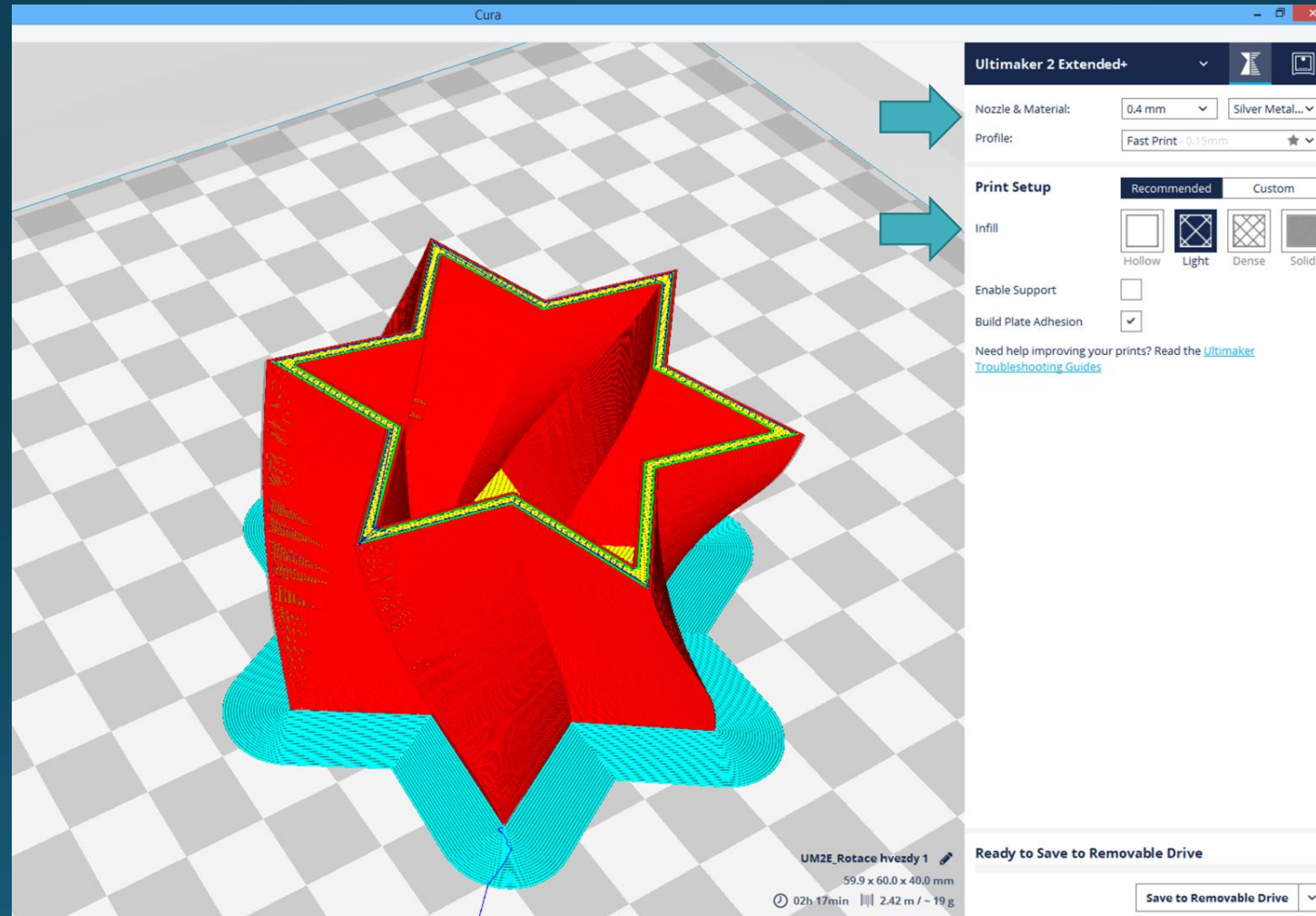
ZVOLÍ SE ZOBRAZENÍ VIZUALIZACE TISKOVÉHO PROCESU V NĚKOLIKA KROCÍCH S ČÍSELNÝM ZOBRAZENÍM AKTUÁLNÍ TISKOVÉ VRSTVY



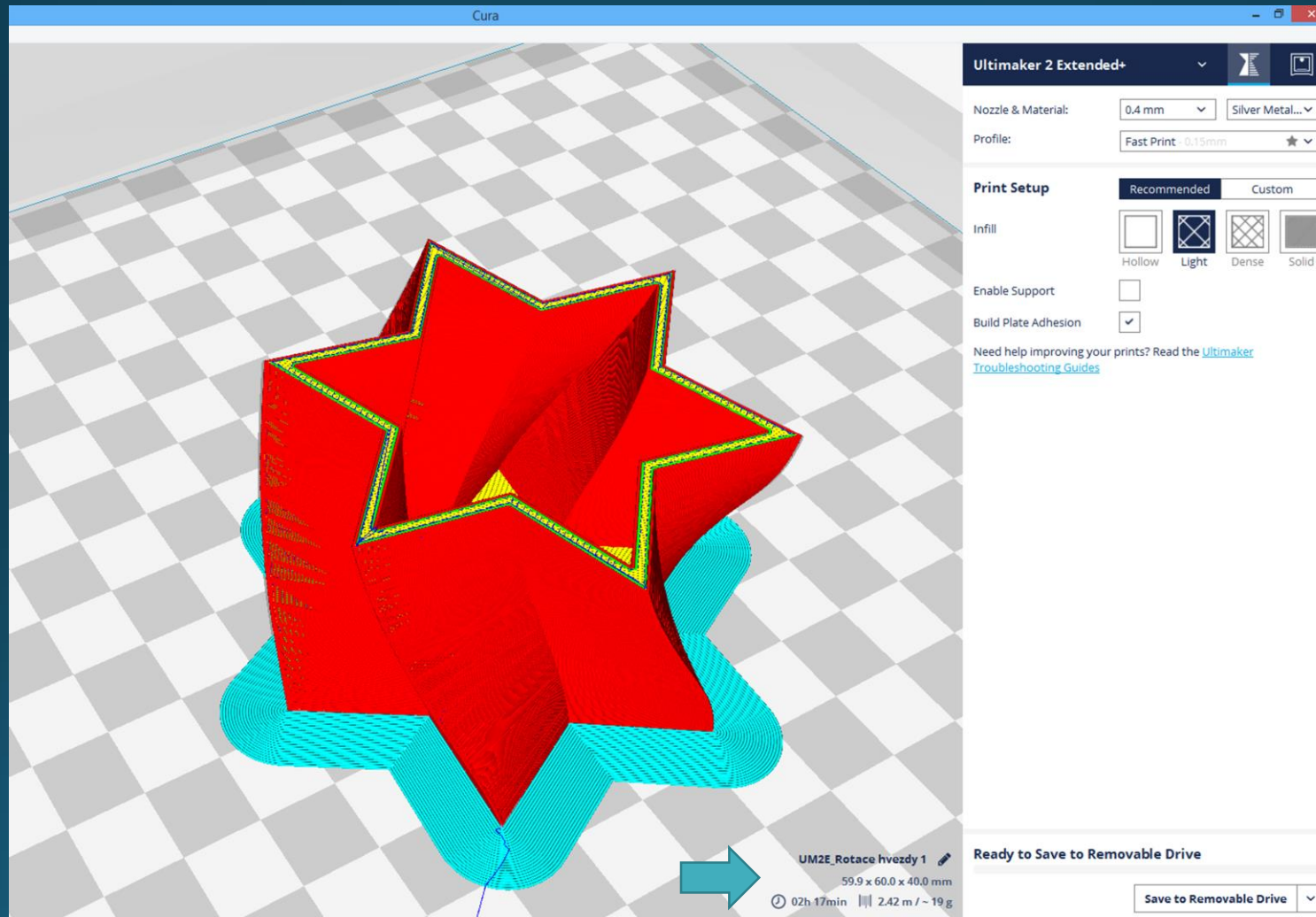
ZVOLÍ SE ZOBRAZENÍ VIZUALIZACE TISKOVÉHO PROCESU V NĚKOLIKA KROCÍCH S ČÍSELNÝM ZOBRAZENÍM AKTUÁLNÍ TISKOVÉ VRSTVY



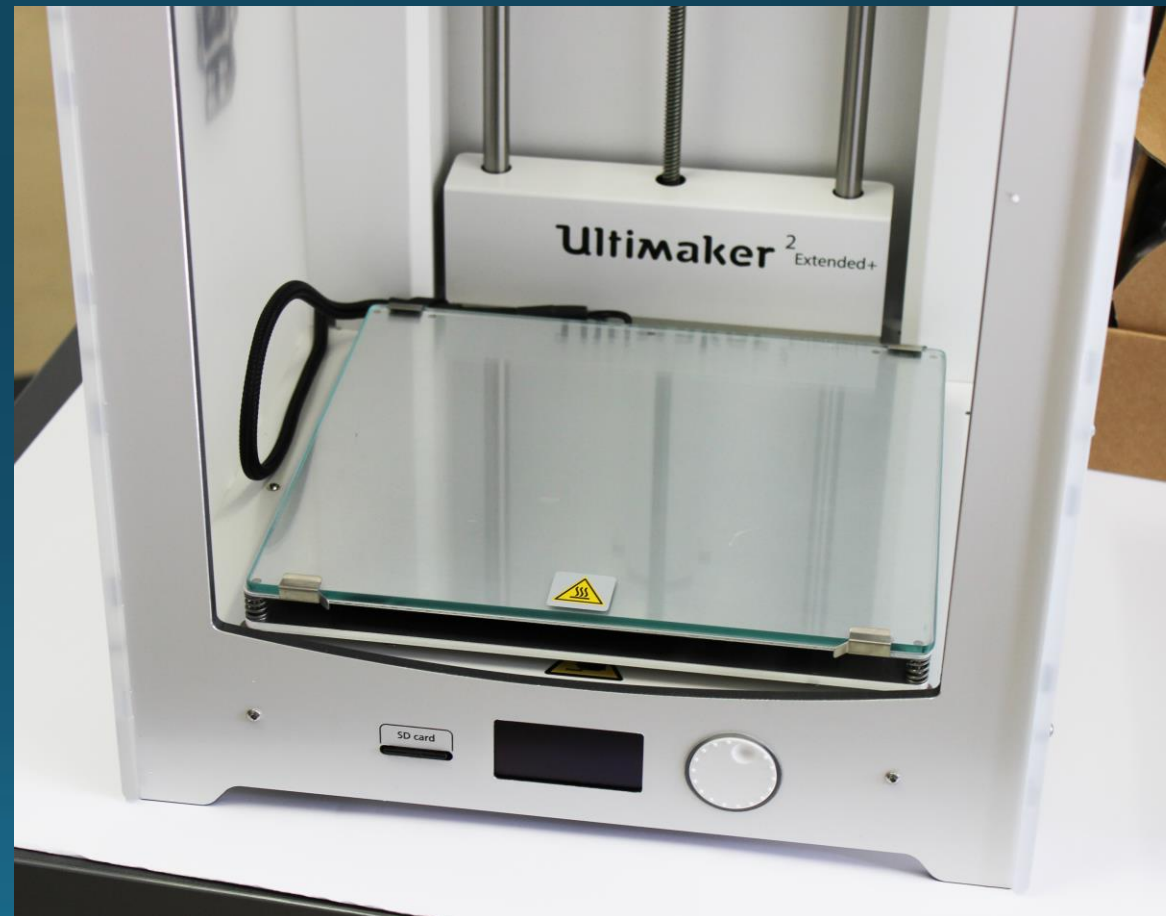
PODLE TVARU VIRTUÁLNÍHO MODELU, TYPU TISKÁRNY, POUŽITÉHO TISKOVÉHO MATERIÁLU A PRŮMĚRU TISKOVÉ TRYSKY SE NAVOLÍ HODNOTY TLOUŠŤKY TISKOVÉ VRSTVY, RYCHLOST TISKU A TYP VNITŘNÍ STRUKTURY TISKOVÉHO MODELU.



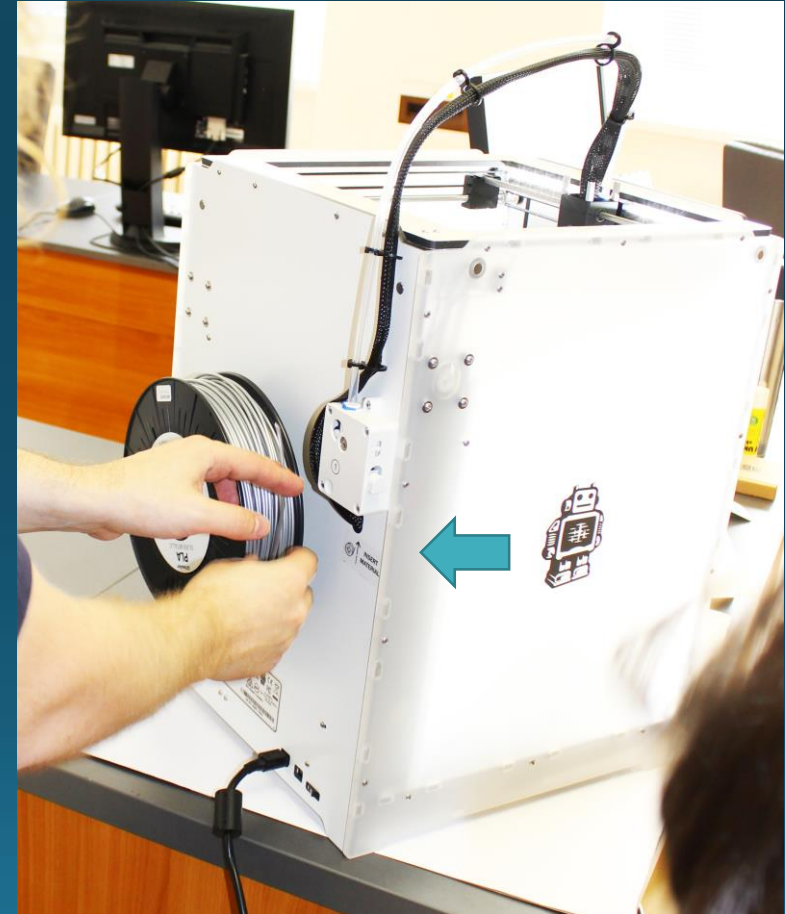
VE SPODNÍ ČÁSTI OKNA SE ZOBRAZÍ VELIKOST DANÉHO MODELU, DOBA TISKU, DÉLKA A VÁHA SPOTŘEBOVANÉ TISKOVÉ STRUNY A VYGENERUJE SE G CODE (FORMÁT PROGRAMU PRO 3D TISKÁRNU)



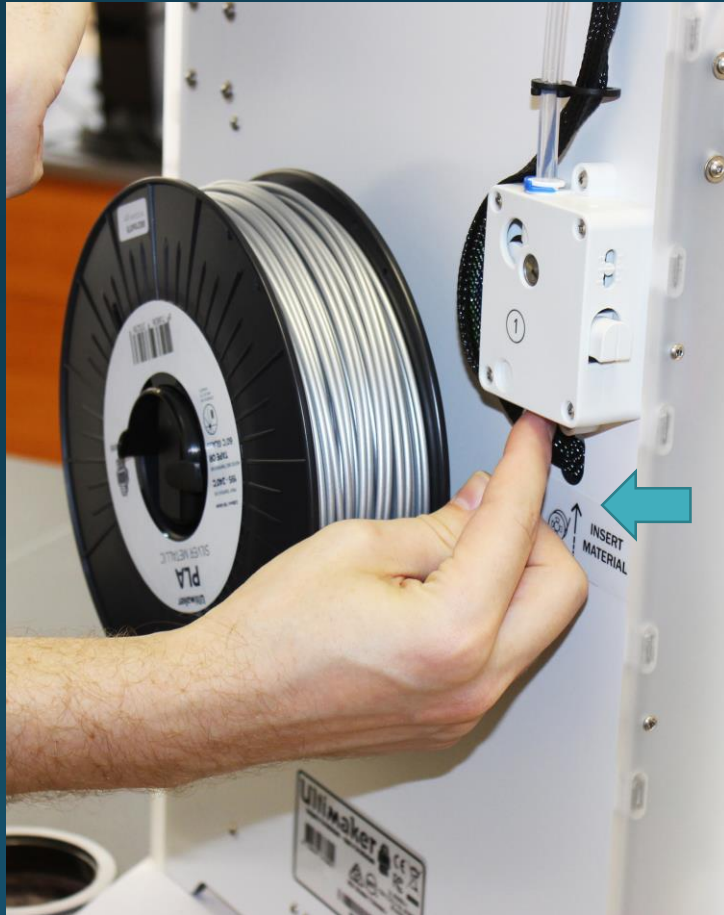
3D TISKÁRNA ULTIMAKER 2 EXTENDED +



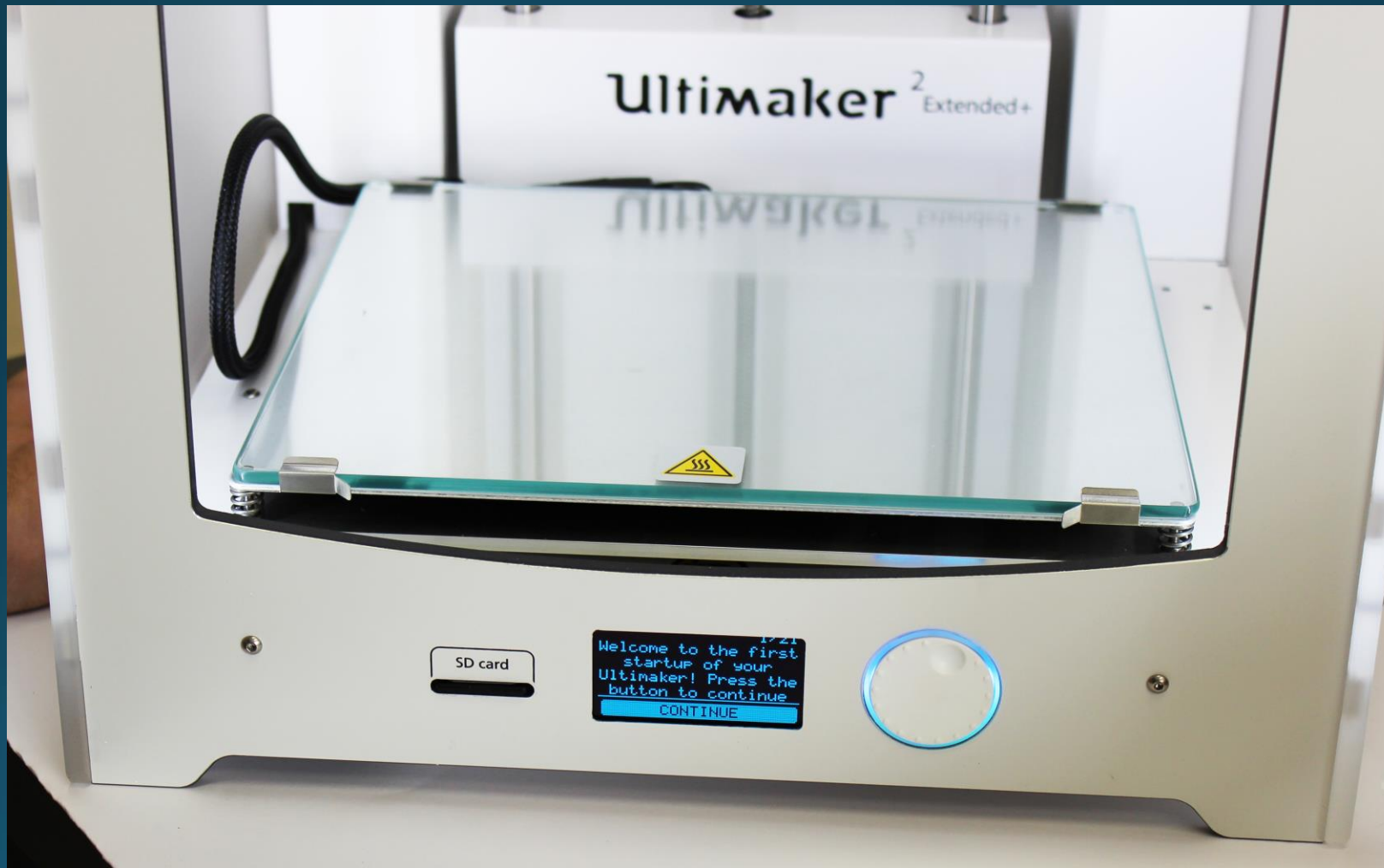
INSTALACE CÍVKY S FILAMENTEM (TISKOVÝM MATERIÁLEM PLA) A ZAVEDENÍ STRUNY DO PODAVAČE EXTRUDÉRU (TISKOVÉ HLAVY)



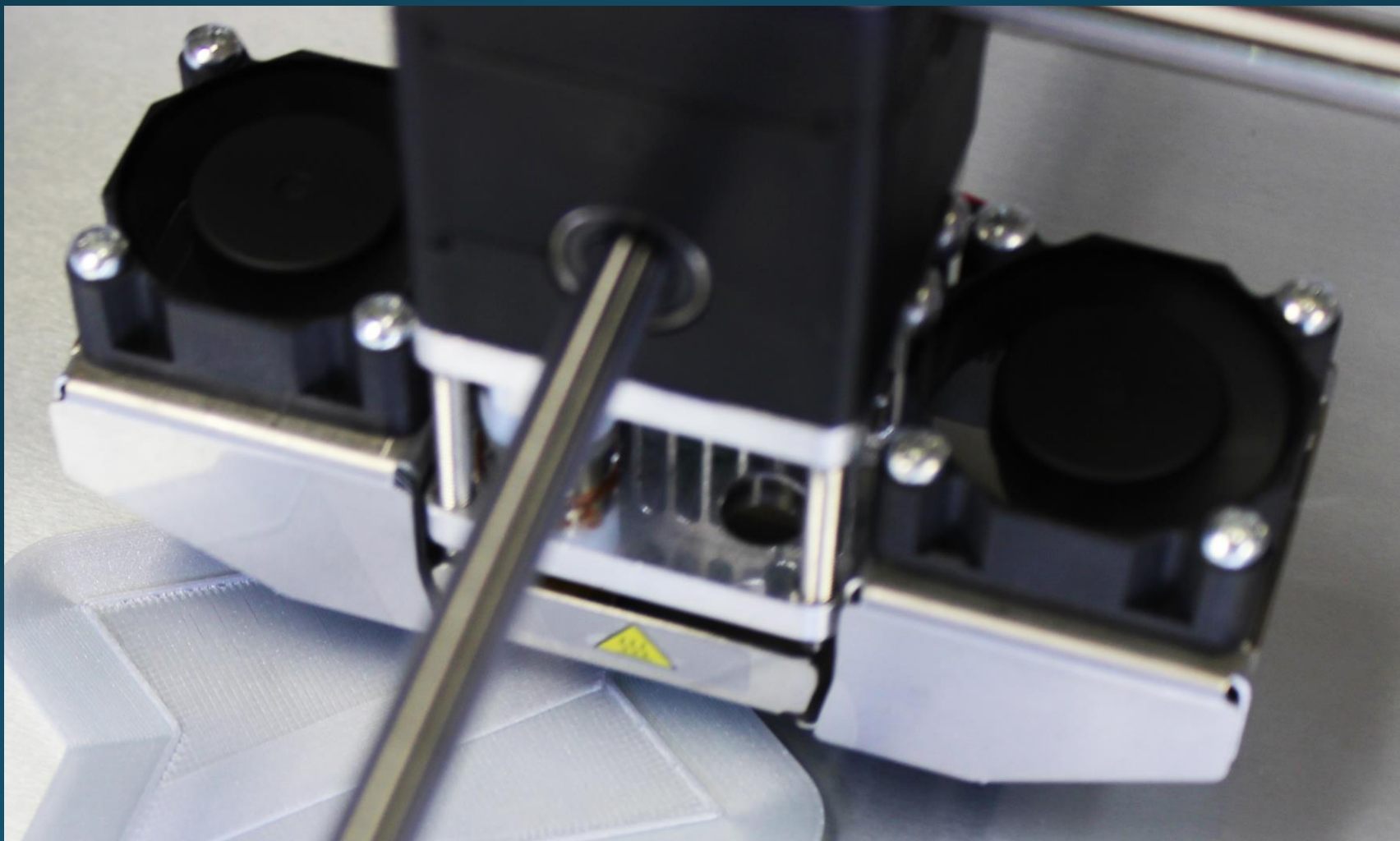
ZAVEDENÍ STRUNY DO PODAVAČE EXTRUDÉRU (TISKOVÉ HLAVY) A KALIBRACE MAXIMÁLNÍ VODOROVNOSTI TISKOVÉ PODLOŽKY POMOCÍ KALIBRAČNÍ KARTY



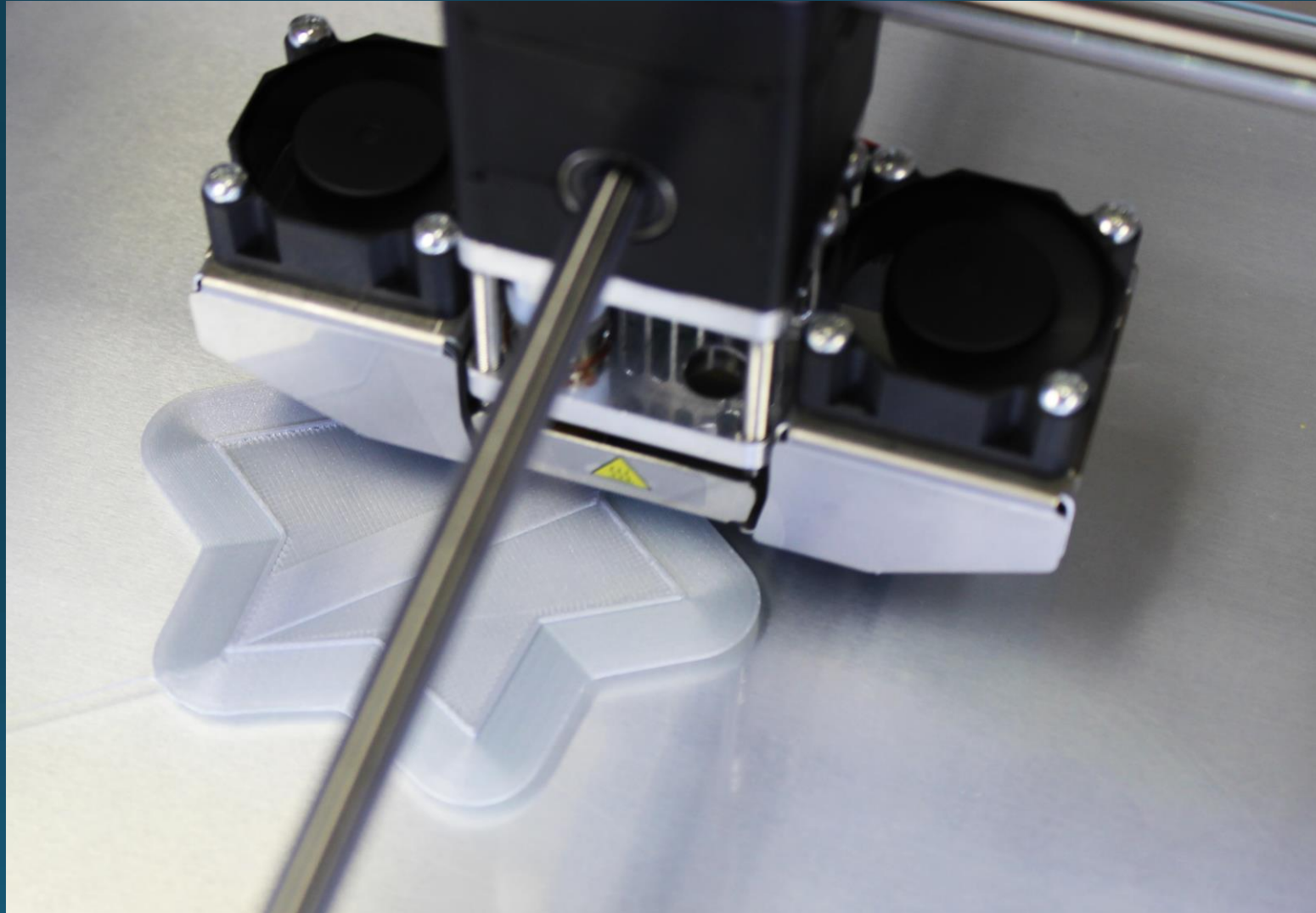
VLOŽENÍ SD KARTY S G CODE DANÉHO MODELU VYGENEROVANÝ ZE SOFTWARE CURA A SPUŠTĚNÍ 3D TISKÁRNY HLAVNÍM OTOČNÝM VYPÍNAČEM



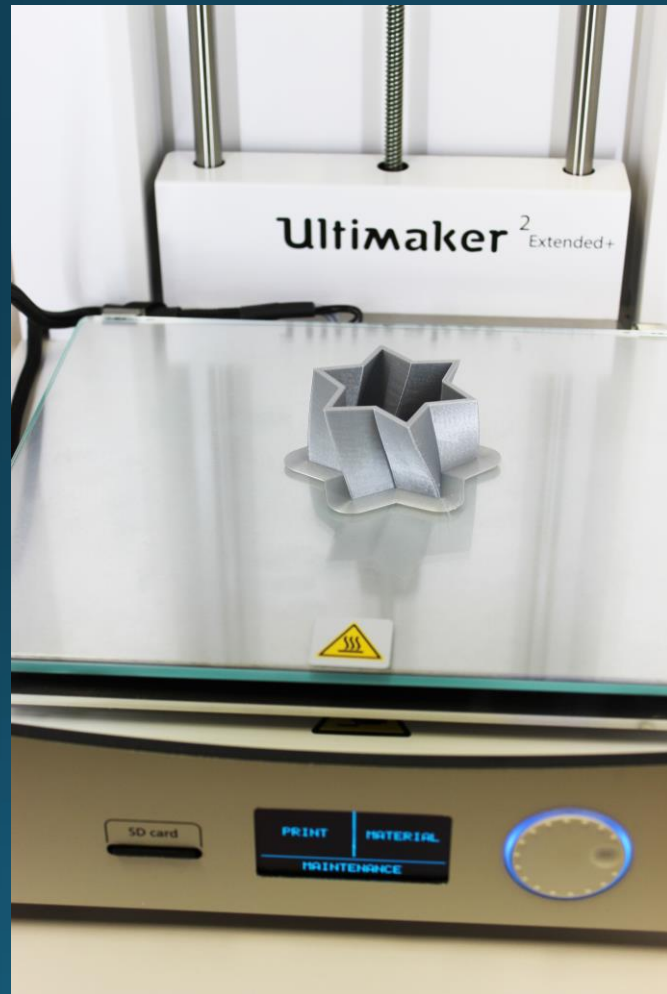
STARTU TISKU PŘEDCHÁZELO NAHŘÁTÍ EXTRUDÉRU (TISKOVÉ HLAVY) NA 210 A TISKOVÉ PODLOŽKY NA 60 STUPŇŮ CELSIA



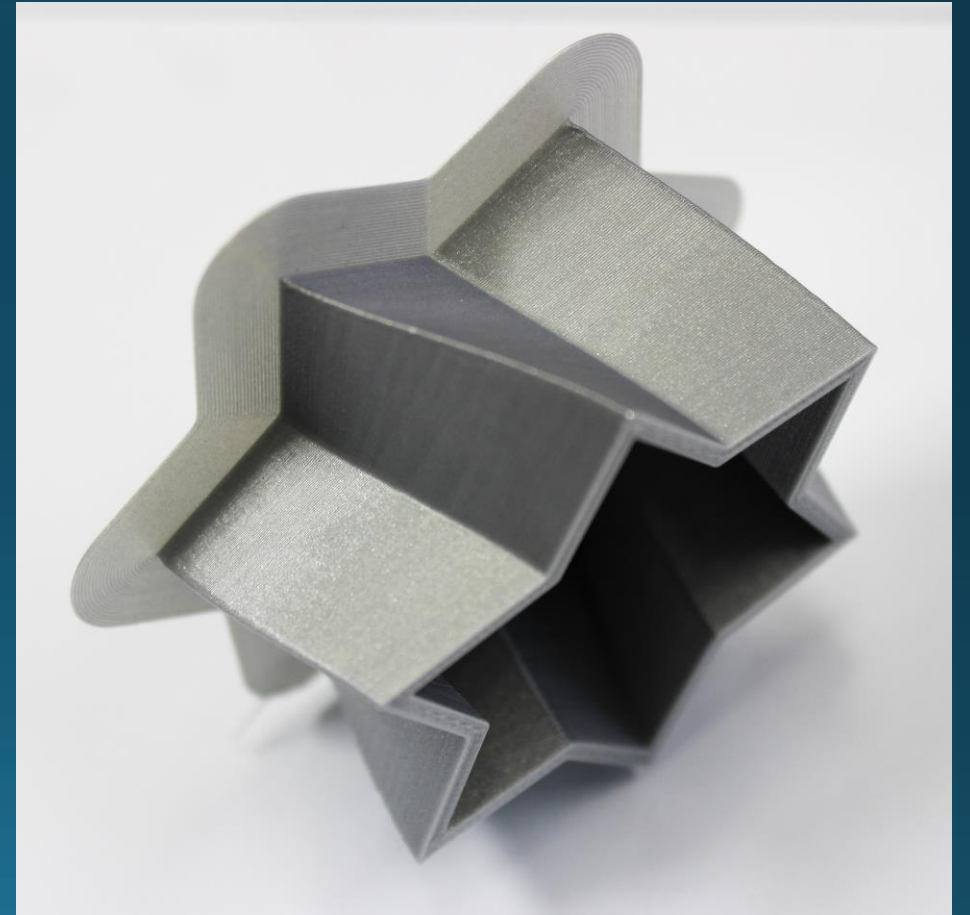
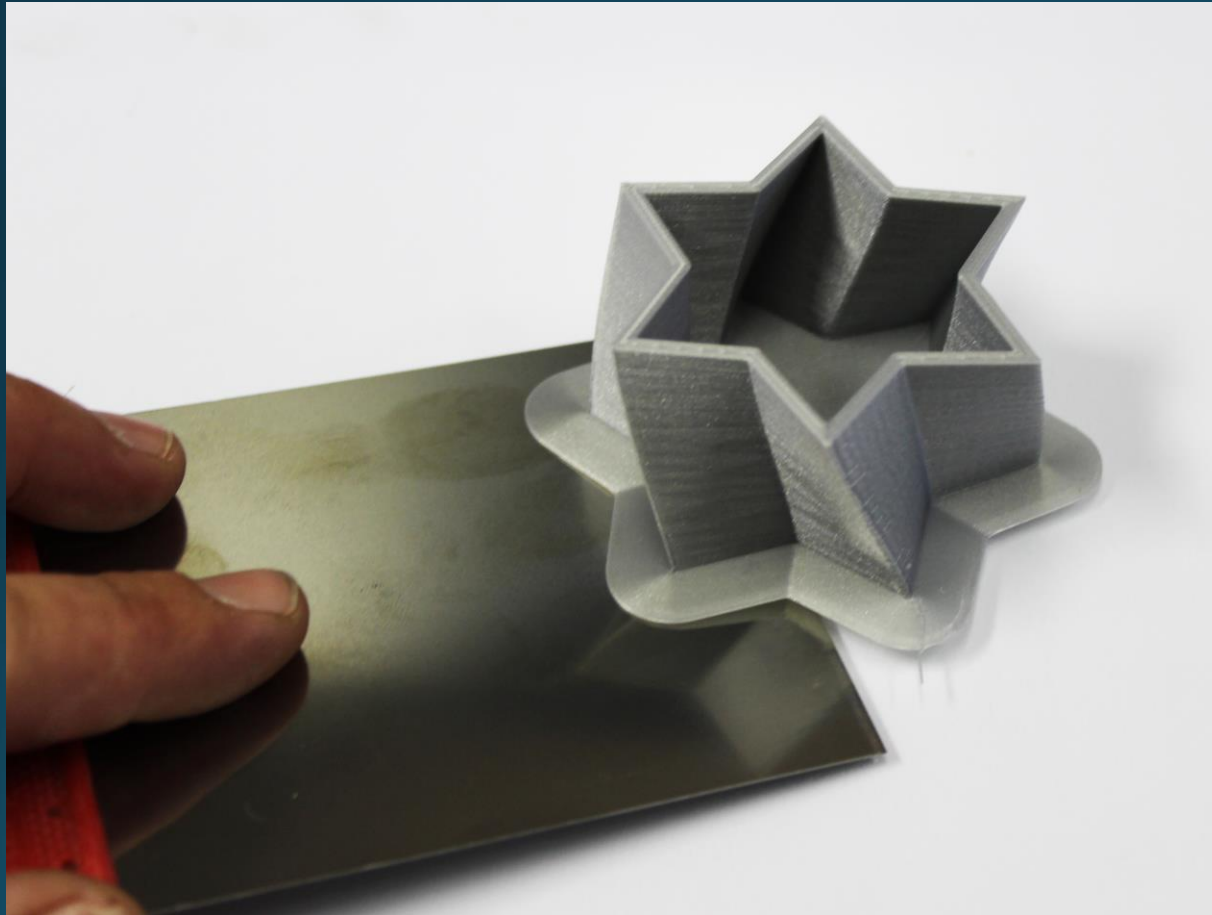
V PRVNÍ FÁZI SE TISKNE TZV. **BRIM** (PODKLADOVÁ VRSTVA) PRO ZVÝŠENÍ PŘILNAVOSTI TISKOVÉHO MODELU K PODLOŽCE



HOTOVÝ MODEL REALIZOVANÝ METODOU 3D TISKU FDM PODLE
VYTVOŘENÉHO VIRTUÁLNÍHO MODELU V SW RHINOCEROS A
ÚPRAVĚ V SLICERU CURA



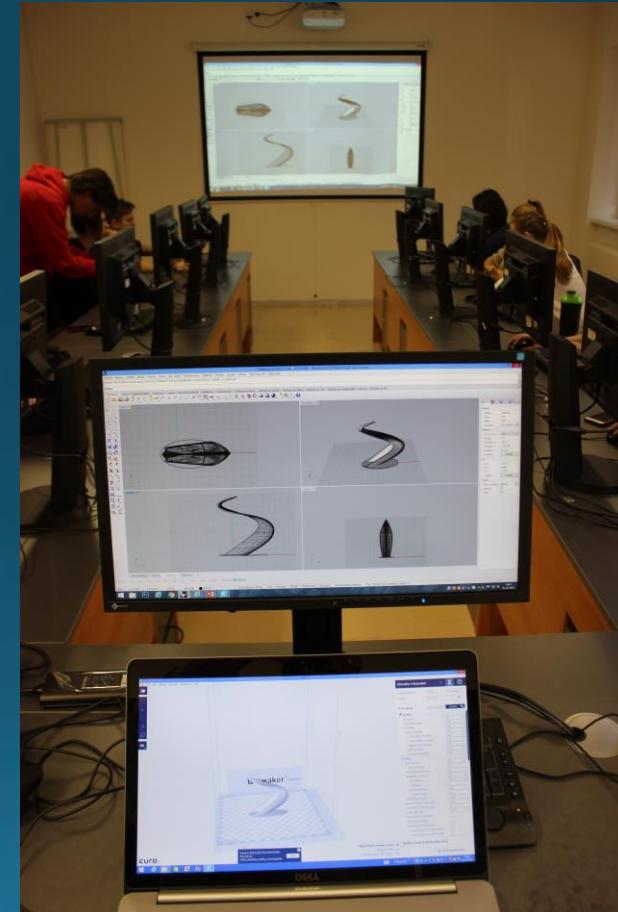
HOTOVÝ MODEL REALIZOVANÝ METODOU 3D TISKU FDM PODLE
VYTVOŘENÉHO VIRTUÁLNÍHO MODELU V SW RHINOCEROS A ÚPRAVĚ V
SLICERU CURA



FOTOGRAFICKÁ DOKUMENTACE AKTIVITY C₃ – TVORBA CAD MODELŮ A JEJICH REALIZACE POMOCÍ 3D TISKU



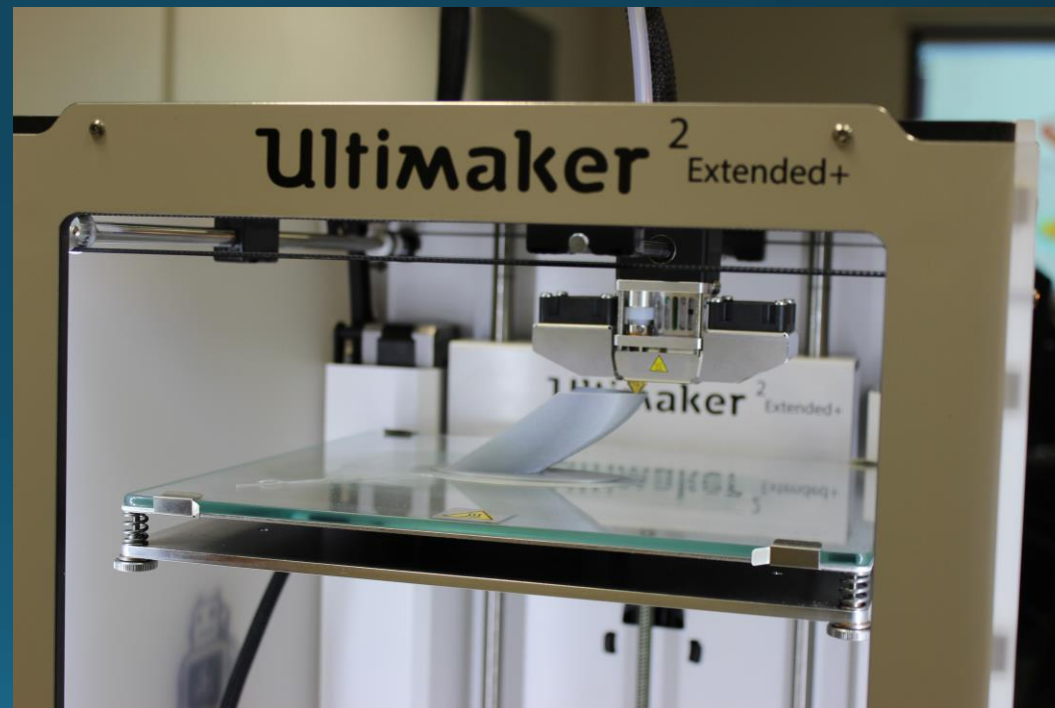
FOTOGRAFICKÁ DOKUMENTACE AKTIVITY C₃



FOTOGRAFICKÁ DOKUMENTACE AKTIVITY C₃



FOTOGRAFICKÁ DOKUMENTACE AKTIVITY C₃



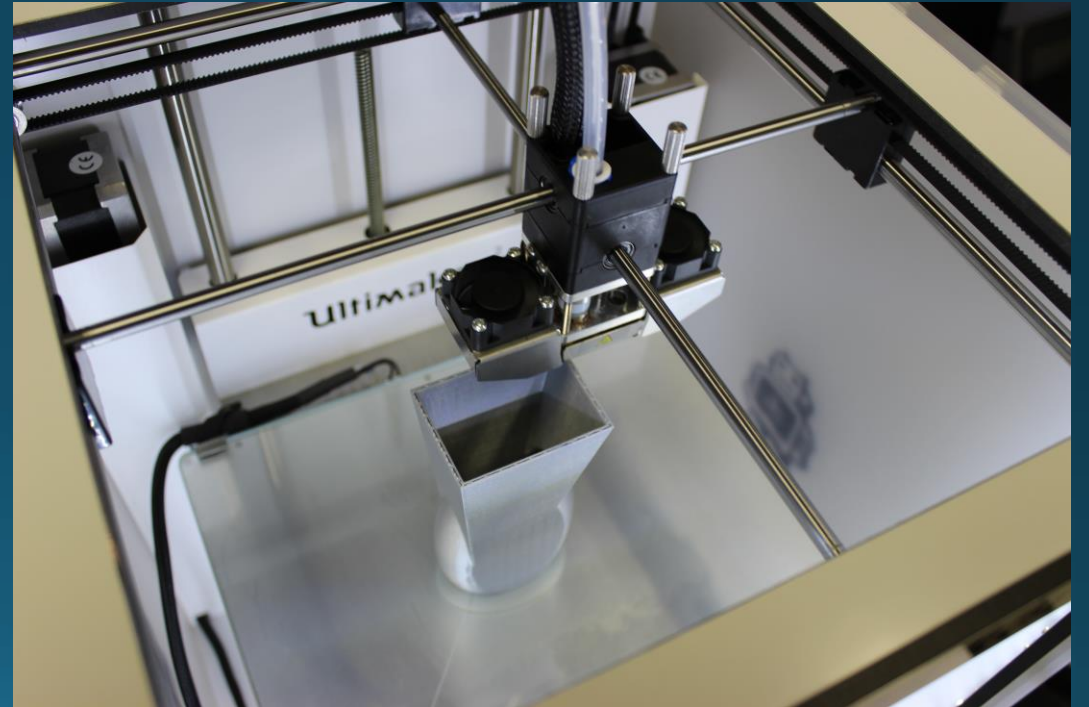
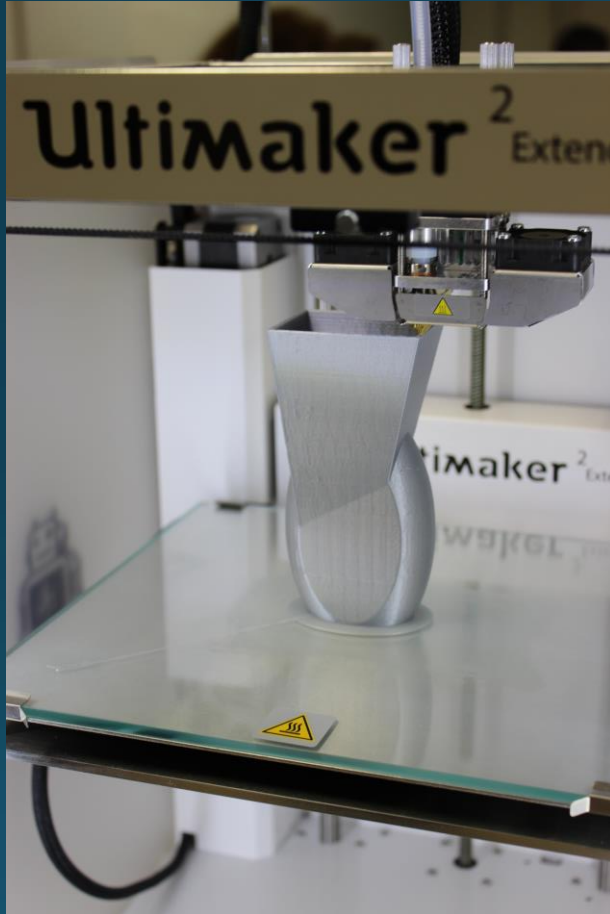
FOTOGRAFICKÁ DOKUMENTACE AKTIVITY C₃



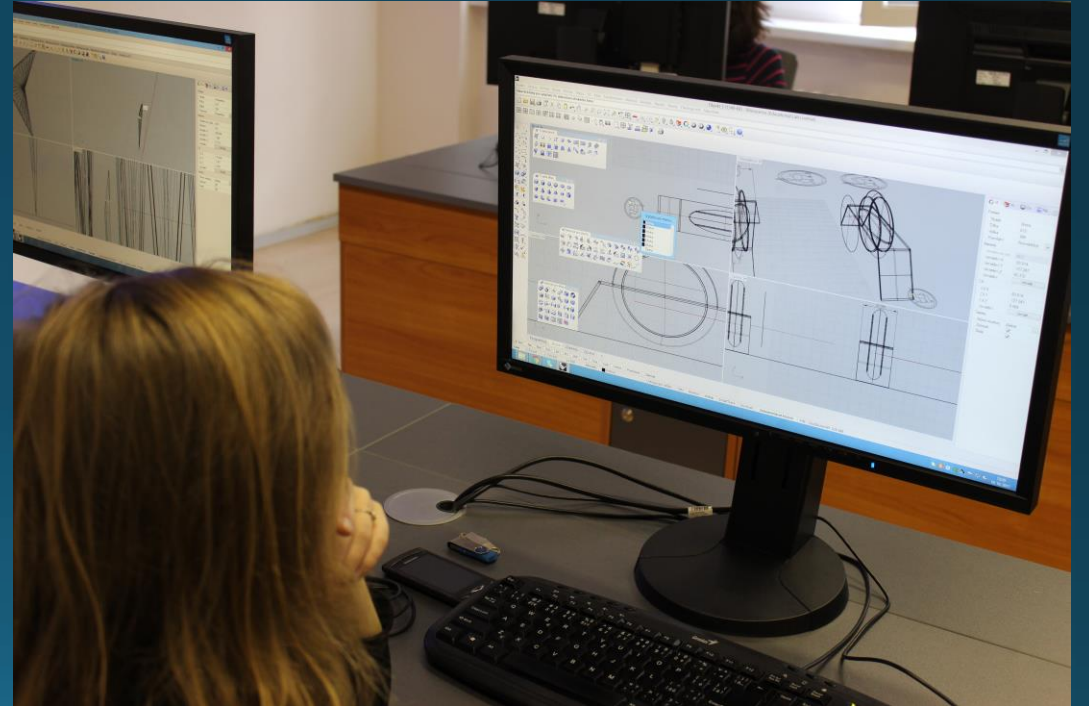
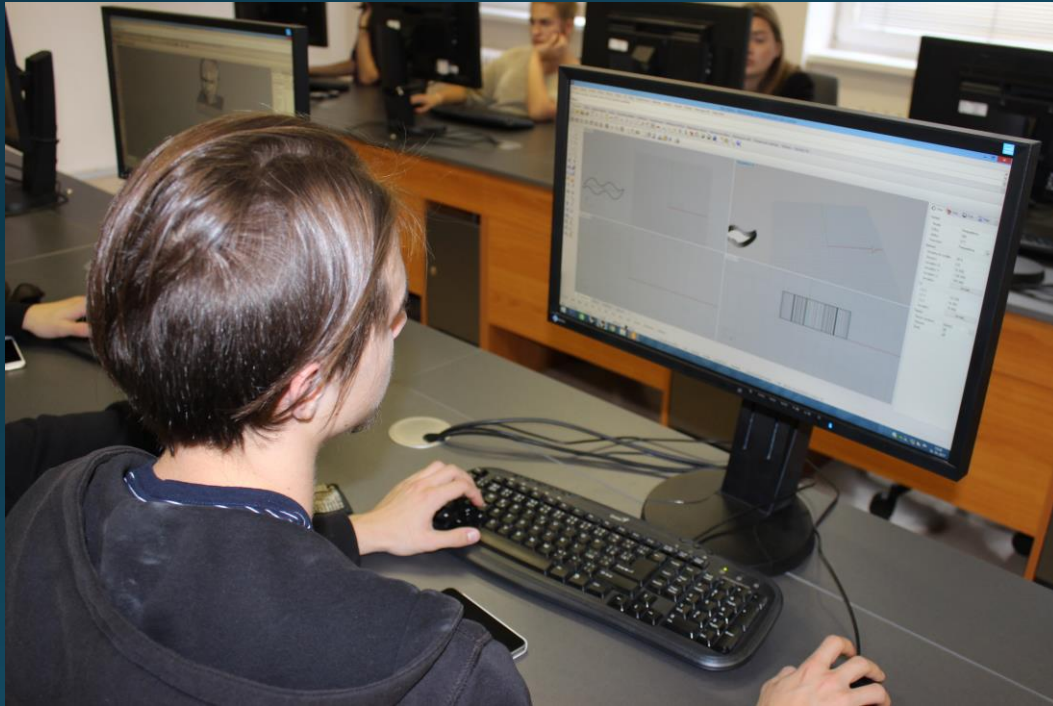
FOTOGRAFICKÁ DOKUMENTACE AKTIVITY C₃



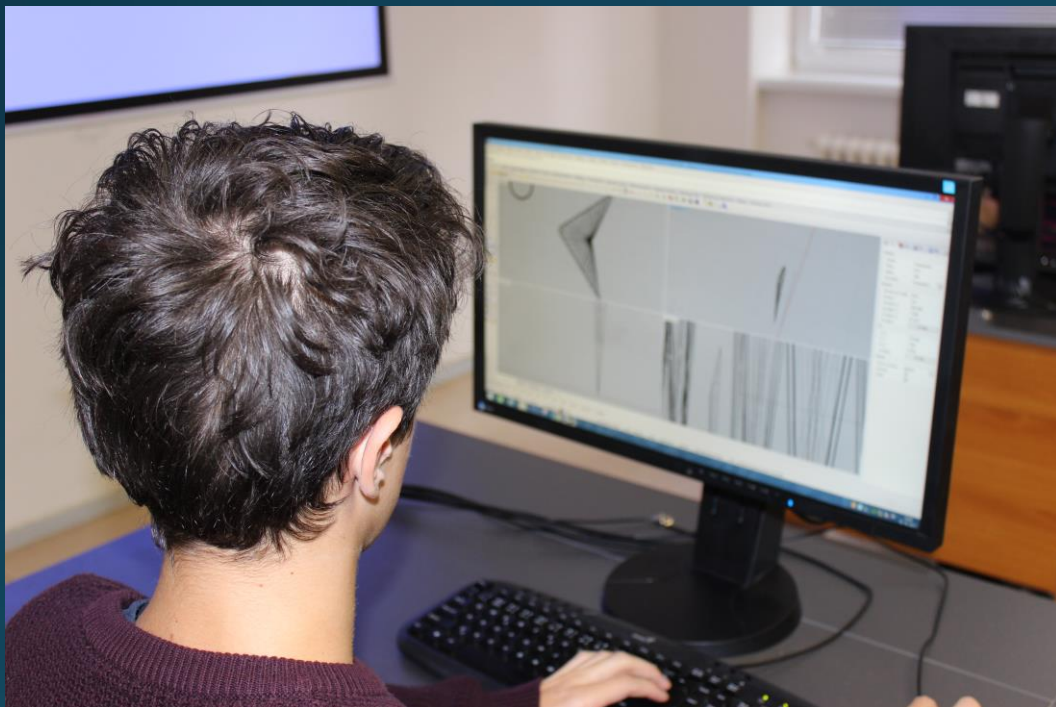
FOTOGRAFICKÁ DOKUMENTACE AKTIVITY C₃



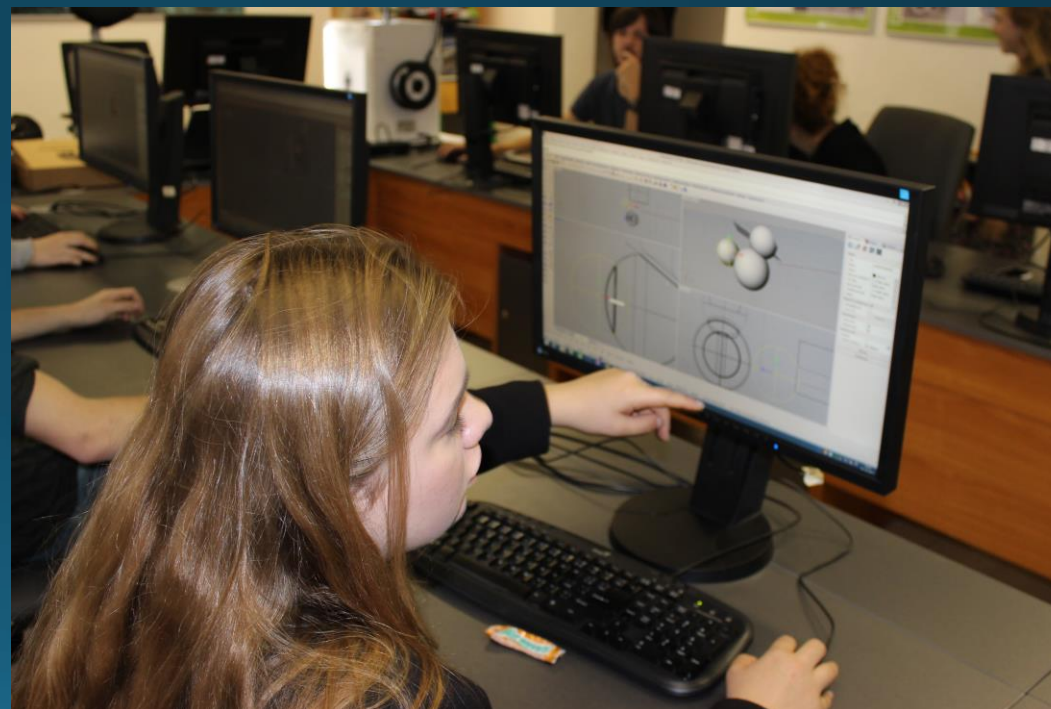
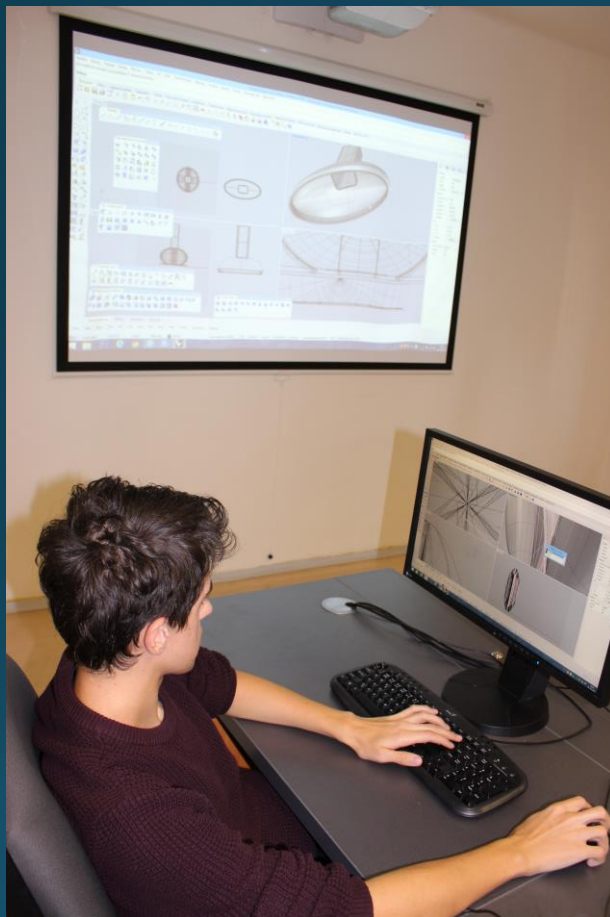
FOTOGRAFICKÁ DOKUMENTACE AKTIVITY C₃



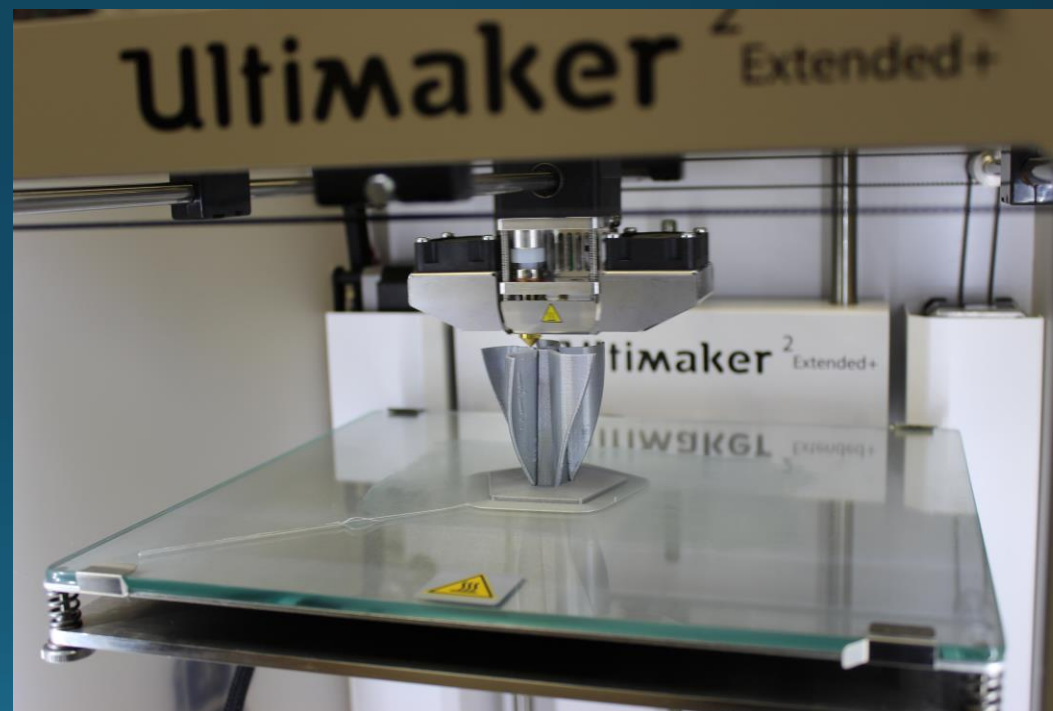
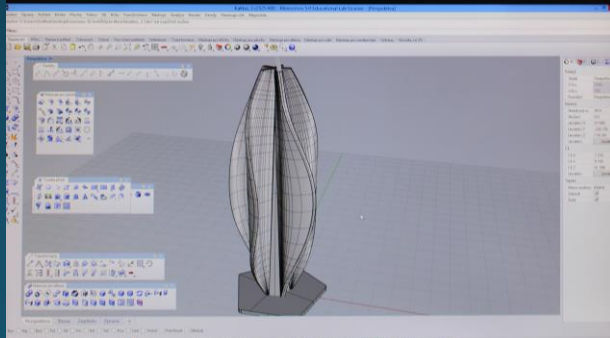
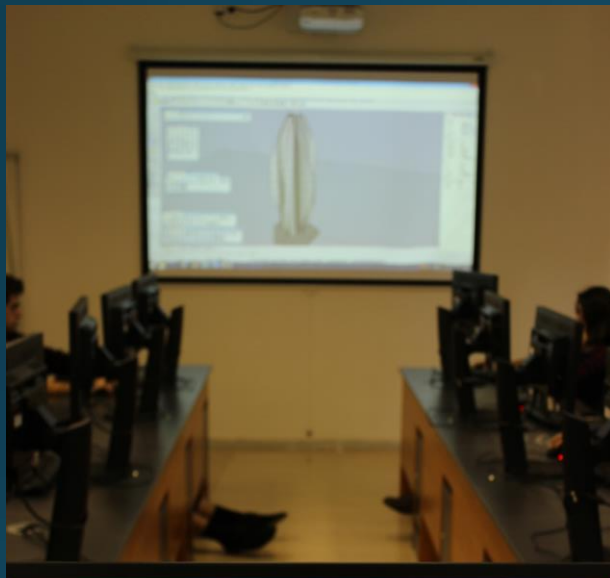
FOTOGRAFICKÁ DOKUMENTACE AKTIVITY C₃



FOTOGRAFICKÁ DOKUMENTACE AKTIVITY C₃



FOTOGRAFICKÁ DOKUMENTACE AKTIVITY C₃



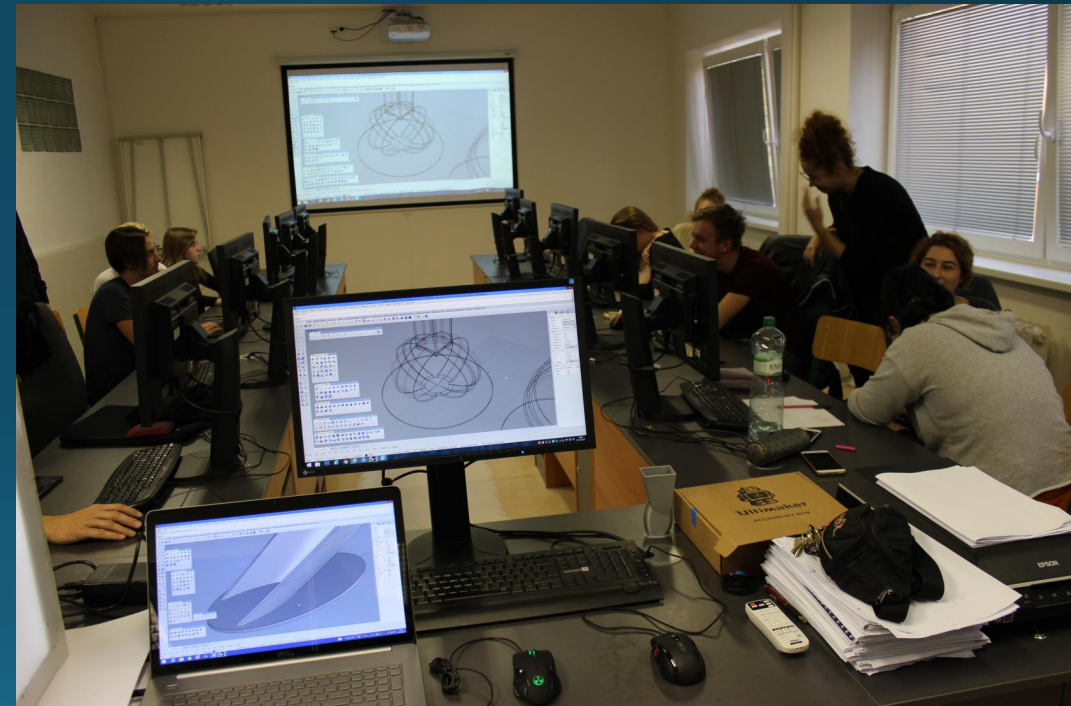
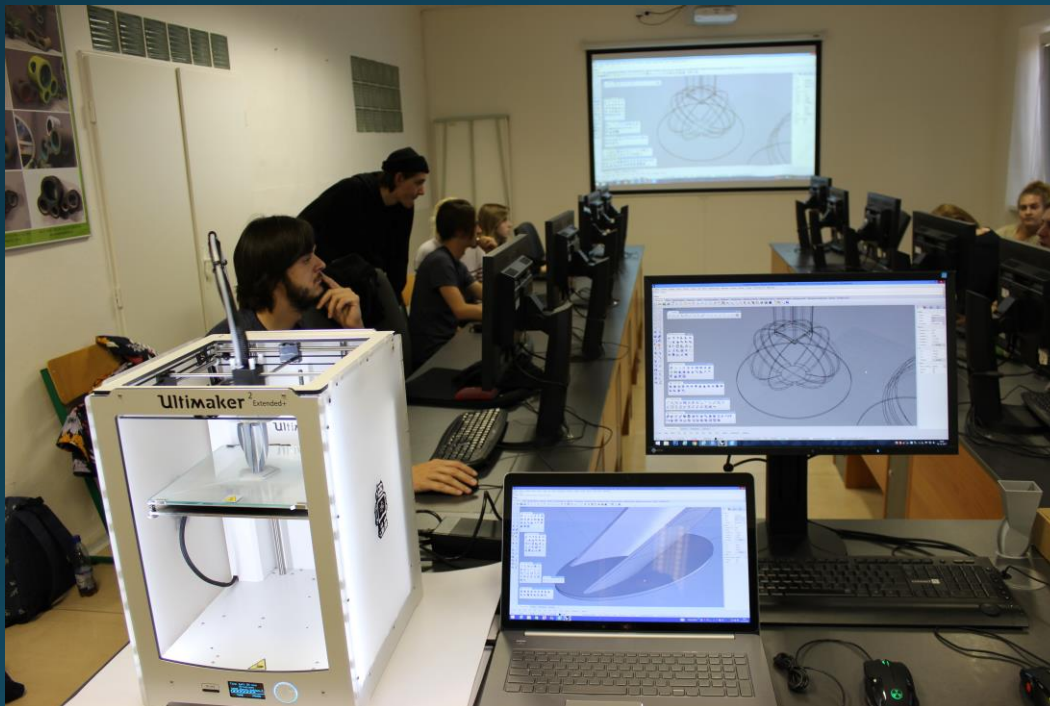
FOTOGRAFICKÁ DOKUMENTACE AKTIVITY C₃



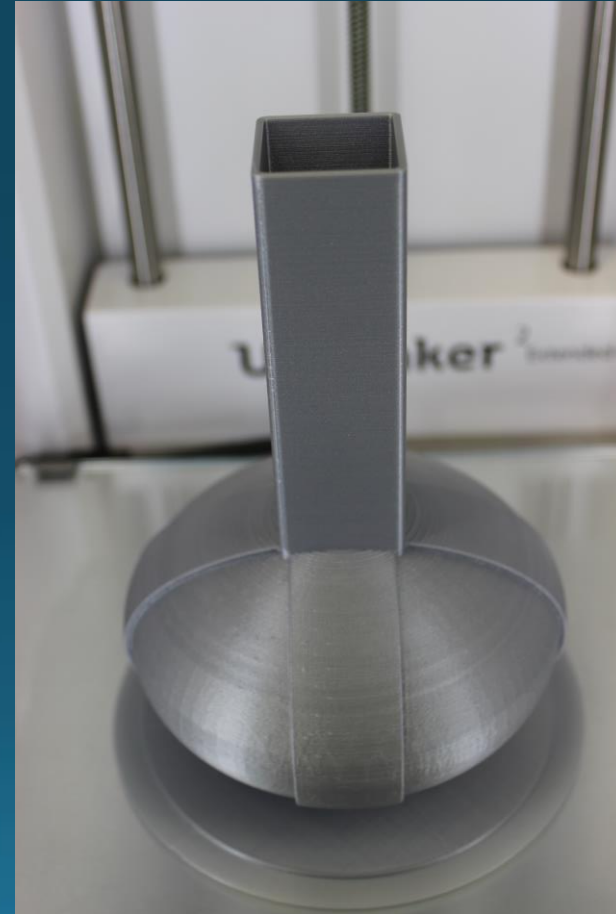
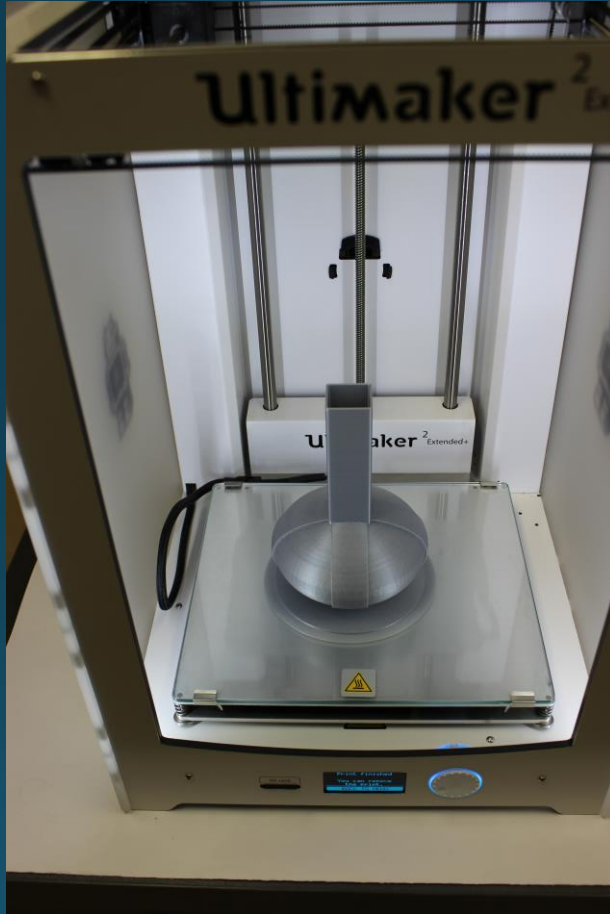
FOTOGRAFICKÁ DOKUMENTACE AKTIVITY C₃



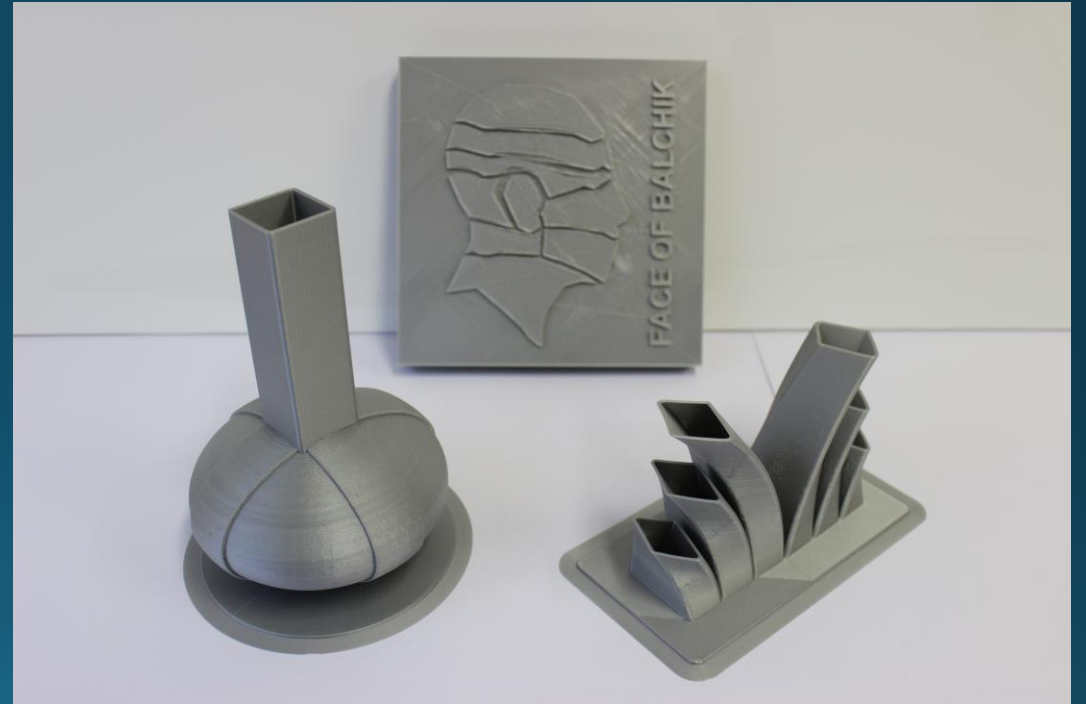
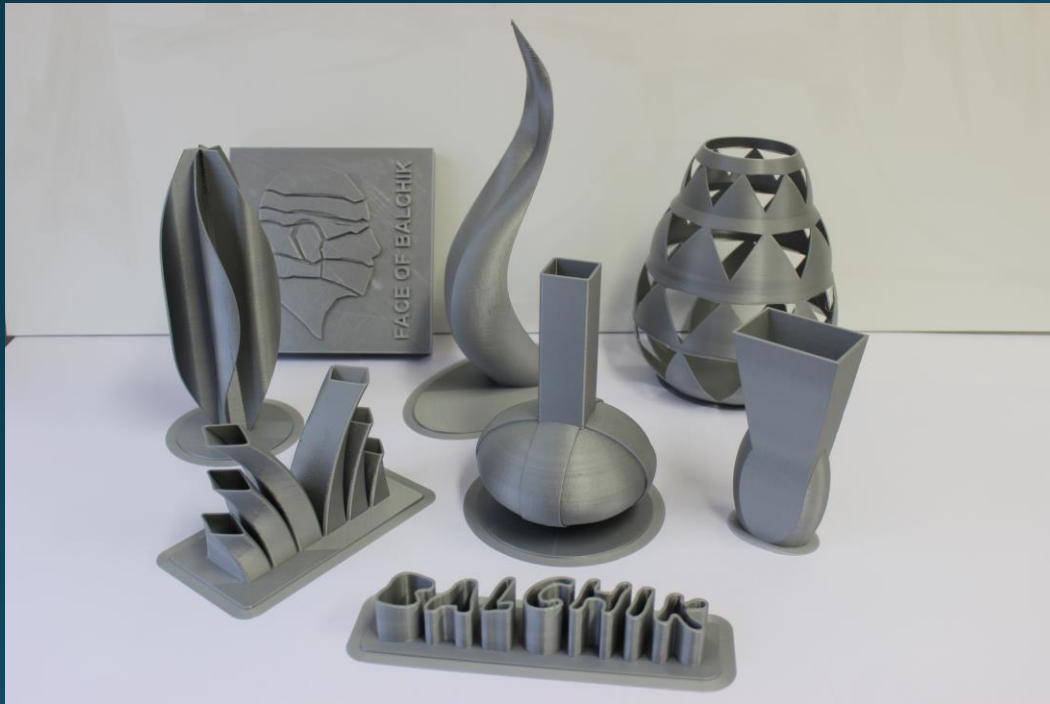
FOTOGRAFICKÁ DOKUMENTACE AKTIVITY C₃



FOTOGRAFICKÁ DOKUMENTACE AKTIVITY C₃



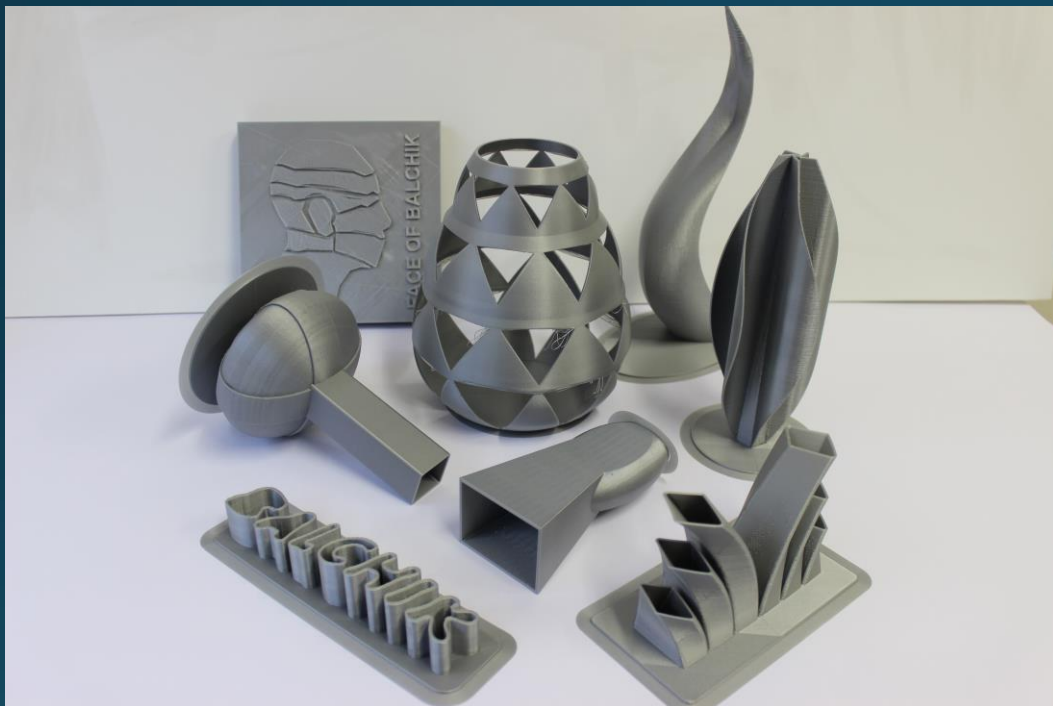
FOTOGRAFICKÁ DOKUMENTACE AKTIVITY C₃



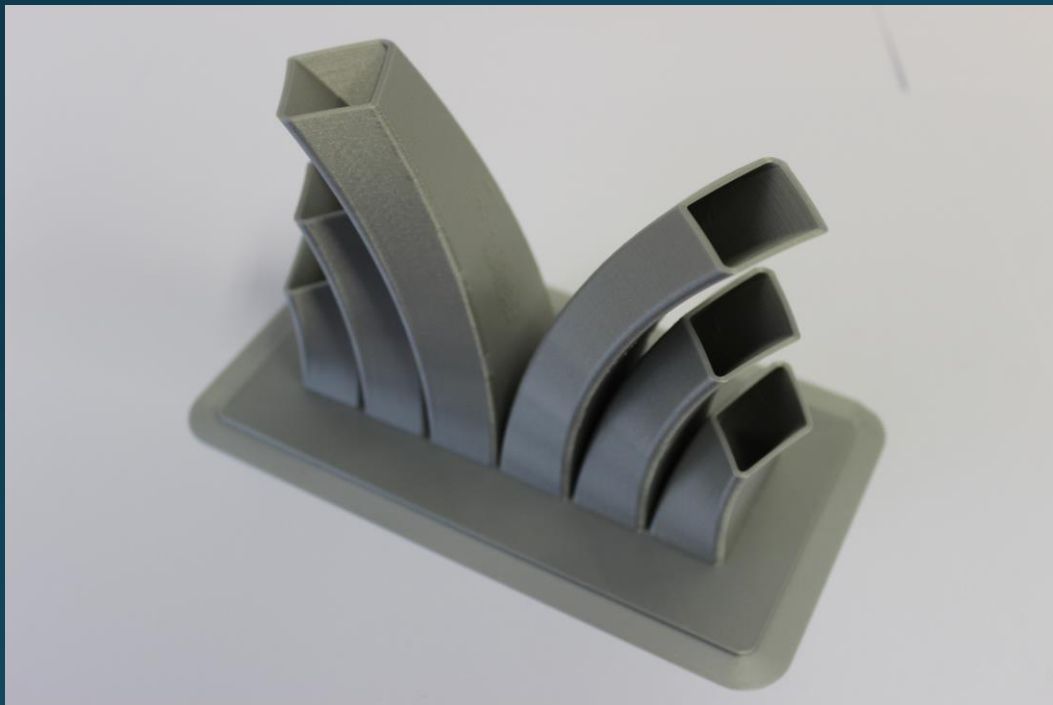
FOTOGRAFICKÁ DOKUMENTACE AKTIVITY C₃



FOTOGRAFICKÁ DOKUMENTACE AKTIVITY C₃



FOTOGRAFICKÁ DOKUMENTACE AKTIVITY C₃



Použité zdroje:

- 1/ [https://cs.wikipedia.org/wiki/3d tisk](https://cs.wikipedia.org/wiki/3d_tisk)
- 2/ <https://josefprusa.cz/o-3d-tisku/>
- 3/ <https://www.makerslab.cz/vse-o-3d-tisku/>
- 4/ <https://www.ultimaker.com/support>
- 5/ User manual 3d printer Ultimaker 2 Extended+
- 6/ User manual 3d printing slicing software Cura 2.5.0
- 7/ Vlastní tvorba autora