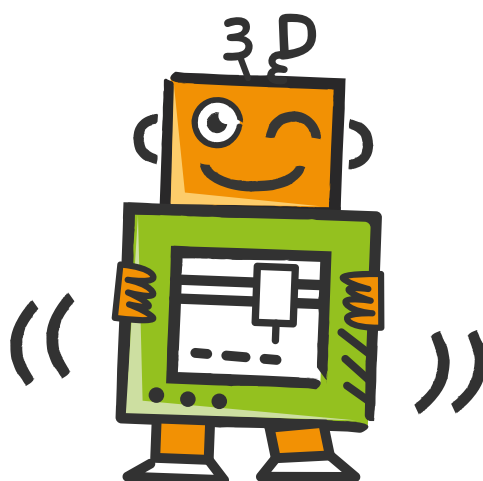
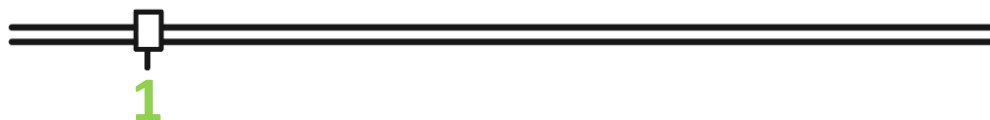
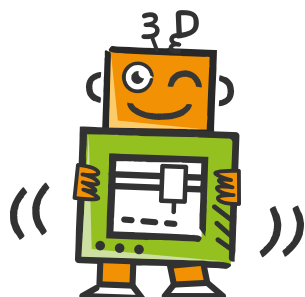

EMPOWER3D

3D tisk a modelování pro školy



EMPOWER3D

Martin Dosedla
Karel Picka
Jitka Šťastná



Úvod do 3D tisku

V dnešní době technologií, kdy se 3D tisk a digitální výroba stávají běžnou součástí průmyslu i domácností, je důležité připravit děti na svět, ve kterém budou tyto dovednosti neoddělitelnou součástí jejich každodenního života. Tato metodika je určena učitelům prvního stupně základních škol, kteří chtějí integrovat 3D tisk, základní modelování a související technologie do výuky a přiblížit je svým žákům zábavným a praktickým způsobem. Naším cílem je poskytnout vám základní orientaci v oblasti 3D tisku, inspirovat vás k jeho využití ve výuce a představit konkrétní příklady aktivit a nástroje, které zpřístupní 3D tisk i nejmladším žákům a zároveň podpoří jejich kreativitu, technické myšlení a schopnost spolupráce.

Využití 3D tisku na prvním stupni základní školy

Na prvním stupni základní školy může být práce s 3D tiskem motivující, protože dětem umožňuje vytvořit něco konkrétního, co si mohou vzít do ruky, ukázat rodičům nebo využít ve své hře. Tato zkušenost může být úvodem do světa techniky a designu, který je pro ně jinak třeba těžko uchopitelný.

Vizuální a hmatové pomůcky

V raném věku se děti učí hlavně skrze vlastní zkušenosti a manipulaci s konkrétními předměty, které mohou prozkoumat všemi smysly. Díky 3D tisku můžeme jako učitelé připravit pomůcky, které jsou přesně přizpůsobené výuce a věku žáků. Například v matematice lze vytisknout různé geometrické tvary, díky nimž děti lépe pochopí rozdíly mezi jednotlivými objekty i vazby mezi nimi. Podobně lze vytisknout

písmena a čísla pro první nácvik čtení a počítání nebo třeba modely zvířat a rostlin pro přírodovědu.

Prostorové modely jsou ideální pro malé děti, protože jsou názorné a napomáhají hlubšímu porozumění danému učivu. Pro nevidomé děti na prvním stupni mohou učitelé snadno připravit speciální hmatové pomůcky, které by jinak byly velmi drahé nebo těžko dostupné. Například reliéfní mapy nebo jednoduché hmatové prvky jim umožní plnohodnotně se zapojit do výuky.



Netřeba se bát 3D tisku ani na prvním stupni (zdroj: <https://teachyourkidscode.com/>)

Rozvoj kreativity a jemné motoriky

Na prvním stupni je důležité rozvíjet jemnou motoriku a koordinaci rukou, což se často děje prostřednictvím různých výtvarných aktivit, jakými jsou například kreslení nebo stříhání. 3D tisk s tímto rozvojem může velmi dobře pomoci. Děti se mohou naučit pracovat v jednoduchých modelovacích

programech, ve kterých si nakreslí vlastní návrhy, které pak spolu s učitelem vytisknout. Vytváření návrhů jim pomáhá rozvíjet vizuální představivost a podporuje logické myšlení, zatímco jejich finální produkt je hmatatelným důkazem jejich úsilí a motivuje je k další tvorbě. Díky tomu se děti učí nejen tvořit, ale i plánovat jednotlivé kroky a zvažovat, jak svůj návrh vylepšit.

Pro děti může být tento proces velmi hravý – mohou si navrhnout vlastní ozdoby, drobné hračky nebo třeba krabičky na tužky nebo jiné každodenní drobnosti, které jsou však personalizované jimi samotnými. Učí se tak, že technologie nemusí být jen pro technické projekty, ale i pro kreativní nápady, které mohou realizovat. Kromě toho, že děti díky 3D tisku rozvíjejí svou kreativitu, pracují také na zlepšení trpělivosti a přesnosti, což jsou cenné vlastnosti nejen pro další školní úspěchy, ale i pro život.

Podpora spolupráce a týmové práce

3D tisk je také skvělým nástrojem pro podporu spolupráce ve třídě. Děti mohou společně pracovat na jednoduchých projektech – například navrhnout a vytisknout různé části modelu městečka, zvířecí farmy nebo planetární soustavy, kdy každý člen týmu přispěje jednou částí. Práce na společném projektu podporuje komunikační dovednosti, učí děti respektu

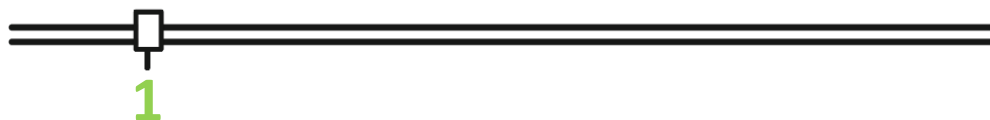
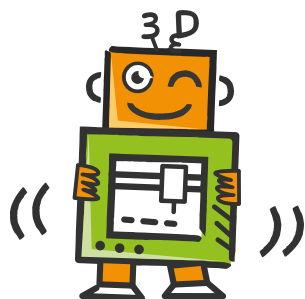
ke spolužákům a posiluje jejich zodpovědnost za výsledek celého týmu.

Tento způsob práce je také velmi užitečný pro inkluzivní třídy, kde se mohou děti na společném projektu podílet různým způsobem dle svých možností. 3D tisk pro ně může být výbornou příležitostí, jak se zapojit do společné aktivity a navzájem se učit, aniž by cítily rozdíly v dovednostech.

Zábavné aktivity a hry

Na prvním stupni lze 3D tisk použít i pro různé zábavné aktivity a hry, které propojují zábavu s učením. Například pro výuku zeměpisu mohou učitelé s pomocí 3D tisku vytvořit puzzle s mapou České

republiky nebo jiných států, které děti skládají. Podobně lze vyrobit interaktivní skládačky k různým tématům, jako je lidské tělo, zvířata nebo například rozklad čísel.



EMPOWER3D

3D tisk a 3D grafika v oborech lidské činnosti

Filamentové 3D tiskárny jsou dnes stále populárnější i v běžných domácnostech, a to hlavně proto, že jejich cena klesá a jsou dostupnější než dříve. Uživatelé si tak mohou pořídit tiskárnu, která dokáže vytisknout jednoduché objekty, aniž by museli investovat velké peníze. Díky tomu se 3D tisk stále více prosazuje také ve školách a různých organizacích, kde sedají tiskárny využít k zajímavým projektům.

Nejedná se však jen o tisk plastových objektů. Kromě klasických 3D tiskáren na plast existují i speciální 3D tiskárny, které mohou pracovat s kovem, biologickými materiály nebo jinými speciálními materiály. Tyto tiskárny jsou však zatím velmi nákladné a nacházejí se především ve výzkumných institucích a firmách zaměřených na specifické obory. Přesto je zajímavé o nich vědět, abychom měli představu o tom, kde všude se 3D tisk dnes uplatňuje a jaké má možnosti.

Ve školách se setkáme hlavně s filamentovými tiskárnami, které tisknou z plastu a mohou být skvělým nástrojem pro rozvoj kreativity, technických dovedností nebo práce s novými technologiemi.

Prototypování

3D tisk se už od 80. let používá k prototypování – umožňuje firmám rychle a levně otestovat vzhled a funkčnost produktů před zahájením masové výroby. Například při návrhu dálkového ovladače nebo počítačové myši lze díky 3D tisku snadno vytvořit několik testovacích kusů a zjistit, jak dobře padnou do ruky a jestli se zákazníkům budou líbit. Na rozdíl od tradiční výroby, kde je příprava forem pro každý díl drahá a časově náročná, umožňuje 3D tisk vytvořit prototyp za pár desítek či stovek korun a prakticky okamžitě.

3D tisk prototypů není jen o vzhledu nebo ergonomii – umožňuje vytisknout i funkční modely. Například u herního ovladače lze vytisknout jeho „tělo“, vložit elektroniku a reálně ho vyzkoušet. Díky tomu firmy mohou rychle a efektivně otestovat celou řadu produktů v jejich funkční podobě.

Pro hromadnou výrobu se sice 3D tisk nehodí, ale pro vytváření prototypů je neocenitelný!

Architektura

3D tisk dnes přináší architektům skvělé možnosti, jak oživit své návrhy. Zatímco dříve bylo vytváření modelů budov pracné a časově náročné, dnes se díky 3D tisku dají vyrobit rychle, levně a přesně. Architekti tak mohou klientům představit reálné modely budov, což pomáhá pochopit návrh lépe než z výkresů nebo počítačových vizualizací.



3D tisk domu (Zdroj :

<https://www3.rics.org/uk/en/modus/built-environment/construction/cobod-machines-3d-printing-homes.html>)

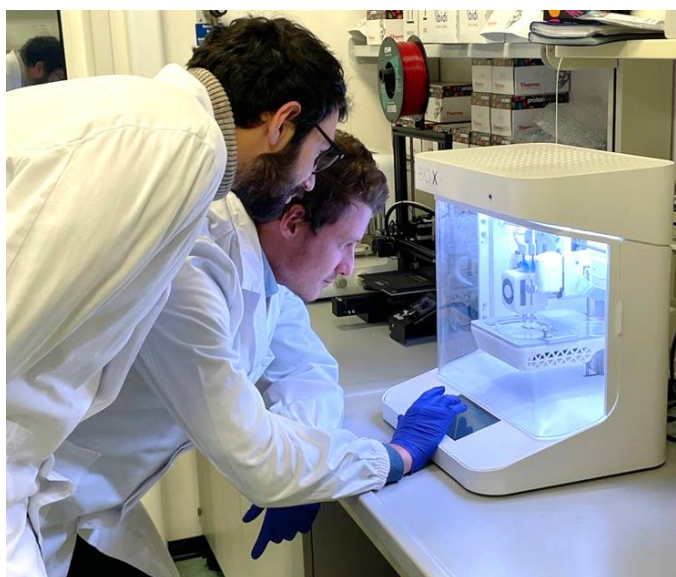
Navíc se nejedná jen o modely – 3D tisk se začíná používat i při stavbě skutečných

domů. Tisk betonem umožňuje postavit celý menší dům během pár dní s minimálními náklady a materiálním odpadem. Například společnost Apis Cor vytiskla kompletní obvodové stěny domu do 24 hodin a za zlomek ceny tradiční stavby. Díky 3D tisku má tedy architektura nové možnosti, jak vytvářet praktické, cenově dostupné a přizpůsobitelné domy.

Medicína

V medicíně má 3D tisk obrovský potenciál a může přinést revoluci v péči o pacienty. Dnes se již využívá například při výrobě implantátů, které mohou být přizpůsobeny na míru každému pacientovi, což zlepšuje jejich přesnost, snižuje náklady a zkracuje výrobní časy. Díky tisku z biokompatibilních materiálů, jako je titan, se dají vytvářet bezpečné a trvanlivé náhrady kloubů či částí kostí.

Jedním z fascinujících odvětví je biotisk, kde se místo plastu používají speciální "bioinkousty" s živými buňkami. Tímto způsobem lze tisknout buněčné struktury, například chrupavky nebo dokonce části orgánů. Tyto technologie mají potenciál pro testování léků i léčby bez nutnosti pokusů na zvířatech a nabízejí šanci pro tisk orgánů budoucnosti.



3D tisk v lékařství (Zdroj : <https://www.cellink.com/customer-spotlight/innovative-silk-bioink-for-3d-bioprinted-bone-marrow-tissue-models/>)

Ve stomatologii 3D tisk usnadňuje tvorbu modelů chrupu, korunek a rovnátek, které dokonale sedí. Zubař může díky tisku připravit korunku za méně než hodinu přímo na místě, což je rychlejší a levnější než tradiční metody. Navíc díky 3D skenu pacientova chrupu i velice přesně!

3D tisk se osvědčuje i při výuce lékařů, protože umožňuje vytvářet realistické modely lidských orgánů nebo tkání, které jsou levné a snadno uchovatelné. Tato technologie tak zlepšuje jak péči o pacienty, tak přípravu budoucích lékařů.

DYI, kutilství a lepší opravy

V domácnostech a školách přináší 3D tisk praktické řešení pro každodenní opravy a drobné projekty. Dříve bylo běžné opravovat rozbité věci, ale dnes je často

vyhazujeme a kupujeme nové. To není jen drahé, ale i neekologické – produkujeme prostě spoustu odpadu. Díky 3D tisku si však můžeme doma snadno vytvořit náhradní díly, které výrobci často neprodávají nebo jsou příliš drahé.

Na internetu existují sdílené databáze modelů, kde lidé zdarma nabízejí své návrhy náhradních dílů nebo dalších praktických pomůcek. V některých komunitních dílnách pak lidé mohou využít 3D tiskárny, pokud je doma nemají. Ať už jde o držák na mobil, mřížku na klimatizaci v autě nebo opravný díl k fotoaparátu – s 3D tiskem lze vytvořit přesně to, co potřebujete, a přitom podporovat udržitelný přístup k věcem kolem nás.

Umění

3D tisk otevírá umělcům nové možnosti vyjádření a experimentování. Umělci díky němu mohou tvořit unikátní sochy, interiérové prvky nebo dokonce módní doplňky, které by jinými technikami nebylo snadné vyrobit. Vedle tvorby nových děl umožňuje 3D tisk také replikovat stará umělecká díla, což pomáhá v jejich ochraně nebo při vytváření miniatur, aniž by bylo nutné ohrozit originál.

3D tisk se využívá i pro zpřístupnění umění nevidomým. Například projekt Unseen Art finského umělce Marca Dillona přenáší slavná umělecká díla, jako je Mona Lisa,

do hmatatelné podoby, aby je nevidomí mohli „vidět“ rukama. Tento přístup jim umožňuje zažít díla, která by jinak zůstala mimo jejich dosah.

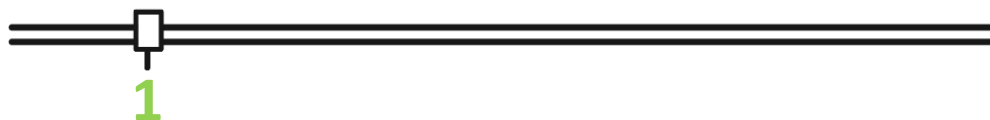
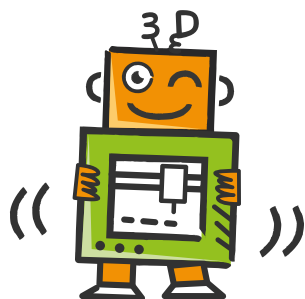


3D tištěná ulita kraba (Zdroj :

<https://www.fastcompany.com/3049707/this-hermit-crab-has-a-glass-cathedral-for-a-shell>)

Některé projekty jsou skutečně neobvyklé, jako například „Why Not Hand Over a ‘Shelter’ to Hermit Crabs“ japonské umělkyně Aki Inomaty. Ta navrhuje 3D tištěné ulity pro raky poustevníčky, které

jsou nejen pohodlné, ale i ve tvaru známých architektonických památek, například centra Paříže nebo větrných mlýnů. 3D tisk tak umožňuje kreativní spojení umění, designu a přírody.



Využití 3D tisku v běžném životě – renovace, kutilství a upcycling

3D tisk své místo nachází dnes úplně všude, dalo by se říct, že pokud si to umíme představit, lze to i vyrobit. 3D tisk šetří nejen čas, ale i peněženku a dokáže za relativně krátký čas zhotovit daný předmět doslova nám na míru. Kde jej všude můžeme najít a využít?

Renovace

Rozbilo se Vám doma něco a marně sháníte náhradní díl? Díky 3D tisku si lze rozbitou věc snadno navrhnout, anebo již hotový model stáhnout, upravit dle potřeby a vytisknout. Může jít o kus nábytku, madlo skříně, rozbité ložisko v mixéru, chybějící kus Lega, utržené poutko na klíče, chybějící háček ve skříni nebo třeba zhotovení zcela nové dózy na koření či výměnu prasklého pantu víka od krabice s potravinami. Díky 3D tisku si navíc do modelu můžete přidat něco svého a povýšit tak daný předmět na zcela novou úroveň.



3D tisk v domácnosti (Zdroj:

<https://www.czechdesign.cz/temata-a-rubriky/vytiskni-si-vazu-nebo-dum>)

ZAJÍMAVOST: Věděli jste, že si můžete snadno vytisknout části IKEA doplňků? Tento obchodní řetězec nabízí některé své kolekce výrobků jako volně dostupné 3D modely ve své databázi plánovačů, s nimiž lze pracovat při zařizování a modelování vlastního obytného prostoru. Stejně tak si některé produkty můžete díky šikovným 3D kutilům rovnou sami zhotovit –

kupříkladu různé modifikace úchytů pro závěsné multifunkční stěny [SKÅDIS](#).

Upcycling

Co všechno lze vytvořit, když kromě recyklace využijeme i 3D tisk a dáme starým věcem zcela nový rozměr? Díky kombinaci těchto technik lze vrátit nejrozdílnější kusy odpadu nejen zpět do života/koloběhu, ale zároveň je povýšit na další úroveň – vytvářet tak doplňky do interiéru (např. kryty lamp, [vázy](#), různé držáky sešitů), venkovní vychytávky (krmítka pro ptáky, zahradnické potřeby pro sázení, KPZky) a spousty dalších výrobků. Ať už jde o cokoli, vždy je možné vzít kus staré věci (například prázdné nádoby od šamponu) a přidat k ní 3D tiskový prvek (kupř. krytku s otvory pro vkládání tužek) a vytvořit z ní tak něco nového a originálního (třeba [stylový recy držák na školní potřeby](#)). Současně je možné např. ze starých PET lahví vyrobit zcela nový tiskový materiál, který lze v případě nepovedeného pokusu opět roztavit a zase jej přetvořit na něco nového nebo na další filament 😊.



Poklad z odpadu (Zdroj:

<https://www.yankodesign.com/2011/10/31/trash-to-treasure/>)

ZAJÍMAVOST: Věděli jste, že na [Printables.com](#) naleznete různé soutěže, v nichž lze najít i ty, které se rovněž věnují využití 3D tisku v kombinaci s upcyklací?

Kutilství

3D tisk se stal v poslední době velmi oblíbenou technologií zejména u [modelářů](#) – lze s ním vytisknout části budov i rovnou celých ulic, pohoří, letadla, auta, jednotlivé drobné předměty od popelnice přes realisticky působící figurky, sochy, až po postapokalyptickou scénérii a mnoho dalšího*. Své uplatnění nachází 3D tisk také v oblasti výroby módních doplňků, jako jsou šperky či [kabelky](#), uměleckých děl nebo třeba v cukrařině ke zhotovení kopyt pro silikonové formy na dorty. Tyto předměty pak následně prochází úpravami – tzv. postprocessingem, kdy jsou po 3D tisku například dále broušeny, natírány modelářskými barvami, lakovány, leptány rozpouštědly apod. Více informací o této technice naleznete v samostatné kapitole.



Diorama středověké vesnice (Zdroj:

https://www.reddit.com/r/3Dprinting/comments/f5jdft/3d_printed_model_village_designed_for_wargames/)

* Pro získání kvalitních a hladkých detailních [modelů](#) bez viditelných přechodů vrstev se dnes stále častěji využívá 3D tisk pomocí

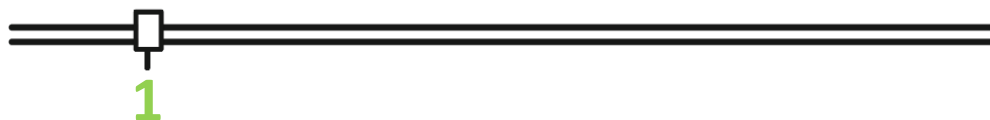
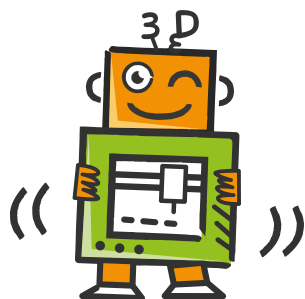
[SLA technologie](#), kdy lze vytvrzováním pryskyřice dosáhnout velmi přesných detailů.

ZAJÍMAVOST: Věděli jste, že i v rámci populárního geocachingu lze po světě v různých metropolích nalézat různorodé umělecké předměty přímo vytvořené pomocí 3D tisku? Tyto rafinovaně ukryté poklady zanechává na zajímavých místech například umělec [3Dfiti](#) – mapu s místy nálezů si můžete prohlédnout [zde](#).

OTÁZKA KE ZOPAKOVÁNÍ: Kde všude se můžete potkat s 3D tiskem ve svém každodenním životě?

ÚKOL: Zkuste vymyslet 3 způsoby chytrého použití 3D tisku v domácnosti – na co vše přijdete? **

** Využit se dá třeba na výrobu držáků na tužky, dovýroba rozbitých součástek, držáky do skříně na poklice od hrnců apod. 😊



EMPOWER3D

Způsoby využití 3D tisku ve škole

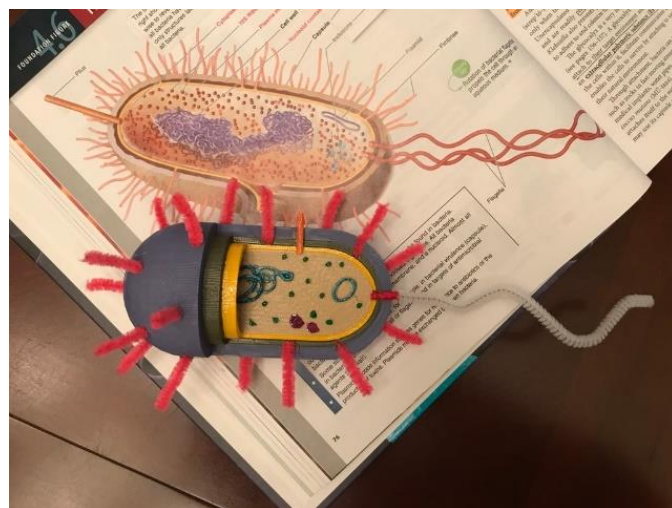
Implementace 3D tisku do výuky na ZŠ umožňuje tvorbu a použití nových výukových pomůcek. Žáci mají možnost nejen pracovat s výukovými modely v hodinách, ale díky metodickým oporám se také mohou aktivně podílet na jejich tvorbě. Rozlišujeme tak dva základní směry využití 3D tisku:

- tisk modelů učiteli a jejich využití ve výuce pro názorné představení objektů, jevů a procesů
- modelování a 3D tisk objektů samotnými žáky v STEM oblasti

3D modely jako vizuální pomůcky

3D tisk umožňuje vytvářet fyzické modely, které žákům pomáhají lépe pochopit abstraktní pojmy i složitější koncepty. Mezi hlavní výhody tak patří názornost i možnost fyzické manipulace žáky. Toho lze využít v mnoha předmětech na škole:

Přírodopis a prvouka – rozebíratelné modely částí těla a orgánů, vnitřních struktur a buněk, kostry zvířat nebo stavby rostlin a přírodních struktur.



3D tisk v biologii (Zdroj:

<https://www.thingiverse.com/thing:2695890>

<https://www.thingiverse.com/thing:3021328>)

Dějepis, zeměpis a vlastivěda – repliky historických předmětů, stavby a architektonické památky i různé krajinné prvky.

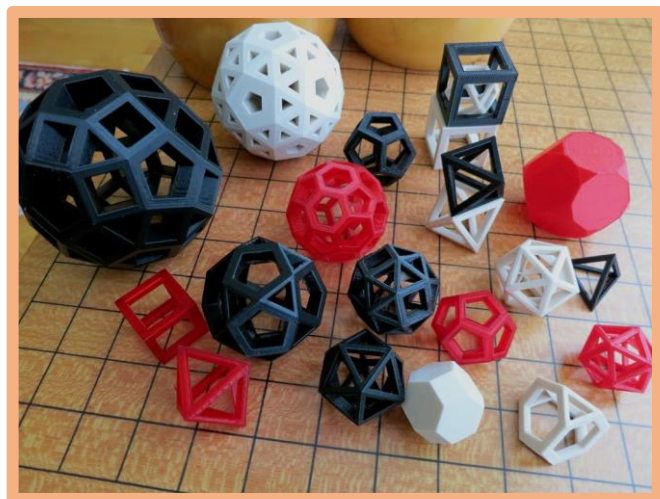


3D tisk v geografii (Zdroj:

<https://www.thingiverse.com/thing:2709566>

<https://www.thingiverse.com/thing:1355370>)

Matematika, fyzika – geometrické tvary a jejich části, složitější vzory, jednoduché stroje a mechanismy nebo třeba modely planet a vesmíru.



3D tisk v matematicky a fyzice (Zdroj:

<https://www.thingiverse.com/thing:233540>

<https://www.thingiverse.com/thing:1622735>)

Výtvarné a pracovní činnosti – kreativní tvorba vlastních předmětů, figurek, puzzle,

hlavolamů, her aj., jejich tisk a další zpracování, jako je například barvení.

Technické a STEM dovednosti v mezipředmětových projektech

V technických a informatických předmětech mohou žáci navrhovat a modelovat v 3D aplikacích od jednoduchých objektů, jako je přívěšek na klíče, ke složitějším konstrukcím a tím zlepšovat svoji představivost a technické dovednosti. Mnoho projektů také propojuje obsahy různých předmětů – například návrh funkčního mostu integruje matematiku, fyziku, informatiku i výtvarnou výchovu. Technické návrhářství může zahrnovat předměty vhodné do školy – stojánek na tužky, organizér na lavici aj. Žáci mohou pracovat ve skupinách, vytvářet prototypy a zlepšovat své návrhy jejich ověřením v praxi po vytištění na 3D tiskárně.



3D tisk ve STEM (Zdroj:

<https://www.thingiverse.com/thing:1720192>)

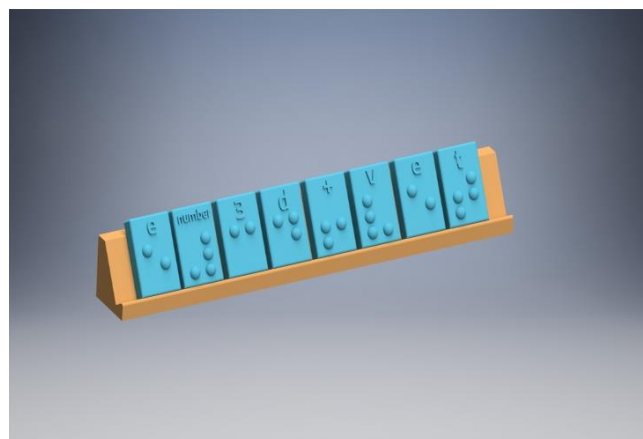
- navrhování a tisk vlastních prototypů různých nástrojů a pomůcek
- experimentování a řešení praktických problémů, oprav a vylepšení
- rozvoj týmové práce, kritického a logického myšlení

Personalizovaná výuka a inkluze

Díky snadné možnosti přizpůsobení výukových pomůcek konkrétním potřebám žáků je 3D tisk velkým přínosem pro personalizovanou výuku a podporu žáků se speciálními vzdělávacími potřebami:

- zrakové postižení – hmatové mapy, grafy, značky pro orientaci v prostoru, reliéfní modely předmětů pro získání konkrétní představy o tvaru či povrchu
- sluchové postižení – modely komunikačních gest, znakové abecedy, vizualizace abstraktních pojmů v různých předmětech
- poruchy učení – pro různé specifické poruchy učení je možné využití řadu pomůcek, jako jsou hmatové modely písmen a slov pro dyslexii, interaktivní předměty pro problémy s koncentrací aj.

- pomůcky na míru – individualizované pomůcky přizpůsobené stylu učení konkrétních žáků, praktické anatomické modely, pomůcky pro interakci a skupinovou práci



3D tisk v oblasti inkluze (Zdroj:

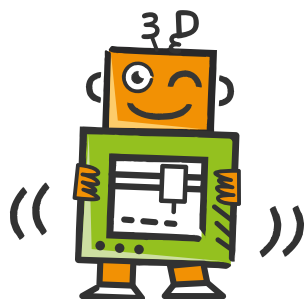
<https://www.thingiverse.com/thing:3824937>)

Ekologie a udržitelnost

3D tiskové praktické projekty mohou žákům ukázat dopady rozhodnutí na planetu v oblasti ekologie a udržitelnosti:

- výroba ekologicky zaměřených předmětů do školy – nahrazení jednorázových výrobků, krabička na svačinu, držák na tužky, kleště na sběr odpadků, pomůcky pro třídění odpadu ve třídě
- recyklace plastů – diskuze nad možnostmi znovupoužití plastů, výroby filamentu, cirkulární ekonomiky

- efektivní design – návrh 3D objektů s ohledem na množství materiálů, lehké duté konstrukce
- oprava poškozených věcí – náhradní díly, oprava školních pomůcek místo jejich vyhazování, a tedy osvojení si principu udržitelnosti



Typy 3D tiskáren v kostce

Na trhu najdeme celou řadu 3D tiskáren, které se liší nejenom dle výrobců nebo ceny, ale také dle typu využití technologie. Každý typ technologie má své přednosti i nevýhody, a proto si je zde v krátkosti představíme.

1. FDM/FFF (Fused Deposition Modeling / Fused Filament Fabrication)

FDM tiskárny pracují s plastovým filamentem, který je na cívce. Tento filament je zahříván v tiskové hlavě (extruderu) a roztavený plast je nanášen na tiskovou podložku vrstvu po vrstvě. Po nanesení jedné vrstvy se tisková hlava nebo podložka posune, aby byla nanесena další vrstva. Tento proces pokračuje, dokud není celý model hotový. Jedná se o nejvíce rozšířené 3D tiskárny a také je nejčastěji potkáme na školách.



3D Tiskárna Prusa MK4S (Zdroj :
<https://www.prusa3d.com/cs/produkt/3d-tiskarna-original-prusa-mk4s-5/>)

Výhody:

- **Nízké náklady:** FDM tiskárny jsou cenově dostupné a snadno se udržují. Materiály jako PLA, ABS nebo PETG jsou také levné a snadno dostupné.
- **Snadná dostupnost:** Velmi populární technologie s množstvím výrobců a komunitní podporou.
- **Rozmanitost materiálů:** Můžete tisknout s materiály různých vlastností

- pružnými, odolnými vůči teplotě, nebo biologicky rozložitelnými.

Nevýhody:

- **Nižší přesnost:** Detaily a povrchová kvalita nejsou tak jemné jako u SLA nebo SLS.
- **Viditelné vrstvy:** Výsledné modely často ukazují viditelné vrstvy, což může vyžadovat další zpracování (broušení, lakování).
- **Pomalejší tisk:** U složitějších modelů může být tisk časově náročný.

Použití:

- **Prototypování:** ideální pro rychlé vytvoření základních modelů nebo testovacích prototypů.
- **Hobby projekty:** domácí použití, modelářství, hračky nebo dekorace.
- **Funkční díly:** náhradní součástky nebo praktické předměty do domácnosti.

2. SLA (Stereolithography)

SLA tiskárny využívají tekutou pryskyřici (resin), která je vytvrzována pomocí UV laseru. Laser selektivně osvětluje oblasti na hladině pryskyřice, které se mají vytvrdit, čímž vytvoří jednu vrstvu. Po každé vrstvě se platforma, na které se model tiskne, posune, a proces se opakuje.



SLA Tiskárna Prusa SL1S s vytvrzovací UV stanicí (Zdroj : https://blog.prusa3d.com/cs/predstavujeme-original-prusa-sl1s-speed-nejrychlejsi-stolni-sla-3d-tiskarnu_51436/)

Výhody:

- **Vysoká přesnost:** SLA tiskárny dokážou vytvářet velmi jemné detaily, což je ideální pro modely, které vyžadují precizní zpracování.
- **Hladký povrch:** Výsledné modely mají výrazně hladší povrch než modely z FDM tiskáren.
- **Možnost malých modelů:** Díky přesnosti a jemnému laseru je možné tisknout i velmi drobné předměty.

Nevýhody:

- **Nákladnější provoz:** Pryskyřice jsou dražší než filamenty a jejich manipulace je složitější.
- **Zdravotní rizika:** Resin může být před vytvrdnutím toxický!
- **Nutnost dalšího zpracování:** Po vytištění musí být model opláchnut v izopropylalkoholu a vytvrzen UV světlem.

Použití:

- **Šperkařství:** přesné prototypy a designy.
- **Zdravotnictví:** výroba zubních forem, ortodontických pomůcek.
- **Designové modely:** dekorativní předměty a miniatury.

3. DLP (Digital Light Processing)

DLP tiskárny pracují podobně jako SLA, ale místo laseru používají digitální projektor. Tento projektor osvětluje celou vrstvu najednou, což činí proces rychlejší. Pryskyřice se vytvrzuje tam, kam světlo dopadne.

Výhody:

- **Rychlost:** Jelikož projektor osvětluje celou vrstvu současně, je tisk mnohem rychlejší než u SLA.
- **Přesnost:** Výsledky jsou velmi podobné SLA tiskárnám, s vysokou úrovní detailů a hladkým povrchem.
- **Jednodušší údržba:** Projektory mají méně pohyblivých částí než lasery, což zjednodušuje údržbu.

Nevýhody:

- Nevýhody jsou podobné jako u SLA tiskáren.

Použití:

- **Designové a vizuální modely:** sochy, prototypy výrobků.
- **Zdravotnictví:** formy pro zubní implantáty nebo chirurgické nástroje.

4. SLS (Selective Laser Sintering)

SLS tiskárny využívají laser k tavení práškového materiálu (např. nylon). Laser selektivně spéká prášek do požadovaných tvarů, vrstvu po vrstvě. Nepotřebné práškové části zůstávají sypké a slouží jako podpora pro tisk.



SLS tiskárna SINTRATEC S2 (Zdroj :
<https://www.na3d.cz/p/3351/tiskarna-sintratec-s2?pp=375c7134>)

Výhody:

- **Žádné podpory:** Nepotřebujete tisknout podpůrné struktury, protože nevyužitý prášek slouží jako opora.
- **Funkční díly:** Výsledné objekty jsou pevné, odolné a mohou mít složité tvary.

- **Rychlost:** Větší efektivita při tisku většího množství dílů najednou.

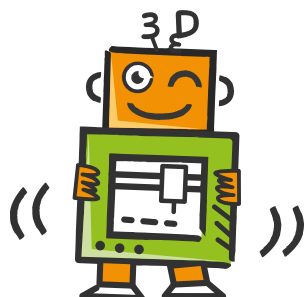
Nevýhody:

- **Vysoké náklady:** Tiskárny a práškový materiál jsou dražší.
- **Hrubší povrch:** Výsledné modely mohou mít mírně zrnitý povrch.
- **Nutnost údržby:** Prášek vyžaduje recyklaci a pečlivou manipulaci.

Použití:

- **Průmyslová výroba:** funkční prototypy, malé série výrobků.
- **Konečné produkty:** pouzdra, nástroje, součástky.

Kromě zde uvedených existuje celá řada dalších technologií 3D tisku (PolyJet, DMSL, LDM), ty jsou většinou buď variací na zde uvedené, nebo se jedná o velmi specifické průmyslové nebo lékařské použití. Více můžeme nalézt třeba [zde](#).



FFF tiskárny vhodné pro využití na ZŠ

3D tisk se stává stále populárnějším nástrojem ve vzdělávání, a to díky své schopnosti přetvořit abstraktní koncepty do reálné podoby. Díky 3D tisku lze u žáků rozvíjet kreativitu i technické dovednosti, současně motivovat k aktivnímu zapojení do vyučovacího procesu a vést je k vzájemné spolupráci. Jedním z nejdostupnějších a nejpoužívanějších typů 3D tiskáren ideálních pro základní školy je zmíněná FFF technologie. Na trhu dnes existuje nepřeberné množství 3D tiskáren, které lze pořídit za zlomek ceny a obohatit tak [výuku](#) o moderní technologie.

Parametry výběru FFF 3D tiskáren

Jak již bylo řečeno, FFF 3D tiskárny představují skvělý nástroj pro moderní výuku, který může vhodným způsobem obohatit vzdělávací proces a připravit žáky na budoucnost plnou technologií. Při výběru

FFF 3D tiskárny do školy bychom měli mít na paměti několik parametrů, které během výuky, v rámci kroužku či v družině budeme potřebovat.

Za zmínku stojí:

- **Pořizovací cena a průceschopnost tiskárny** – cena ve srovnání s výstupní kvalitou tisku a náklady spojenými s tiskovým materiálem; náročnost údržby tiskárny a řešení problémů spojených s chodem tiskárny.
- **Uživatelská přívětivost** – tedy to, jak snadné a intuitivní bude pro učitele i žáky tiskárnu obsluhovat, s čímž souvisí i zhodnocení příslušného softwaru.
- **Bezpečné a všestranné využití** – integrované bezpečnostní prvky v případě problému při tisku (detekce filamentu, ochrana proti přehřátí, nouzový spínač pro vypnutí při chybě

během tisku apod.) a možnost tisku z různých typů materiálů, jako jsou PLA přes PETG, FLEX a další, při tvorbě různých projektů a pomůcek napříč předměty.

Využití 3D tiskárny na ZŠ



3D tisk ve škole najde své uplatnění napříč předměty (Zdroj: <https://vyuka.o2chytraskola.cz/clanek/50/3d-tisk-pro-skoly/>)

3D tiskárnu je možné využít kromě informatiky ke realizaci spousty nápadů v rámci jiných předmětů. V matematice lze vytvářet modely pro pochopení geometrie, v přírodovědě, chemii, fyzice či dějepisu poslouží k výrobě modelů molekul, buněk, historických budov nebo třeba vrstevnic či zeměpisných map, ve výtvarné výchově a pracovních činnostech si lze navrhnout různé mechanické prototypy výrobků a nebo jednotlivé modely dále upravovat, natírat, lepit, brousit a přetvářet spolu s dalšími materiály do podoby různých užitečných výrobků (jako jsou krmítka

pro ptáky, stojany na tužky, doplňkové části k robotickým hračkám či výroba vlastních technických stavebnic) nebo uměleckých děl (různých soch, dekorací do tříd, vyobrazení, model školy apod.) Stejně tak se hodí při tvorbě speciálních pomůcek pro žáky s rozličnými vzdělávacími potřebami. Ve všech těchto oblastech pomáhá 3D tiskárna a proces tvorby s prohlubováním znalostí i rozvojem technické gramotnosti a kreativity.

Tiskárny pro potřeby ZŠ



3D tiskárna Prusa MINI+ (Zdroj: <https://www.prusa3d.com/cs/produkt/original-prusa-mini-3/>)

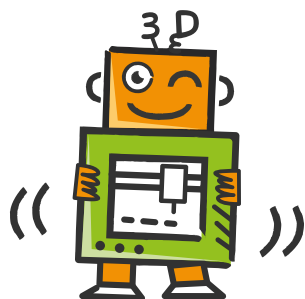
Co se samotného výběru 3D tiskárny pro účely školy týče, je vhodné sledovat cenu, bezpečnost i dobrou ovladatelnost. Mezi tyto tiskárny lze zařadit kupříkladu modely z řady **Průša** společnosti [Prusa Research](https://www.prusa3d.com/), který současně nabízí bezplatné získání [3D tiskárny do škol](#). Vedle zpracované metodiky k sestavě tiskárny,

obsluze i řešení tiskových obtíží, nabízí společnost školení, [soutěže](#) pro žáky a řadu dalších aktivit a materiálů včetně vlastní databáze [modelů](#).

do školy také před samotným nákupem [zapůjčit](#).

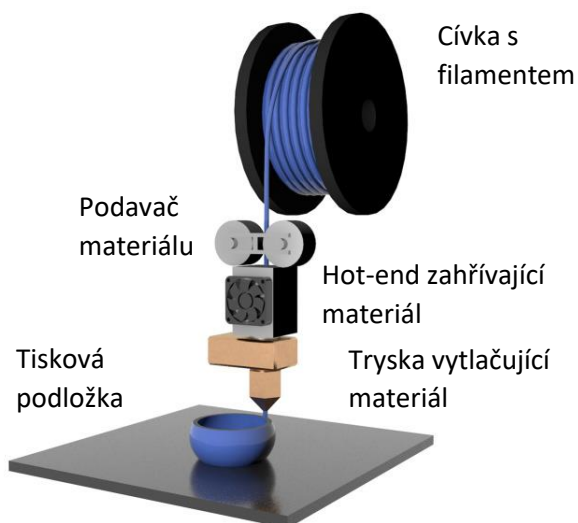
Další hojně rozšířenou a využívanou 3D tiskárnou se stala značka [Ender](#) od společnosti Creality, která vedle své cenové dostupnosti nabízí poměrně kvalitní a přesný tisk. Stejně jako u Průši i zde má tiskárna širokou základnu uživatelské podpory a je vhodná i pro začátečníky.

Máte-li pochybnosti, zda Vám daný typ tiskárny bude vyhovovat, lze si 3D tiskárnu



Součásti FFF tiskárny

FFF (Fused Filament Fabrication) tiskárny jsou pro použití na základních školách ty nejvhodnější a nezrozšířenější. I když se jednotlivé dostupné tiskárny na trhu liší velikostí, způsobem pohybu os a dalšími parametry, principem jsou všechny stejné a skládají se z těchto základních součástí:



Základní součásti 3D tiskárny

Tiskový materiál a jeho podávání

Cívka s filamentem – Filament je materiál (typicky plast) v podobě tiskové struny o přesně stanoveném průměru (většinou 1,75 mm) namotaný na cívce a umístěný v držáku cívky na tiskárně nebo u ní. O materiálech se dozvíme více později v dalších částech textu.

Podavač materiálu – má za úkol postupně a přesně posouvat tiskovou strunu do hot-endu tiskové hlavy a dále. Podavač může být konstrukčně součástí přímo tiskové hlavy na posuvném ramenu, nebo samostatně v rámu tiskárny. Z něj se pak bowdenem tlačí materiál dále. **TIP:** Pro správné podávání materiálu je klíčový hlavně přítlak podávacích koleček, která zajišťují, aby materiál neprokluzoval a neobrušoval se a současně aby se materiál nemačkal nebo nezaseknul.

Tisková hlava

Základním dílem tiskárny je **tisková hlava**. Její provedení se u jednotlivých tiskáren mírně různí a kvalita celé konstrukce je z velké části zodpovědná za kvalitu tisku. Ovlivňuje hlavně rozsah pracovních teplot a jejich stabilitu a kvalitu chlazení. Kromě toho, že součástí může být podavač filamentu (viz výše) obsahuje dále následující hlavní součásti:

Topný blok s chlazením – topný, typicky kovový blok nahřívající materiál musí udržovat stabilní teplotu pro správné natavení filamentu, proto je také jeho součástí pasivní i aktivní chlazení tiskové hlavy. Celé této části tiskárny se říká také **hot-end**.

Tisková tryska – typicky kovová tryska s přesně daným průměrem otvoru, kterým je materiál vytlačován. Základní rozměr je 0,4 mm, ale výměnou trysky za menší nebo větší lze dosáhnout jemnějšího rozlišení v osách X/Y, a tím i větších detailů, nebo naopak rychlejšího tisku u větších (a méně detailních) modelů. Je také možné sehnat trysky z různých materiálů např. s jádrem z korundu pro pevnější a otěruvzdorný průchod filamentu.



Trysky 3D tiskárny

Chlazení vytištěného materiálu – ventilátor(y) s cíleným prouděním vzduchu na vytlačovaný materiál urychluje jeho chladnutí; kvalita a přesnost chlazení ovlivňuje hlavně tisk převisů a přemostění.

Tisková podložka

Podložka pro tisk je důležitou součástí tiskárny a její hlavní úkol je udržet materiál přichycený po celou dobu tisku pevně na podložce. Musí být zkalibrována s tiskovou hlavou tak, aby byla ve všech bodech vzdálenost trysky od podložky neměnná a přesná, a hlavně aby se na první vrstvě materiál přitlačil k podložce. Z hlediska materiálů se běžně používají různé povrchy. Nejčastěji se můžeme setkat s PEI (druh termoplastu nanesený na tenké kovové podložce) nebo sklem. Mnoho výrobců ale nabízí speciální podložky. Různé povrchy jsou také různě vhodné pro konkrétní tiskové materiály.

Vyhřívání podložky – většina tiskáren nabízí podložku vyhřívanou. Nahřátí podložky způsobí lepší přilnutí materiálu během procesu tisku. V případě nevyhřívání podložky nebo problémům s přilnutím je vhodné před tiskem aplikovat lepidlo (kancelářskou lepicí tyčinku).

Konstrukce tiskárny

Z hlediska konstrukce tiskárny je podstatný její rám, kryt a hlavně řešení pohybu jednotlivých os x/y/z. Pevnost rámu tiskárny ovlivní přesnost pohybu os. Tiskárny Prusa disponují rámem „U“ pro pohyb tiskové hlavy x/z (do boku a nahoru/dolů) a podložkou posouvající se v ose y (dopředu/dozadu). U tiskárny Prusa Mini je rám ještě zjednodušen jen na jednostranné rameno. Některé jiné tiskárny (např. Ultimaker) pohybují ramenem v ose x/y přičemž podložka se posouvá v ose z dolů. Setkat se můžeme také s tzv. „delta“ tiskárnami s nepohyblivou pevnou podložkou a tiskovou hlavou zavěšenou na třech ramenech a vertikálních osách pro komplexní 3D pohyb.

Dalším prvkem tiskárny může být její krytování. Velká část tiskáren není standardně zakrytována, použití krytované tiskárny přináší však dvě zásadní výhody:

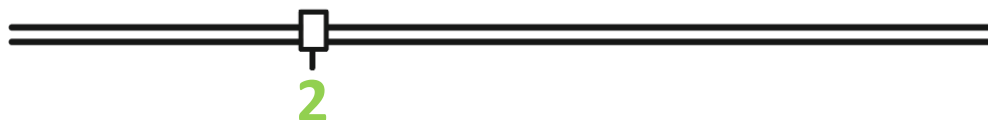
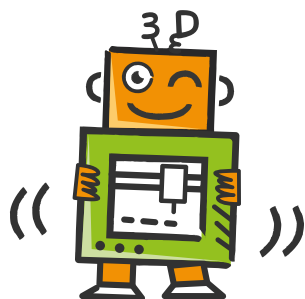
- Kontrolované podmínky tisku z hlediska stabilnější teploty, zabránění proudění vzduchu aj.
- Bezpečnost – z hlediska umístění tiskárny ve školách je zabránění přístupu k hot-endu bezpečnější.

Displej a konektivita

Poslední ze základních součástí tiskárny jsou její vstupní a výstupní prvky. Většina tiskáren disponuje nějakým typem displeje s menu pro zadávání tisku a nastavení tiskárny. Dalším prvkem je rozhraní pro vstup tiskových dat. Tiskárny mohou disponovat různými rozhraními – konektivitou, nejčastěji se jedná o vstup pro paměťovou kartu (SD), USB flash disk, LAN port nebo WiFi.

Náhradní díly

Mnoho součástí podléhá při tisku opotřebení a je třeba je časem obměňovat. Jedná se např. o trysky, bowdeny, podložky aj. Pohybující se díly, osy, ozubená kola apod. je nutné v rámci údržby mazat vhodným mazivem. Celkově je velká většina součástí tiskáren rozebratelná a nahraditelná včetně celé tiskové hlavy.



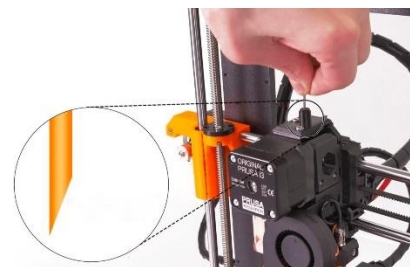
Základní obsluha FFF 3D tiskárny

Klasické FFF tiskárny dnes nejsou nijak zvlášť složité a do velké míry vás i navedou pomocí rad na svém displeji. Nicméně je dobré znát celý průběh tisku, abychom nevynechali nějakou zásadní část a nepřipravili si nepříjemné chvíle se špatně vytištěným modelem, nebo dokonce poškozenou tiskárnou.

Projdeme si tedy základní kroky, jak s tiskárnou pracovat, abychom mohli tisknout.

1. Vložení filamentu:

- Na tiskárně zvolíme „Vložení filamentu“ a z nabídky vybereme, jaký druh filamentu vkládáme. Dle toho se nám rozhřeje tryska i podložka na správnou teplotu.
- Filament před vložením do extruderu seřízneme/ustříhneme do špičky.



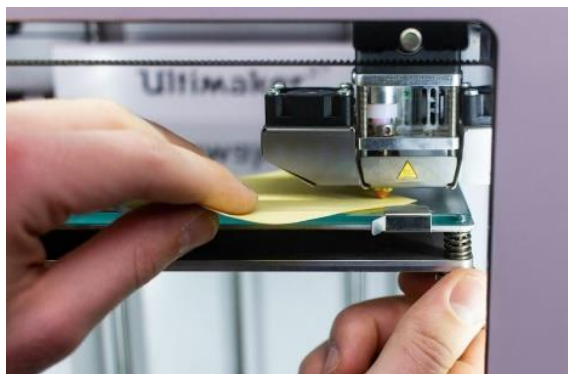
Vložení filemntu do extruderu a ukázka správného seřiznutí špičky filamentu. (Zdroj: <https://muni.cz/go/99d17d>)

- Jakmile nám tiskárna řekne, že je teplotně připravena, vložíme filament do extruderu.
- Nakonec zkontrolujeme, že se nám nový filament vytlačuje a že má požadovanou barvu. V případě potřeby necháme tiskárnu vytlačit více filamentu.
- Pokud už nějaký filament v tiskárně je, zvolíme „výměna filamentu“. Počkáme, až se tiskárna zahřeje a vysune filament z extruderu. Filament vyjmeme a nasadíme nový.

- Zkontrolujte, zda není na klubku filamentu nějaký uzel, nebo není filament na cívce nějak jinak zapleten! Předejdete zbytečným problémům s přetrženým filamentem nebo zaneseným extruderem!

2. Vyrovnání podložky:

- Podložku je nutné mít vyrovnanou a se správnou vzdáleností trysky od podložky.
- Některé tiskárny dělají vyrovnání automaticky, u jiných je nutné postupovat tak, že v různých místech podložky zasuneme mezi trysku a podložku list papíru. Dobrá vzdálenost je taková, kdy lze papír volně vytáhnout, ale drhne.



Vyrovňování pomocí listu papíru. (Zdroj : <https://muni.cz/go/cc78df>)

3. Příprava tiskové podložky

- Podložku je nutné pravidelně čistit! Často stačí jen podložku umýt, ale k dobrému vyčištění je ideální třeba izopropylalkohol.

- U tisků, kde by hrozilo odlepení (nebo pokud se nám to již s modelem stalo), můžeme na podložku aplikovat tenkou vrstvu lepidla nebo laku na vlasy.

4. Načtení G-code do tiskárny:

- Pomocí SD karty, USB disku, popřípadě přes online aplikaci do tiskárny načteme tiskový soubor připravený ve sliceru.
- V menu tiskárny vybereme požadovaný soubor a spustíme tisk. Tiskárna si zahřeje trysku a podložku dle nastavení a začne tisknout.

5. Kontrola prvních vrstev:

- Na začátku tisku je důležité kontrolovat první vrstvy – jestli se korektně tisknou, jestli se tisk neodtrhl od podložky a podobně.
- Pokud je problém hned v první vrstvě, tisk zastavíme, již vytlačený filament vyhodíme a pokusíme se problém vyřešit (více v kapitole troubleshooting).

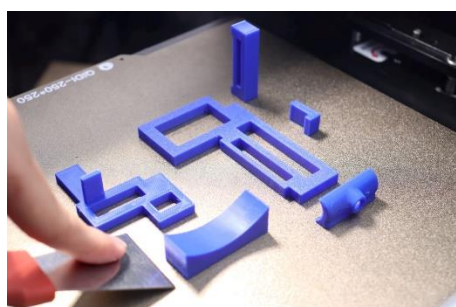
6. Monitorování tisku:

- V průběhu tisku do něj nijak nezasahujeme (byť zkušenější uživatelé mohou v průběhu měnit třeba rychlost tisku, nebo teplotu podložky).

- Průběžně tisk kontrolujeme, abychom odhalili případnou chybu a zabránili poškození tiskárny – například utržený tisk, ucpaná tryska, deformace tisknutého modelu a podobně.
- Pokud vznikne při tisku problém, nesnažte se za každou cenu zachránit probíhající tisk! Model lze vytisknout znovu, ale poškozená tiskárna je větší problém!

7. Odstranění modelu z podložky:

- Po dokončení tisku necháme model trochu vychladnout a odebereme ho z podložky.
- Pokud model nejde jednoduše odebrat z podložky, můžeme použít například špachtli – dejte pozor, ať nepoškodíte model, ale především tiskovou podložku!



Odstranění tisku z podložky pomocí špachle (Zdroj : <https://muni.cz/go/c076bb>)

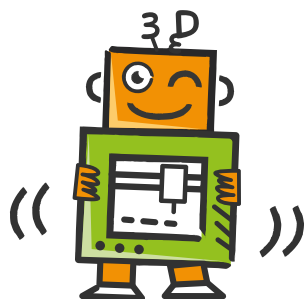
- U flexibilních podložek (např. u tiskáren Průša) odeberte celou podložku i s modelem a opatrně ji prohněte – tisk by se měl sám odloupnout.

8. Vypnutí tiskárny:

- Tiskárnu vypněte, pokud nebudete hned znovu tisknout.

9. Údržba tiskárny:

- Není sice nutné to dělat po každém tisku, ale jednou za čas je dobré vyčistit trysku, pořádně vyčistit podložku a zkontrolovat opotřebení dílů – jestli jsou dobře napnuté hnací řemínky, promazaná ložiska a podobně.



Troubleshooting – nejčastější problémy při tisku a jejich řešení

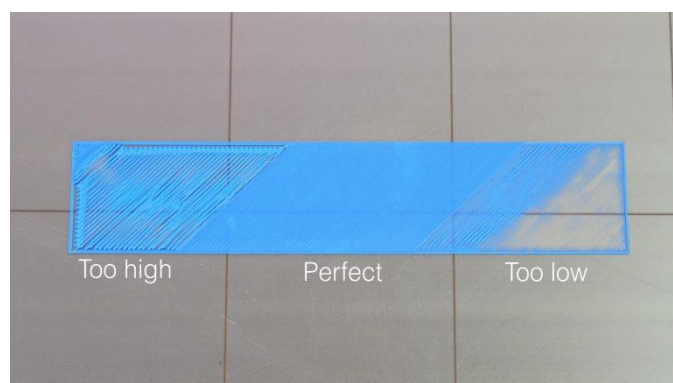
Během tiskového procesu mohou nastat různé komplikace, jako jsou chyby v adhezi, deformace modelu, zaseknutí tisku aj. Tyto problémy mohou mít původ v nastavení parametrů, kvalitě materiálu nebo špatné přípravě. Pojdme se podívat na ty nejbežnější problémy, možné příčiny a řešení.

Výtisk nedorůstá na podložce

Jedním z nejčastějších problémů je nedostatečná adheze, tedy že se model nepřichytí dobře k podložce, **odlepuje se**, nebo se odlepují jeho části a krouží se (warping); případně se model začne celý posouvat, což má často za následek tvorbu **změti vláken**. Při odlepení od podložky se také může stát, že se výtisk začne nalepovat na samotnou trysku a hot-end.

Řešení: Předně před tiskem zkontrolujte odmaštění podložky. Dále zkontrolujte

vyrovnání podložky a kalibraci první vrstvy. Při vytlačování musí být první vrstva tryskou přitlačena na podložku (ale nesmí být přitlačena tak moc, aby nebyl prostor na samotné vytlačování filamentu a tryska prakticky jezdila po podložce). Zvyšte teplotu podložky. Případně naneste na podložku kancelářské lepidlo. Při zvedání okrajů tisku také může pomoci uzavřená tisková komora stabilizující teplotu a bránící proudění vzduchu.



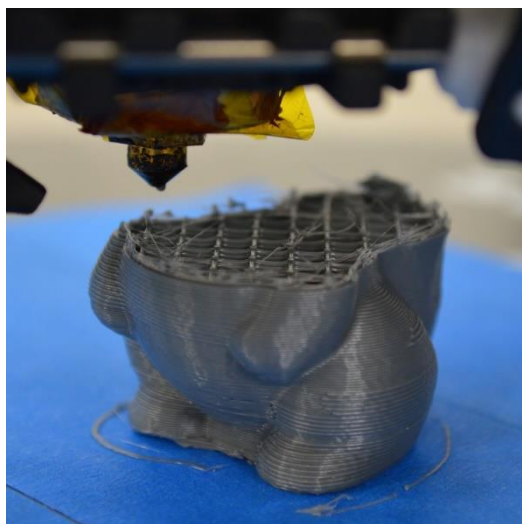
Ukázka tisku první vrstvy (Zdroj :
<https://help.prusa3d.com/article/first-layer-calibration-i3-112364>)

Filament se nevytlačuje

Kromě toho, že filament prostě dojde, jsou časté dvě základní příčiny, **ucpaná tryska** nebo problém s **podáváním materiálu** do hot-endu.

Řešení: Pokud je problém v ucpané trysce nebo jiné části hot-endu je možné se pokusit o vyčištění buď metodou cold-pull, nebo rozebráním částí hot-endu. Více např. [zde](#).

Další možností je problém s podáváním. Špatný přitlak podávacích koleček může způsobit obrušování filamentu nebo jeho prokluzování a je nutné přitlak správně nastavit. Pokud se filament obrušoval déle, bude potřeba podavač vyčistit od zbytků filamentu. Je také potřeba hlídat, zda filament nedošel, neulomil se nebo se struna nezamotala.



Ucpaná tryska (Zdroj : <https://www.obico.io/blog/step-by-step-guide-unclogging-your-3d-printer-nozzle/>)

Části modelu jsou zkroucené, roztavené nebo se bortí

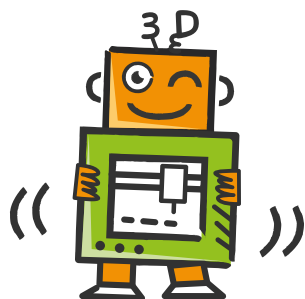
Tisknutý model se může **tavit** nebo **kroutit**, nejsou dobře vidět detaily a špatně se tvoří **převisy** nebo **přemostění**. Mohou tak vznikat i **změti vláken** na částech modelu.

Řešení: Pro kvalitní tisk je nutné mít správnou teplotu tavení filamentu a nastavení chlazení. Může být potřeba teplotu snížit. Při tvorbě převisů a přemostění je třeba také dobré chlazení, roli ale hraje také rychlost tisku. Pokud model obsahuje větší převisy nebo přemostění, bude nutné zapnout **tvorbu tiskových podpor** ve sliceru.

Mechanické a elektronické problémy tiskárny

3D tiskárna obsahuje mnoho mechanických a elektronických částí, které mohou selhat nebo se opotřebovat. Pro předcházení problémům je potřeba tiskárnu udržívat – konkrétně čistit (trysku, extruder, podavač) a mazat pohyblivé součásti, jako jsou osy. Pozornost je potřeba věnovat také ložiskům a ventilátorům. V neposlední řadě je vhodné aktualizovat firmware tiskárny. Další kroky můžete nalézt například [zde](#).

Mnoho dalších problémů a řešení lze najít na webu: [DIKOBRAZ](#)



Typy materiálů pro 3D tisk pomocí FFF technologie

K tomu, abychom vytiskli rozličné předměty, potřebujeme různé materiály, které mají určité vlastnosti. Někdy hraje roli teplota, jindy zase bezpečnost použití, někdy chceme, aby byl výsledný produkt pružný, jindy zase, aby vydržel i drsnější podmínky a dlouhodobější zacházení. Na různé požadavky tak existují různé 3D tiskové materiály, se kterými můžeme pracovat i ve škole. Pojďme si je stručně představit.



Filamenty můžeme najít v rozličných barvách i složeních
(Zdroj: <https://for3dtisk.cz/>)

PLA

PLA je nejvíce rozšířený a využívaný materiál, který se dobře tiskne a následně i dobře

opracovává. Jedná se o biologicky odbouratelný a netoxický polymer, díky čemuž jej lze bezpečně využívat ve školním prostředí. Jeho nízká tisková teplota a snadná tisknutelnost přináší sice nižší pevnost výsledného produktu, nicméně současně zjednodušují samotný proces 3D tisku. Díky tomu je ideálním materiálem pro začátečníky a mladší žáky, kteří se s 3D tiskem teprve seznamují. Hotové výtisky z tohoto materiálu lze dále povrchově upravovat (například natírat barvami, lakovat, brousit, lepit apod.), díky čemuž je možné dodat výrobkům další rozměr a využít tak 3D tisk i v ostatních předmětech jako jsou pracovní činnosti nebo výtvarná výchova.

Výhody: snadná tisknutelnost, dobře se opracovává (natírání, lakování, broušení), netoxický materiál – bezpečný pro školní prostředí

Nevýhody: nižší pevnost výtisku a nízká stálost při teplotách nad 50 °C a mechanickém namáhání

ABS

ABS je široce používaný materiál pro 3D tisk díky své vysoké pevnosti a odolnosti vůči nárazu. Je také odolný vůči teplotám, což z něj činí vhodný materiál pro předměty, které budou vystaveny vyšším teplotám nebo mechanickému namáhání. Při tisku z ABS se však uvolňují výpary, které mohou být toxické, a je nezbytné zajistit dobré větrání. ABS je vhodný pro výrobu funkčních prototypů, nástrojů a hraček.

Výhody: odolný proti nárazu a vyšším teplotám, možnost vyhlazování acetonem

Nevýhody: uvolňování výparů (nutná ventilace), tendence k deformacím během tisku (nutná vyhřívaná podložka, ideálně i uzavřená tiskárna)

ASA

Jde o materiál velmi podobný ABS s příměsí složek, které oproti ABS vylepšují jeho vlastnosti.

ASA je vysoce odolný vůči UV záření a povětrnostním vlivům, což mu zajišťuje dlouhou životnost i v náročných podmínkách. Je tedy vhodný pro tisk předmětů, které budou vystaveny slunečnímu záření a různým povětrnostním

vlivům, jako jsou například zahradní dekorace, ptačí budky, venkovní nábytek nebo automobilové díly.

V případě použití ve školních podmínkách je tak třeba počítat s horší zpracovatelností oproti PLA a dbát na bezpečnost žáků – kupříkladu mít k dispozici laboratoř s dostatečným odvětráváním a s uzavřenou 3D tiskárnou, v níž tisk z tohoto materiálu může probíhat, aniž by ohrozil zdraví.

Výhody: vysoká odolnost vůči povětrnostním vlivům (UV záření), dobrá mechanická odolnost

Nevýhody: uvolňování výparů (nutná ventilace), tendence k deformacím během tisku (nutná vyhřívaná podložka, ideálně i uzavřená tiskárna)

PET a PETG

PET a PETG jsou dva různé druhy polyethylentereftalátu. PET je známý svou pevností, tvrdostí a dobrou chemickou odolností. Je často používán pro výrobu lahví, obalů a textilií. PETG je varianta PET, která obsahuje glykol, což zlepšuje jeho vlastnosti při 3D tisku. PETG je pružnější a odolnější než PET, ale stále si zachovává vysokou pevnost a odolnost vůči chemikáliím. PETG je méně křehký než PLA a může být použit pro výrobu funkčních dílů

a prototypů, které vyžadují větší mechanickou odolnost.

Výhody: pevnější než PLA, PET – pevnost a tvrdost, dobrá chemická odolnost; PETG – pružnost a menší křehkost

Nevýhody: citlivost na vlhkost, náročnější zpracování při tisku (PET), potřeba dobrého větrání při tisku (PETG)

NYLON

Nylon je syntetický polymer, který je známý svou vysokou pevností, odolností vůči opotřebení a chemickou odolností. Dále je charakteristický svou hladkostí a nízkým třením, což z něj dělá ideální materiál pro tisk funkčních dílů, jako jsou ozubená kola, ložiska a další mechanické součásti, které vyžadují vysokou odolnost a přesnost.

Nylon má vynikající mechanické vlastnosti, ale jeho tisk může být náročnější kvůli jeho tendenci absorbovat vlhkost z okolního prostředí. To může vést k problémům s tiskem, pokud není materiál správně skladován a sušen před použitím.

Ve školním prostředí může být nylonový filament užitečný pro tvorbu různých praktických a vzdělávacích modelů. Díky své pevnosti a odolnosti je ideální pro výrobu mechanických dílů k demonstraci fyzikálních principů. Žáci mohou tisknout modely strojů, nebo vytvářet odolné nástroje a pomůcky,

které vydrží časté používání a experimentování.

Výhody: vysoká pevnost a odolnost

Nevýhody: náročnější tisk a potřeba suchého prostředí

TPU – FLEX

TPU – Flexfilament je známý svou vysokou pružností a odolností. Tento materiál je ideální pro tisk pružných a poddajných objektů, jako jsou různá těsnění, ochranné kryty, elastické spoje, formy, nebo dokonce i podrážky bot. Ve školním prostředí může být TPU filament využit pro různé praktické i kreativní účely. Lze z něj tisknout modely do fyziky k demonstraci vlastností materiálů jako je pružnost a pevnost, různé menší podložky a gumové uzávěry nádob, zarážky, gumičky nebo modely s pohyblivými částmi. Tento filament je rovněž vhodný pro výrobu ochranných obalů a nástrojů, které mohou být využity v rámci školních projektů a experimentů.

Výhody: vysoká pružnost a odolnost vůči nárazu, odolnost proti oděru a chemikáliím

Nevýhody: obtížnější tisk (doporučuje se nižší rychlost a direct-drive extrudér), delší doba tisku kvůli nižší rychlosti

Speciální filamenty

Existuje mnoho speciálních typů filamentů, které rozšiřují možnosti 3D tisku. Uvedeme si zde jen některé, nicméně paleta filamentů se neustále zvětšuje. Nové a speciální filamenty bývají dražší a některé vyžadují větší uživatelskou zkušenost, ale mohou být ideální pro váš tisk:

Dřevěný filament: Obsahuje jemné částičky dřeva kombinované s PLA, což umožňuje tisknout objekty s imitací dřevěného vzhledu včetně jeho textury.

Kovový filament: Obsahuje kovové prášky smíchané s plastovým základem, což umožňuje tisknout objekty s kovovým vzhledem a vyšší hmotností než běžné plasty.

Fosforeskující filament: Tento typ filamentů svítí ve tmě po vystavení světlu. Je ideální pro dekorace, bezpečnostní značky a kreativní projekty.

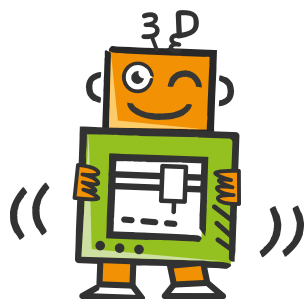
Karbonový filament: Obsahuje uhlíková vlákna smíchaná s plastovým základem, což poskytuje vysokou pevnost a tuhost. Tento filament je ideální pro tisk mechanických dílů a konstrukcí vyžadujících větší odolnost.

Vodou rozpustný filament: Tento filament, často vyrobený z PVA (Polyvinyl Alcohol), se používá jako podpůrný materiál při tisku složitých objektů. Po tisku je podpůrný

materiál snadno rozpustný ve vodě, což usnadňuje odstraňování podpor.

Tkaninový filament: Filament obsahuje textilní vlákna smíchaná s plastovým základem, což umožňuje tisknout objekty s jemnou texturou připomínající tkaninu.

Antibakteriální filament: Obsahuje přísady zabíjející růstu bakterií, což je ideální pro tisk zdravotnických a hygienických produktů.



3D Získávání a tvorba modelů pro 3D tisk

3D tisk a práce s trojrozměrnými modely se na první pohled mohou zdát složité, ale ve skutečnosti existuje mnoho jednoduchých a dostupných způsobů, jak 3D objekty do výuky zařadit.

V následujících kapitolách se seznámíme s několika možnostmi, jak 3D modely obstarat.

Vyhledávání v databázích

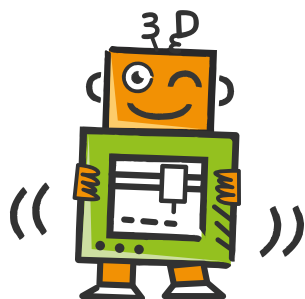
Existuje řada specializovaných internetových stránek, které nabízejí tisíce volně dostupných 3D modelů k okamžitému stažení. Můžeme tak snadno najít modely z oblasti přírodovědy, matematiky, geometrie či výtvarné výchovy a přímo je využít ve výuce.

Vytváření modelů pomocí 3D skeneru

Pro některé projekty se vyplatí nasnímat reálný objekt (např. listy stromů, historické předměty či školní pomůcky), které pak žáci mohou zkoumat v digitální podobě. Skenování není dnes jen výsadou specializovaných laboratoří – i v běžné praxi lze najít cenově dostupné 3D skenery či využít mobilní aplikace.

Modelování ve 3D softwaru

Samotné tvoření 3D modelů je pro žáky obohacující – rozvíjejí představivost, prostorové uvažování a kreativitu. Na trhu existuje mnoho jednoduchých programů pro začátečníky, díky nimž je možné vytvořit vlastní modely v rámci projektové či týmové práce – my se zaměříme hlavně na práci v programu TinkerCad, ale zmíníme i některé další.



Databáze s 3D modely

Na internetu je k dispozici řada rozsáhlých databází nabízejících 3D modely. Mnohé z nich poskytují modely zdarma, zatímco jiné vyžadují poplatek za přístup nebo za stažení konkrétních modelů.

Ne všechny databáze jsou však zaměřeny přímo na 3D tisk, což znamená, že některé modely nemusí být vhodně optimalizované pro tiskové procesy. Naopak, některé platformy kromě samotných modelů nabízejí i **metodické a didaktické materiály**, které usnadňují jejich využití ve výuce na školách. Pokud je databáze zaměřená na 3D tisk, často obsahuje i instrukce nebo další informace.

Následující přehled obsahuje výběr online zdrojů s krátkým popisem jejich obsahu. Většina těchto databází není úzce specializovaná a zahrnuje miliony modelů různého druhu – od figurek, náhradních dílů

a designových objektů až po užitečné pomůcky do domácnosti a další.

Thingiverse – www.thingiverse.com

Asi nejznámější a velmi rozsáhlá databáze zdarma dostupných modelů zaměřená na 3D tisk. Databáze není specializovaná, a tak v ní lze najít objekty z mnoha kategorií. Jedná se o komunitní databázi, a proto u modelů nalezneme nejen instrukce pro 3D tisk, ale také diskuzi ohledně modelů nebo galerii výtisků daného modelu. Thingiverse obsahuje i **sekcí pro vzdělávání** <https://www.thingiverse.com/education>.

Printables – www.printables.com

Databází přímo od tvůrců tiskáren Prusa je Printables. Mimo jiné zde nalezneme Learning sekci dělenou dle oblastí vzdělávání a samozřejmě spoustu modelů členěných do kategorií.

MakerWorld – www.makerworld.com

Třetí velkou databází je MakerWorld. Zaměřuje se primárně na tiskárny firmy BabuLab, a proto často obsahuje u modelu připravený g-code pro tyto tiskárny. Při stažení samotného modelu ale je samozřejmě možné ho využít a připravit si jej ve sliceru pro libovolnou 3D tiskárnu.

BE3DAcademy - be3dacademy.ysoft.com

Databáze firmy YSoft nabízí modely členěné do lekcí podle věku a vzdělávací oblasti. Některé části a modely jsou dostupné zdarma a některé v placené části (související s pořízením tiskárny firmy YSoft). K modelům jsou k dispozici kompletní lekce včetně prezentací, ukázek a metodických materiálů.

Další zdroje

Online můžeme nalézt mnoho dalších zdrojů obsahu. Jmenujme např.:

www.createeducation.com – Platforma zaměřená na vzdělávání v oblasti 3D tisku a technologií, nabízející bezplatné modely, výukové materiály a inspiraci pro učitele.

<https://grabcad.com/library> – Komunitní databáze sdílející tisíce 3D modelů, primárně

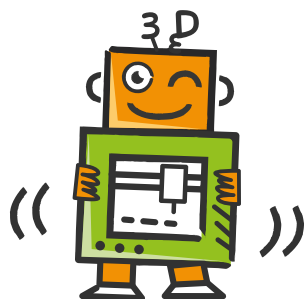
zaměřených na technické a průmyslové aplikace.

<https://www.turbosquid.com/> – Databáze prémiových 3D modelů určených pro profesionální použití, jako je filmová produkce, reklama nebo hry, s možností nákupu a prodeje.

<https://sketchfab.com/> – Online platforma pro prezentaci, sdílení a prodej interaktivních 3D modelů.

<https://www.myminifactory.com/> – Komunita zaměřená na 3D tisk, kde mohou uživatelé stahovat tisíce modelů ověřených pro tisk a sdílet vlastní výtvořky.

<https://3d.nih.gov/> – Specializovaná databáze 3D modelů pro lékařské a vědecké účely, zaměřená na vzdělávání, výzkum a zdravotní aplikace.



3D Skenery

Další možností, jak získávat 3D objekty pro tisk je z reálného světa – tedy skenováním. Podobně jako funguje skener, který je součástí většiny tiskáren na papír, funguje i 3D skener. Je to proces, který umožňuje převést fyzické objekty do digitální podoby. Jak velké objekty lze skenovat a s jakou přesností, je už jen otázkou ceny a velikosti skeneru.

Druhy 3D skenerů

Existuje mnoho druhů i řazení 3D skenerů, od malých ručních až po skenování pomocí průmyslových dronů. My se však podíváme na ty, se kterými se můžeme spíše setkat.

Ruční 3D skenery

Přenosné (ruční) skenery umožňují uživateli volně pohybovat zařízením kolem objektu. Jsou ideální pro skenování větších nebo těžko přístupných objektů.



Ruční Scanner Crealiti (Zdroj: <https://muni.cz/go/1d49b8>)

Stacionární skenery

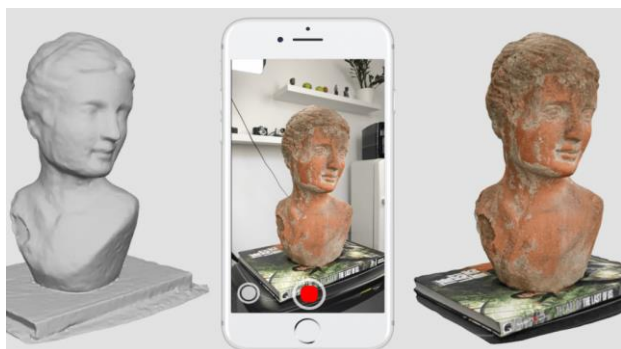
Zde je potřeba, aby byl objekt pevně umístěn během skenování. Používají se spíše pro přesné skenování nebo skenování menších objektů. Tím, že je objekt i skener pevně zafixovaný, je skenování přesnější. Je dobré dodat, že mnohé levnější skenery umožňují jak stacionární, tak ruční skenování.



Stacionární skener EniScan – SE (Zdroj : <https://cz.rs-online.com/web/p/3d-skenery/2229692>)

3D Skenování mobilem

Moderní chytré telefony dnes dokáží se správnou aplikací provést základní 3D skenování. Je to jednoduché, dostupné a poměrně snadné i pro použití ve škole. Kvalita ale bude velmi různorodá podle toho, jaké telefony budou mít žáci, a samozřejmě nebude skenování tak přesné jako s použitím skeneru.



Ukázka skenování přes mobilní aplikaci (Zdroj: <https://www.sculpteo.com/>)

Příklady využití v praxi

Tvorba školního muzea

Děti mohou naskenovat a digitálně archivovat zajímavé objekty, které najdou například při exkurzích. Tyto 3D modely pak mohou použít k vytvoření virtuálního školního muzea, které lze sdílet s ostatními.

Projekty s lokálním zaměřením

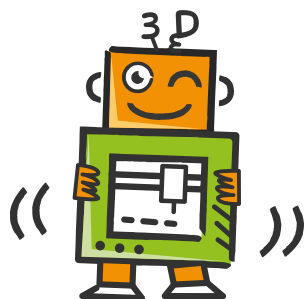
V rámci projektů zaměřených na komunitu mohou žáci naskenovat a uchovat digitální kopie zajímavých historických památek nebo uměleckých děl ve svém okolí. Ty mohou následně upravovat a tisknout.



Ukázka převedení sochy přes program do 3D tisku (Zdroj: <https://blog.prusa3d.com/>)

Osobní projekty

Děti mohou přinést své oblíbené předměty a pomocí skenování si vytvořit jejich digitální kopii. Následně je mohou upravit, obarvit a vytisknout jako vlastní unikátní výtvar.



Software pro tvorbu 3D modelů

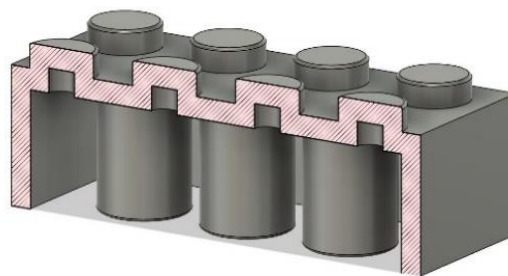
Pokud chceme vytvořit zcela nový nebo upravit existující 3D model, budeme potřebovat 3D modelovací software. Důležité také je, že samotné 3D modelování můžeme velmi dobře **zařadit i do výuky**. Rozdělme si způsoby modelování a uveďme konkrétní a vhodné programy pro tvorbu i výuku.

Objemové modelování

Objemové modelování (solid modeling) pracuje s tělesy jako geometrickými prvky včetně jejich vnitřní struktury. 3D model má tedy objem nebo tloušťku stěny, podobně jako reálný objekt. Modelování probíhá obvykle v přesných rozměrech, v jakých by mělo být těleso vyrobeno. Nejčastěji se používá **parametrický přístup**, kdy změna parametrů (např. tloušťky stěny) umožňuje snadnou editaci modelu.

Objemové modelování využívají hlavně **CAD** programy (Computer Aided Design), které

slouží k návrhu objektů pro další zpracování a výrobu. Na CAD navazuje CAM (Computer Aided Manufacturing) zaměřené na výrobu a simulace, kam patří i výroba 3D tiskem. Objemový model lze snadno převést na povrchový, opačný proces je však složitější.



Řez objemovým modelem

Tinkercad – www.tinkercad.com

Tinkercad je jednoduchý online nástroj pro 3D modelování určený zejména začátečníkům, který umožňuje snadnou

tvorbu modelů pro 3D tisk či vzdělávací účely. Budeme se mu blíže věnovat v dalších částech textu.

Fusion 360 je pokročilý CAD/CAM/CAE nástroj, který umožňuje komplexní 3D modelování, návrhy, simulace a výrobu, a je široce využíván v inženýrství, strojírenství a produktovém designu. Současně má ale jednoduché a intuitivní rozhraní, množství výukových materiálů dostupných online a hlavně nabízí licence pro osobní a vzdělávací potřeby zdarma.

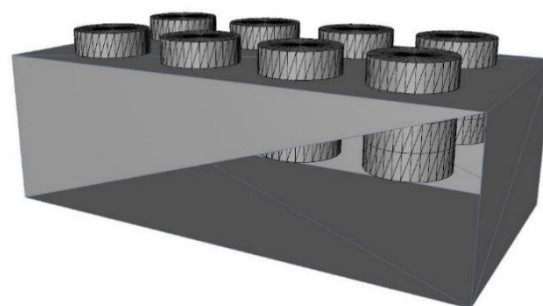
SketchUp je intuitivní 3D modelovací software, který se používá především pro architektonické, stavební a interiérové návrhy, umožňující snadnou tvorbu a úpravu 3D modelů. Využívá objemového, ale i polygonového přístupu k modelování.

OnShape je cloudový CAD software, který umožňuje týmovou spolupráci na 3D modelování v reálném čase, což jej činí ideálním pro inženýrské a produktové návrhy. Pro 3D tisk je komunitně velmi oblíben a je dostupný zdarma.

Polygonové modelování

Polygonové (povrchové) modelování vytváří modely pouze pomocí povrchu tvořeného 2D ploškami – polygony, nejčastěji trojúhelníky. K tvorbě modelů se používají techniky jako vytahování polygonů z primitiv nebo 3D křivky. Výsledný objekt nemá tloušťku stěny, a proto není reálně

vyrobitelný, ale správně popisuje vnější tvar. Polygonové modelování se využívá například v počítačových hrách a filmových efektech.



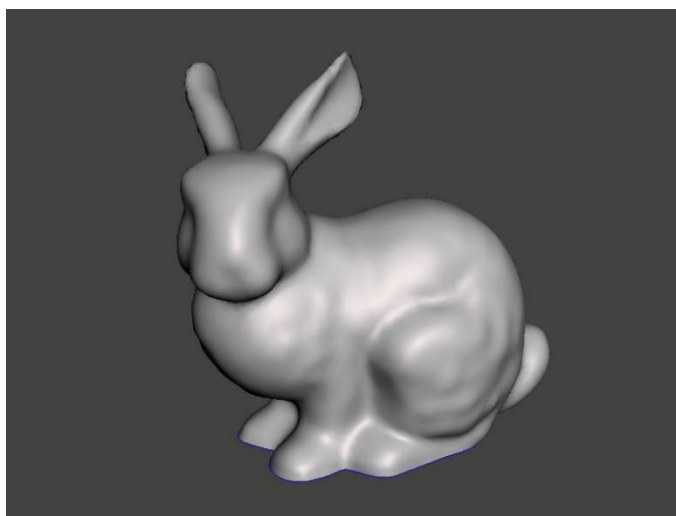
Polygonový model s odstraněným jedním polygonem

Blender je open-source 3D software, který umožňuje modelování, animaci, texturování, rendering a tvorbu vizuálních efektů. Díky širokému spektru nástrojů a komunitní podpoře je Blender populární nejen pro vytváření animací a her, ale i pro 3D tisk a sculpting.

Cinema 4D je profesionální 3D software zaměřený na modelování, animaci, renderování a vizualizace, známý svým intuitivním uživatelským rozhraním. Je oblíbený zejména v oblasti motion graphics, vizuálních efektů a animace, a je široce používán v postprodukci pro film, televizi a reklamu. Nabízí zvýhodněné licence pro školství.

Sculpting

Sculpting – **digitální sochařství** je třetí přístup k modelování, zaměřený na organické tvary a detaily. Modely jsou tvořeny postupným tvarováním podobně jako při ručním sochařství a uživatel má pocit, že pracuje s objemovým tělesem, i když je vlastně editována polygonová síť. Používá se například pro postavy nebo přírodní útvary a je běžný v herním průmyslu a filmových efektech. Výsledné modely často vyžadují retopologii (přepracování polygonové sítě pro snížení počtu polygonů), aby byly vhodné pro další využití.



Sculpt model králíka (Zdroj: ukázkový soubor Meshmixer)

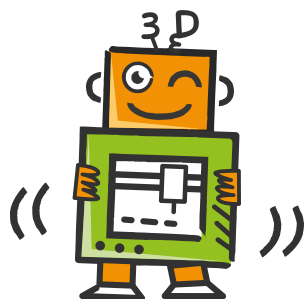
ZBrush – Profesionální software pro digitální sochařství, který je považován za standard v průmyslu pro detailní modelování a sculpting. Pro začátečníky a výuku je k dispozici bezplatná (funkčně omezená) verze **ZbrushCoreMini**

<https://www.maxon.net/en/zbrushcoremini>

SculptGL je bezplatný online nástroj pro digitální sochařství, který umožňuje vytváření a úpravu 3D modelů přímo v prohlížeči s jednoduchými nástroji pro sculpting.

<https://stephaneginier.com/sculptgl/>

Meshmixer je bezplatný software od Autodesku určený pro úpravu a opravy 3D modelů, který nabízí nástroje pro sculpting, opravy sítě a přípravu modelů pro 3D tisk.



TinkerCAD – úvodem

Přemýšleli jste někdy nad nějakým nápadem, který by se dal vytisknout, ale v žádné z databází jej nelze najít? Nebo byste si nápad rádi vymodelovali sami, ale s 3D modelováním nemáte žádné zkušenosti? Přijde Vám orientace v nástrojích složitá a nevíte, který z programů vybrat, aby jej případně zvládli i žáci na 1. stupni? Pak vyzkoušejte [TinkerCAD](#) – univerzální software pro začínající i zkušené makery.

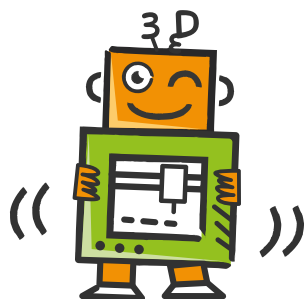
Jedná se o bezplatný online nástroj využitelný všemi kutily, kteří se zajímají o 3D modelování, nebo se s 3D grafikou teprve seznamují. Prostředí TinkerCADu je velmi intuitivní a naučí se v něm pracovat žáci na prvním i druhém stupni.

Pro práci v daném online nástroji je třeba si vytvořit Autodeskový účet, který je možné univerzálně použít k přihlášení do všech ostatních softwarů této společnosti, nebo se přihlásit již existujícím účtem

prostřednictvím Google, Apple, Microsoft či Facebookovým účtem.

Po registraci a přihlášení je možné v nastavení účtu zakliknout způsob využívání aplikace. V případě volby učitelského módu poskytuje TinkerCAD navíc různé funkce, které zjednodušují organizaci a sledování pokroku žáků s možností tvorby [Tříd](#), a současně poskytují učitelům přístup k rozsáhlé škále [výukových materiálů](#) i zdrojů.

Nástroj nabízí vedle 3D modelování také [tvorbu elektrických obvodů](#) a možnost [blokového programování](#) 3D modelů. Zároveň se zde nachází [Galerie](#) i větší [Projekty](#) již vytvořených modelů ostatními uživateli, [Simulační Laboratoř](#), [Výzvy](#) a aktuality, [Výukové centrum](#), nebo třeba již hotové [plány celých výukových lekcí](#). Více informací naleznete přímo na stránkách [TinkerCADu](#).



TinkerCAD – učitelská sekce

Učitelská sekce v TinkerCADu je určena k podpoře učitelů při správě a organizaci jejich vzdělávacích aktivit. Tento nástroj poskytuje učitelům speciální přístup k funkcím a nástrojům, které jim umožňují efektivně řídit své třídy a napomáhat žákům v jejich vzdělávání a rozvoji. Spolu s tím mohou učitelé díky tomuto rozhraní vytvářet projekty, přiřazovat je žákům a sledovat jejich pokrok.

Nastavení módu Učitel

V TinkerCADu mohou učitelé aktivovat mód Učitel pro správu a kontrolu svých tříd. Pro nastavení tohoto módu je třeba nejprve vytvořit účet a přihlásit se. Po přihlášení přejděte do nastavení účtu, kde naleznete možnost přepnutí na profil Učitel.

Třídy – doplňková sekce pro učitele

Co se zobrazí po přepnutí na mód Učitel?

Po aktivaci módu Učitel budete mít přístup k řadě specifických funkcí a nástrojů, které nejsou dostupné v běžném uživatelském rozhraní. Můžete spravovat vlastní třídy, přidávat a odebírat žáky, vytvářet a přiřazovat projekty a sledovat pokrok žáků.

Jak nastavit třídy?

Nastavení Tříd v módu Učitel je možné v několika krocích:

1. Přejděte do sekce *Třídy* na horním panelu, nebo klikněte na *Třídy* v postranní levé liště.
2. Klikněte na tlačítko *Vytvořit novou třídu*.

3. Vyplňte potřebné údaje jako *Název třídy*, zvolte z roletky *Věk*, *Předmět*, zvolte si *Bezpečný režim třídy* (zda si mohou žáci zobrazovat a odstraňovat zveřejněné návrhy a pracovat „v soukromí“ na svém projektu) a potvrďte tlačítkem *Vytvořit třídu*.
4. Po vytvoření třídy můžete přidávat studenty buď ručně, nebo přímým importem ze seznamu studentů.
5. Pro připojení ke třídě je také možné nasdílet odkaz na třídu s kódem třídy, přes nějž se žáci do třídy sami připojí pod zadanou přezdívkou či emailem.

Díky třídám má učitel navíc možnost na jednom místě přehledně vytvářet a spravovat zadané projekty v rámci třídy, sledovat pokrok žáků a kontrolovat jejich aktivitu během práce na zadaném úkolu skrze řídicí panel, přizvat své kolegy do vytvořené třídy za účelem spolupráce, nebo dané projekty žáků sdílet a importovat je současně přes propojení s Google Classroom.

Plány lekcí

TinkerCAD nabízí učitelům mimo jiné možnost získat strukturované *Plány lekcí*, které usnadňují přípravu a realizaci lekcí

digitální tvorby a lze je nalézt v sekci *Materiály* v horním panelu. V takto vytvořených plánech lze nalézt podrobné pokyny, cíle, podklady k dané lekci a odkazy na doplňkové zdroje či materiály. Učitelé mohou současně sdílet své plány lekcí s ostatními kolegy a přizpůsobovat si je na míru specifickým potřebám svých tříd.

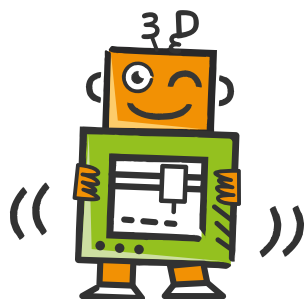
Ke všem těmto nástrojům poskytuje TinkerCAD podrobné návody, které lze nalézt v uvedených odkazech a také na oficiálním [YouTube kanále](#).

Užitečné odkazy:

[Oficiální příručka pro Učitele k TinkerCAD Třídám](#)

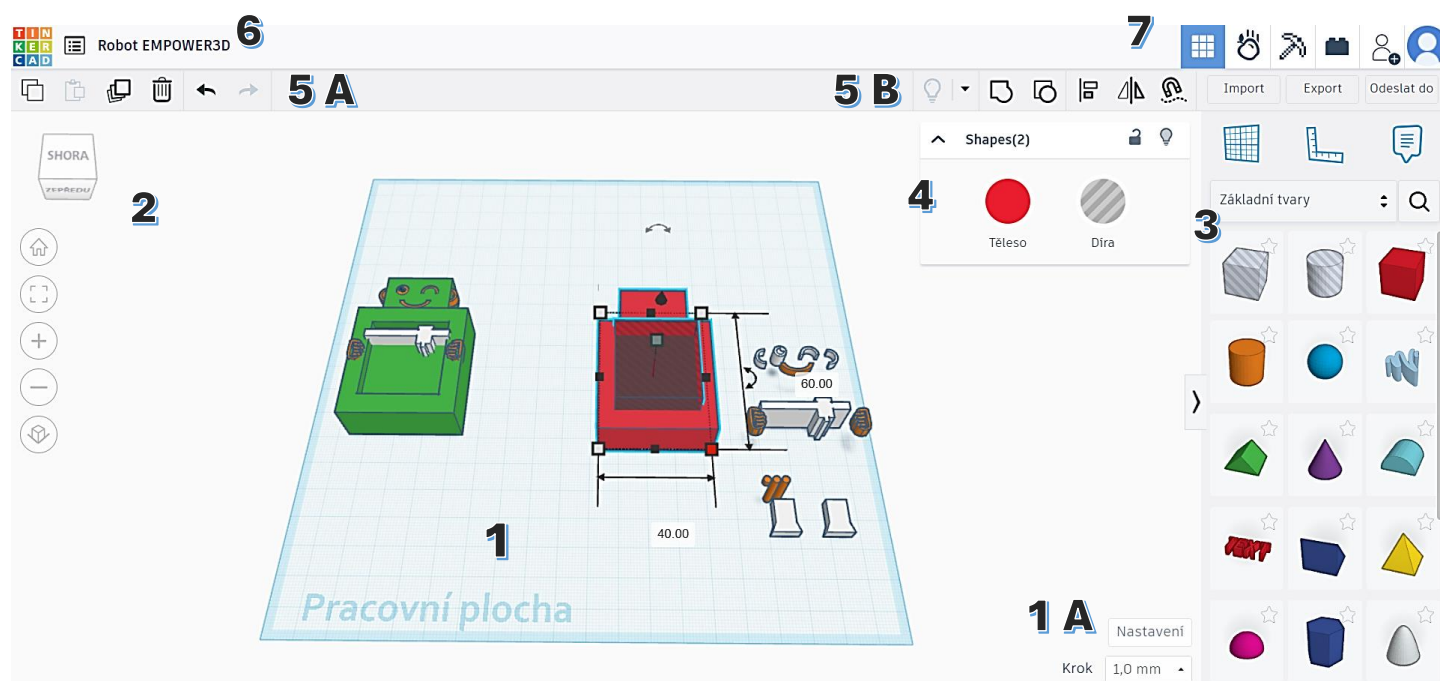
[Výukové lekce TinkerCADu](#)

[Společná výuka v prostředí Tinkercadu](#)



EMPOWER3D

TinkerCAD – Základní rozhraní pracovního prostoru



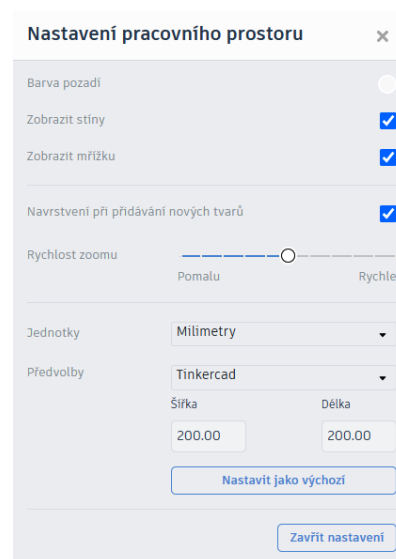
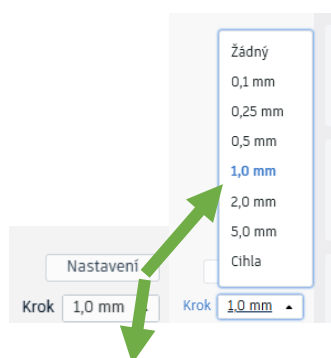
Základní pohled do rozhraní modelovacího prostoru TinkerCADu. 1 – Pracovní plocha; 2 – ovládací prvky pro orientaci v prostoru a na ploše; 3 – boční panel s objekty; 4 - dialogové okno aktuálně vybraných objektů; 5AB – panel s funkcemi a nástroji; 6 – Název projektu; 7 – další možnosti zobrazení pracovního prostoru (3D návrh, Sim Lab, Bloky, Cihly) a možnost sdílení ke spolupráci na modelu.

V této kapitole se společně podíváme na základní rozvržení modelovacího rozhraní v TinkerCADu*, které umožňuje snadnou správu a orientaci v projektu, díky čemuž

je modelování intuitivní a efektivní.

1 – Pracovní plocha

Pracovní plocha v TinkerCADu je centrální částí rozhraní, na níž lze vytvářet a upravovat vlastní 3D modely. Lze do ní umisťovat veškeré objekty, manipulovat s nimi a vzájemně je kombinovat a upravovat pomocí nástrojů. Pracovní plochu lze přizpůsobit potřebám modelování, a to pomocí *Nastavení pracovního prostoru* (1A – k nalezení v pravém spodním rohu plochy), kde si lze pohrát s podobou plochy, rychlostí pohybu při práci s tvary, velikostí a typem plochy (výchozí TinkerCADová plocha, nebo plocha konkrétní 3D tiskárny či CNC stroje). Lze si rovněž upravit i velikost kroku, což může být výhodné při přesném měření vzdálenosti od objektu nebo zarovnávání objektů k hraně.



Nastavení pracovního prostoru a velikost kroku.

2 – Ovládací prvky

Po levé straně pracovní plochy najdeme základní ovládací prvky, které nám umožňují daný objekt natáčet pomocí *Rotační krychle* volně v prostoru a přepínat se mezi 2D a 3D pohledem z hlediska jednotlivých pohledů kliknutím na označenou plochu této krychle. Dále se zde nachází tlačítko *Výchozí pohled*, které vycentruje pohled na celou pracovní plochu, možnost *Přizpůsobit pohled vybraným tvarům* (F), které přiblíží kameru na vybraný objekt, tlačítka pro *Přiblížení* (+) a *Oddálení* (-) a také možnost přepnout se mezi *Plochým* a *Trojrozměrným* pohledem při modelování.

3 – Panel s objekty

Na pravé straně pracovního prostoru lze nalézt panel s výchozími 3D objekty. Je

možné si vybrat mezi *Základními tvary* (jako je krychle, válec, koule a další), nebo si vybrat z nabídky speciálních objektů – kupříkladu od *Stavebních prvků a scén* přes *Elektroniku, Tvory a postavy* až po *Generátor tvarů*, kde si lze na míru nechat vygenerovat nebo upravit hotové modely, včetně vygenerování konkrétního tvaru modelu státu anebo 3D QR kódu. Základní a některé speciální tvary lze dále bez problému modifikovat; ty ostatní, zejména složitější objekty (například některé modely jako jsou Laptop či Instax fotografie v sekci *Každodenní objekty*) nelze velikostně měnit (lze tak učinit v jiném SW, případně po jejich exportu přímo před tiskem ve Sliceru). Pro rychlé vyhledávání tvarů slouží nástroj *Lupa*, pro optimální výsledky je vhodné zadávat klíčová slova v angličtině.

Nad těmito tvary najdeme také tři ikony představující nástroje, jako je *Pracovní plocha*, *Pravítko* a *Poznámky*.

4 – Typ objektu

Při výběru objektu a umístění na pracovní plochu je možné zvolit, zda se objekt bude chovat jako **Těleso** (plný objekt) nebo bude sloužit jako **Díra** (dutý objekt pro možnost vytvoření výřezu). Tento způsob práce s objekty je více vysvětlen v samostatné kapitole. V dialogovém okně lze volit a upravovat další možnosti vlastností dle typu vybraného objektu – od přidání textu, přes úpravu tloušťky, rozteče částí,

počet segmentů v objektu apod. Lze si zvolit také barvu objektu, což bývá výhodné při práci na více částech modelu současně → zlepší se díky tomu orientace mezi nimi, současně nám napoví, které části jsou stále oddělené a které se naopak barevně sjednotily při sloučení dohromady**. Objekty je možné také uzamknout a zabránit tak dalším (i nechtěným) úpravám nebo daný objekt zcela skrýt.

5 – Horní lišta s funkcemi

V horní liště lze najít různé funkce a nástroje, kterými lze upravovat model – na levé straně horní lišty je možné pracovat s funkcemi jako *kopírování* (CTRL+C), *vkládání* (CTRL+V), *Duplikace a opakování* (CTRL+D), *Odstranění prvku* (Delete) a tlačítka s kroky *Zpět* (CTRL+Z) a *Znovu* (CTRL+Y).

Na pravé straně horní lišty jsou to pak nástroje jako možnost sloučení objektů pomocí funkce *Zobrazit vše* (CTRL+Shift+H) (zobrazí poznámky i skryté tvary) *Seskupení* (CTRL+G), rozpojení objektů pomocí *Zrušení seskupení* (CTRL+Shift+G), dále možnost objekty *Zarovnat* (L), *Zrcadlit* (M) anebo je přichytit na dané části povrchu jiného objektu pomocí funkce *Navrstvit* (C). Vedle těchto funkcí lze napravo od nich nalézt také tlačítka *Import*, *Export* a *Odeslat do*

pro možnost importování a exportování modelu s možností sdílení a vzájemné spolupráce na daném projektu s dalším uživatelem, a to i v reálném čase.

6 – Název projektu

Nad těmito funkcemi je možné v levém horním okraji najít tlačítko s logem TinkerCADu pro návrat do *Řídícího panelu*, dále tlačítko s *Posledními návrhy*, do kterých se lze přepnout, a automaticky vygenerovaný *Název projektu* – jedná se o obecné označení TinkerCADem za účelem rozlišení jednotlivých projektů, nicméně i pro vlastní lepší orientaci a přehled samotných žáků je výhodné návrh pojmenovat podle vlastních potřeb – kupříkladu jménem žáka + třídou, samotným názvem modelu apod.

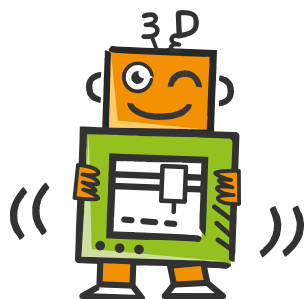
7 – Možnosti zobrazení návrhu a sdílení

V poslední části nacházející se v pravém horním rohu nad lištou s funkcemi je možné najít tlačítka pro přepínání se mezi zobrazeními 3D návrhu v jeho různých podobách – nalezneme zde tlačítko *3D návrh* s výchozí pracovní plochou, dále *Sim Lab*, *Bloky*, *Cihly*, tlačítko s možností *Pozvat uživatele, aby navrhovali s vámi* a ikonu s avatarem vlastního profilu.

TIP: Celkové stručné shrnutí základní orientace v programu naleznete také [zde](#).

*Pozn.: Pro lepší orientaci jsou jednotlivé části modelovacího prostoru na obrázku označeny číslicemi.

**Pozn.: Barevné sjednocení více objektů dohromady nemusí vždy fungovat – to se týká zejména speciálních složitějších tvarů, které si většinou zachovají své původní barevné provedení i po seskupení.



TinkerCAD – Popis a práce s objekty a nástroji

V této kapitole si představíme jednotlivé nástroje a popíšeme práci s objekty v rámci 3D modelování v prostředí TinkerCAD. Jejich přímé použití si vysvětlíme v další kapitole, také samostatně na modelu ve videonávodu k tvorbě EMPOWER3D robota a na příslušném pracovním listě.

Zahájení 3D návrhu

Pro zahájení přímého modelování je třeba provést přihlášení (nebo registraci) do prostředí TinkerCADu. Po přihlášení se dostaneme do výchozího rozhraní – tzv. *Řídícího panelu*, v němž lze nalézt kromě 3D návrhu také *Návrhy* (se všemi 3D projekty), *Kolekce*, *Výukové programy* a *Výzvy*. V případě učitelského módu je zde také zobrazena sekce *Třídy*.

Pro vytvoření 3D návrhu klikneme v pravém horním rohu na Výchozí stránce řídícího

panelu na tlačítko + **Vytvořit** a z roletky vybereme **3D návrh**. Poté se nám zobrazí pracovní plocha*, kde můžeme začít modelovat.

Objekty a nástroje v TinkerCADu

Předtím než začneme modelovat, je dobré se seznámit s výchozími možnostmi, které TinkerCAD nabízí – mezi ně patří rozličné nástroje a postranní boční panel s knihovnou obsahující jednotlivé objekty.

Základní tvary a nástroje

Při návrhu lze vycházet ze základních tvarů, jako je *Kvádr* (Krychle), *Koule*, *Válec*, *Kužel*, různé druhy *hranolů*, *Polokoule*, *Poloviční válec*, *Trubka*, *Hvězda*, *Srdce* a další základní geometrické tvary, které lze kombinovat a upravovat. Lze zde najít také nástroj

pro vytvoření *Textu* a nástroj *Scribble* pro možnost volné kresby.

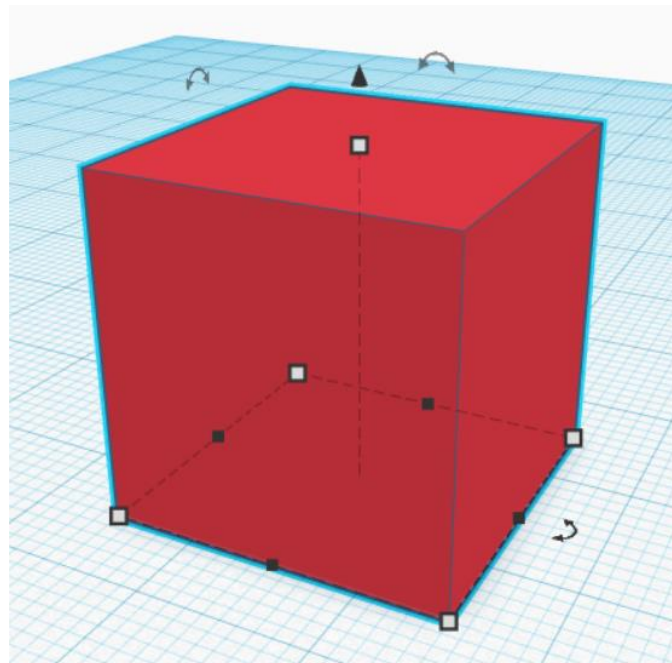
Kromě základních tvarů zahrnuje knihovna i hotové modely, které lze vložit do návrhu a dále je modifikovat dle vlastní potřeby. Mezi těmito tvary je možné také vyhledávat a nacházet tak rychle konkrétní model potřebám daného návrhu.

Jednotlivým tvarům je možné před zahájením modelování upravit Vlastnosti, aniž bychom k tomu využili specifických nástrojů. Lze ovlivnit například počet stěn, a tím i jejich tvar, modifikovat rozměry, změnit barvu nebo zvolit, zda půjde o plné těleso či duté – tzv. díru, která poslouží k vyříznutí tvaru do jiného objektu.

Vedle úpravy vlastností je pro práci s objekty možné využít hned několika základních funkcí a nástrojů, mezi které patří *Posun* objektu (vlevo, vpravo, nahoru, dolů), *Rotace* objektu (otáčení) v osách, *Škálování* (změna rozměrů objektu) pomocí táhel a *Práce s kótami* pro přesné zadávání rozměrů při modelování.

Objekty lze mezi sebou taktéž spojovat do jednoho celku pomocí nástroje *Seskupit* a stejně tak je od sebe oddělit skrze *Zrušení seskupení*. Lze je vzájemně *Zarovnat* dle hrany jednoho z objektů, *Zrcadlit* ve všech osách (například při tvorbě párových tvarů), *Kopírovat* a vkládat

tak jednu či více jeho kopií současně kamkoliv do prostoru, *Duplikovat* objekt s umístěním kopie vedle jeho originálu apod.



Výchozí základní nástroje pro práci s objektem zahrnují posun, rotaci a škálování tvaru.

Doplňkové funkce

Mezi doplňkové funkce patří například speciální tvary s přístupem k široké škále předem vytvořených komponent, jako jsou spoje, ozubená kola, elektronické součástky a další. Vedle toho současně nabízí pokročilé *Generátory tvarů*, které umožňují tvorbu vlastních objektů pomocí skriptů nebo výběrem z knihovny předdefinovaných tvarů.

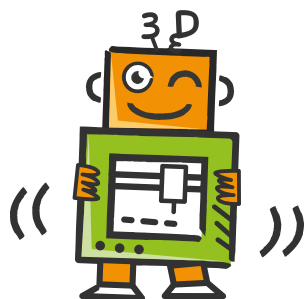
Vedle této vychytávky nabízí knihovna také prvky pro *Sim Lab*, které jsou určené

k simulaci pohybu a fyzikálních vlastností objektů pro kontrolu jejich funkčnosti.

Při práci je možné využít *Importu* modelu ze souboru či databáze do návrhu a dále jej upravovat. Je také možné využít *Exportování* již hotového modelu v STL, OBJ či SVG formátu k využití v jiném modelovacím softwaru nebo pro přípravu ve Sliceru na následný 3D tisk.

*Celý pracovní prostor TinkerCADu a jeho rozvržení naleznete podrobně popsané v samostatné kapitole.

TIP: Pro doplnění a bližší seznámení s jednotlivými funkcemi mrkněte [sem](#).



TinkerCAD – Tvorba modelu z primitiva

V následující kapitole se společně podíváme na modelování z tzv. primitiv neboli základních geometrických tvarů, jako jsou krychle, koule, válce nebo kužele, které slouží jako stavební kameny pro složitější modely. V TinkerCADu se tyto jednoduché tvary používají jako výchozí body, které lze libovolně kombinovat, modifikovat a upravovat pomocí nástrojů dostupných v tomto programu. Při tvorbě modelu z výchozích objektů je vhodné pracovat s rozličnými vlastnostmi objektů, kterých lze dále využívat při úpravách za využití různých nástrojů. Díky tomu lze vytvářet z jednoduchých tvarů složité a komplexní modely, které zvládnou vymodelovat i žáci na 1. stupni ZŠ.

Těleso vs. Díra

V TinkerCAD jsou *Tělesa* základní objekty, které mají určitý tvar a objem (jako například kvádr nebo koule). Tyto objekty mohou

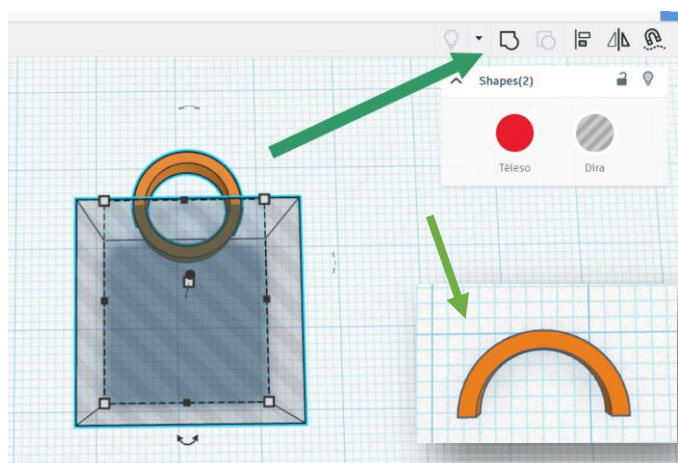
být dále modifikovány a kombinovány, aby vytvořily složitější konstrukce. *Těleso* je plný objekt, který se používá jako stavební prvek pro modely.

Díra je v TinkerCADu označení vlastnosti speciálního typu objektu, který slouží k vytváření prázdných prostor nebo otvorů uvnitř jiných těles, a lze ji aplikovat při použití nástroje *Seskupit* ve spojení s jiným, plným *Tělesem*. Díra nemá vlastní objem, ale při spojení s *Tělesem* vytváří uvnitř plného tvaru dutinu nebo výřez. *Díry* mohou mít různé tvary, stejně jako *Tělesa*, a jejich správné použití umožňuje vytváření detailních a funkčních modelů jako jsou kupříkladu klíčenky, kola, figurky, hračky apod.

Seskupení

Seskupení je nástroj, který umožňuje kombinovat více objektů do jednoho celku. V TinkerCADu je tento proces velmi

jednoduchý a intuitivní. Stačí vybrat objekty, které chcete seskupit, a použít příslušnou funkci v nástrojové liště. Seskupení je užitečné pro vytváření komplexních modelů, protože umožňuje manipulovat s více objekty jako s jedním celkem. To znamená, že můžete snadno přesouvat, otáčet nebo měnit velikost skupiny objektů, aniž byste museli upravovat každý jednotlivý objekt zvlášť. Kromě toho seskupení usnadňuje organizaci a správu modelů, což je zvláště užitečné při práci na větších projektech s mnoha součástmi.



Seskupení Tělesa a Díry k vytvoření mrkajícího oka robota.

přesnosti a konzistence při tvorbě modelů, zejména pokud je potřeba, aby do sebe jednotlivé části přesně zapadaly nebo splňovaly určité specifikace. V TinkerCADu můžete snadno přidávat a upravovat kóty pomocí myši a nástrojů dostupných v uživatelském rozhraní.

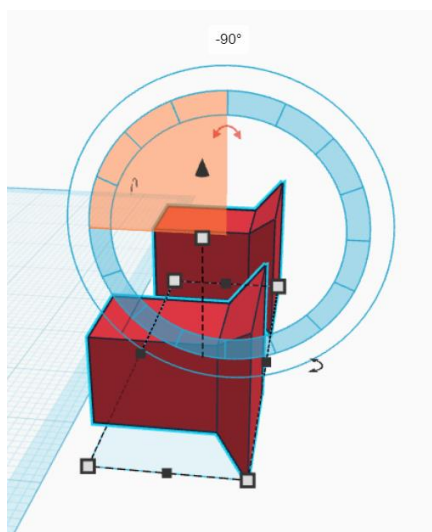
Rotace modelu

Rotace modelu je dalším klíčovým nástrojem pro práci v TinkerCADu. Umožňuje otáčet objekty kolem různých os (X, Y, Z), což je nezbytné pro dosažení požadovaného tvaru a orientace modelu. Rotace je užitečná například při umísťování součástí do správné polohy nebo při vytváření symetrických struktur. V TinkerCADu lze rotaci provádět pomocí interaktivních držadel, která se zobrazují kolem vybraného objektu, nebo zadáním přesných úhlů rotace do příslušných polí. Rotace objektů je intuitivní a umožňuje rychlé a snadné úpravy modelů podle potřeby.

Kótování a rotace modelu

Kótování

Kótování je proces, který umožňuje přesné určení rozměrů objektů v TinkerCADu. Pomocí kótovacích nástrojů můžete měřit a upravovat délky, šířky, výšky a další rozměry jednotlivých objektů nebo skupin objektů. Kótování je důležité pro zajištění



Rotace nohy u robota k usazení na spodní stranu trupu.

Text

Nástroj Text je v TinkerCADu určený pro přidávání textových prvků do modelů. Můžete vytvářet nápisy, značky, štítky nebo jakékoli jiné textové objekty, které potřebujete pro svůj projekt. Text může mít různé fonty, velikosti a styly, což umožňuje personalizaci a přizpůsobení vzhledu modelů. Kromě toho lze text kombinovat s dalšími objekty, například přidat nápis na povrch kostky nebo vytvořit reliéfní písmo. Textový nástroj je intuitivní a snadno použitelný, stačí napsat požadovaný text, upravit jeho parametry a umístit ho na správné místo v modelu.

Vlastnosti tvarů

Při práci s těmito tvary je důležité znát jejich vlastnosti a jak je nastavit pro dosažení požadovaného výsledku. V TinkerCADu můžeme upravovat velikost, tvar, barvu

či průhlednost objektů. Každý tvar má specifické parametry, které lze snadno změnit pomocí editačních nástrojů – například krychle může být přetvořena na kvádr změnou jejích rozměrů, zatímco koule může být zvětšena nebo zmenšena, a přitom si zachovat svůj sférický tvar. Nástroje v TinkerCADu také umožňují přidávat různé textury a povrchové úpravy pro dodání realistického vzhledu danému objektu.

Další možnosti úprav

Přesné zarovnání

Vedle těchto způsobů modelování je možné objekty přesně umístit na danou pozici, a to vůči sobě navzájem, nebo vůči určité ose – k tomu účelu slouží nástroj *Zarovnat*.

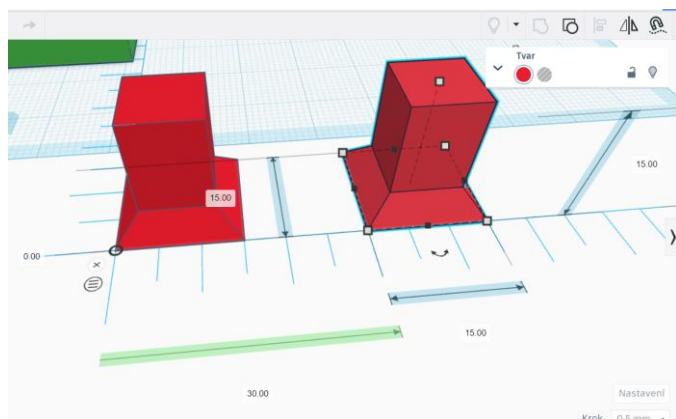
Zarovnání umožňuje přesné umístění a vyrovnaní objektů podle určitých kritérií, a to vůči sobě nebo vůči ose, například podle okrajů nebo středu. Tento nástroj lze aplikovat při výběru objektů, které mají být zarovnány a jsou umístěny na dané ploše nebo u ní, následně po aplikování funkce dojde k nastavení jejich požadované pozice.

Pravítko, Pracovní rovina a Poznámky

Pravítko

Pravítko je nástroj, který umožňuje přesné měření a umísťování objektů v návrhu

modelu. Pomocí pravítka lze snadno zjišťovat vzdálenosti mezi objekty, určovat jejich velikost a kontrolovat jejich pozici. Pravítko je ideální pro vytváření detailních a precizních modelů, kde je důležitá přesnost jednotlivých rozměrů a správné umístění.



Přesné umísťování nohou robota s jejich vzájemnou roztečí

Poznámky jsou výhodným prostředkem pro komunikaci mezi spolužáky nebo pro udržování přehledu o jednotlivých krocích při tvorbě modelu.

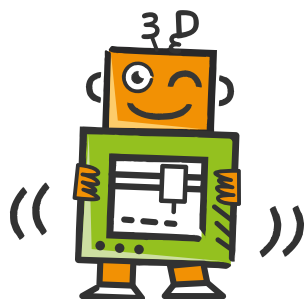
TIP: Pro doplnění a bližší seznámení s jednotlivými funkcemi mrkněte [sem](#).

Pracovní rovina

Pracovní rovina slouží k určení roviny, na které se bude aktuálně pracovat. Umožňuje umístění objektů na specifickou úroveň nebo povrch modelu. Tento nástroj je užitečný zejména při vytváření složitějších konstrukcí, kde je potřeba pracovat s různými úrovněmi a tvary ploch povrchu modelu.

Poznámky

Poznámky jsou nástrojem pro přidávání textových komentářů přímo do modelu. Umožňují označování důležitých částí modelu, vysvětlování funkcí nebo poskytování instrukcí pro další práci.



TinkerCAD – Volná kresba a možnosti sdíleného modelování

Při modelování v TinkerCADu je možné narazit na zajímavé vychytávky, které žákům dokáží pomoci a zefektivní modelování složitějších tvarů – ať už jde o tvorbu specifického tvaru, nebo je zapotřebí více rukou, TinkerCAD nabízí obě řešení.

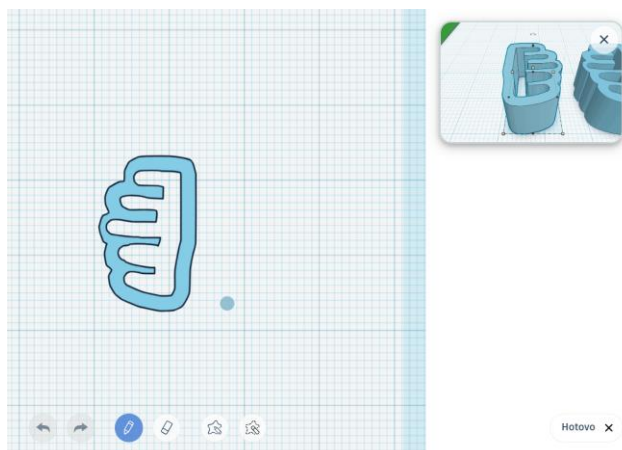
Nástroj Scribble

Tento nástroj umožňuje volné kreslení a vytváření vlastních tvarů přímo na pracovní ploše. Pomocí myši nebo dotykového pera lze kreslit libovolné linie a tvary, které se automaticky převádějí na 3D objekty.

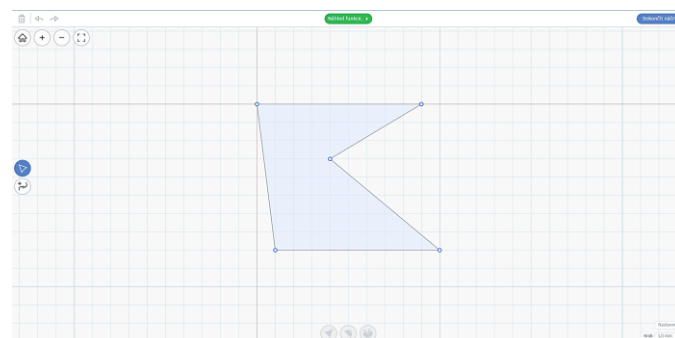
Nástroj lze aktivovat při výběru tvaru *Scribble* z nabídky základních tvarů.

Tím se aktivuje funkce pro volné kreslení. Pomocí myši nebo dotykového pera lze začít kreslit na určené kreslicí ploše a vytvářet křivky podle svých představ. Při kreslení se současně jednotlivé tahy okamžitě zobrazují v *Náhledu* v pravém horním rohu vedle kreslicí plochy (náhled lze kdykoliv skrýt a zpětně zobrazit). V případě špatného tahu lze daný bod nebo větší část smazat, nebo odstranit celý nákres.

Jakmile je náčrt hotový, tlačítkem *Hotovo* se lze vrátit zpět do prostoru projektu, kde lze s kresbou pracovat jako s 3D objektem. Do editace nákresu se lze vždy vrátit poklikem na daný 3D tvar. Tyto 3D nákresy si lze uložit do knihovny s *Vlastními tvary* a využít je tak při modelování jako hotové objekty.



Práce v nástroji Scribble – tvorba ruky robota.



Práce v nástroji Sketch.

Nástroj Sketch

Zatímco v nástroji Scribble je možné vytvářet zcela volnou kresbu, pomocí nástroje Sketch lze pracovat s přesnými náčrty za použití vektorových křivek díky předem definovaným utilitám, jakými jsou Čára, Beziérová křivka a práce v mřížce. Lze jej využít při vytváření geometrických a technických objektů, které vyžadují vysokou přesnost. Funkce Sketch umožňuje uživatelům začít s jednoduchými 2D nákresey, které lze následně extrudovat do 3D tvarů, což usnadňuje práci s komplexními konstrukcemi.

Přímá spolupráce na modelu a možnosti sdílení

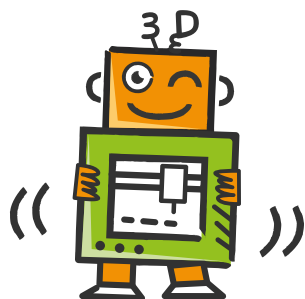
Spolupráce na modelu v TinkerCADu je velmi intuitivní a umožňuje uživatelům sdílet své projekty s dalšími členy týmu. Pracují-li žáci na složitém návrhu, je možné pozvat ostatní spolužáky, aby se připojili k jejich projektu a spolupracovali na něm v reálném čase. Tato funkce je obzvláště užitečná při kolektivní práci na rozsáhlých modelech, kdy každý může přispět svými znalostmi a dovednostmi.

Vedle sdílení projektu se spolužáky v reálném čase nabízí TinkerCAD možnost nasdílet své výtvořky také skrze otevřenou *Galerii projektů*, kam lze vlastní výtvořky nahrát a zpřístupnit je tak celé TinkerCAD komunitě. Mimo to je zde možné najít inspiraci v pracích ostatních uživatelů s možností tyto výtvořky modifikovat dle svých potřeb. Díky těmto možnostem



Objevte návrhy a inspiřujte se komunitou



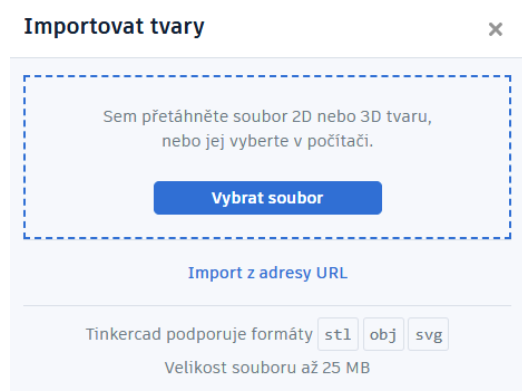


TinkerCAD – Import a Export modelů

V této kapitole se společně podíváme na možnosti importování modelu do prostředí TinkerCAD a také na možnosti exportu výsledného projektu.

Import modelu

Pokud máte již hotový model k dispozici a rádi byste jej v prostředí TinkerCADu pouze upravili, nebo jej přidali vhodným způsobem do právě modelovaného objektu, lze k tomuto kroku využít funkci Import.



Importovat lze dvojím způsobem – ze souboru z počítače, nebo stažením modelu z webových stránek (například z databáze).

Kliknutím na tlačítko *Import* v pravém horním rohu obrazovky se nám otevře dialogové okno s možnostmi vložení souboru. Při vkládání objektů je poté možné postupovat dvěma způsoby:

1. Vložení modelu přímo ze souboru v počítači – stačí vybrat ze složky daný model ve formátu STL (lze též zvolit model v OBJ a SVG formátu), poté výběr potvrdit, nastavit parametry a nechat model naimportovat do pracovní plochy TinkerCADu.
2. Vložení modelu přímo z webové stránky (například z databáze [Thingiverse](#), [Printables](#) apod.) – zde je možné zvolit import již hotového modelu přímo z portálu pomocí vložení zkopírované URL adresy daného modelu, který se po úpravě parametrů poté nahraje do pracovní plochy TinkerCADu.

Při vkládání modelů lze současně nastavit měřítko v %, jednotky (mm nebo palce) a velikost modelu.



Při vkládání modelu je také možné nastavit parametry.

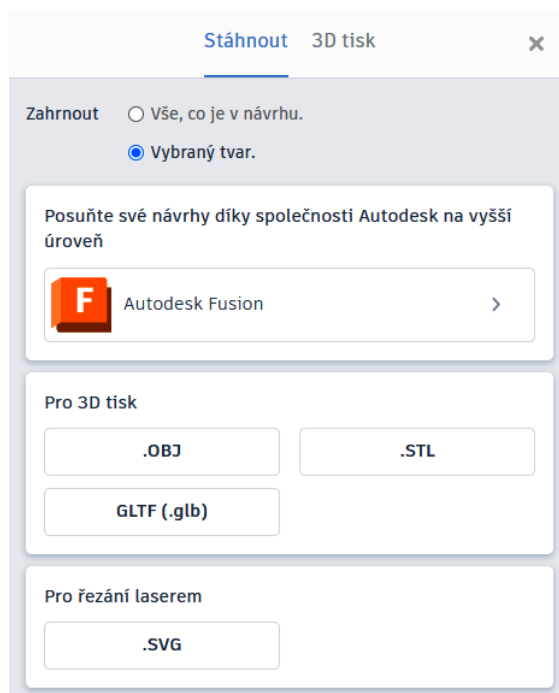
Export modelu

V případě již hotového modelu je možné vyexportovat daný model z Tinkercadu do jiného softwaru a dále s ním pracovat, nebo jej již připravit ve Sliceru pro 3D tisk. Stažení modelu je možné provést pomocí tlačítka *Export*, které se nachází vedle Importu v pravém horním rohu pracovní plochy.

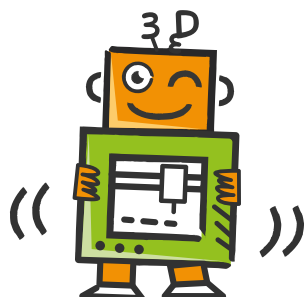
Po kliknutí se objeví dialogové okno, v němž je možné zvolit, co vše z návrhu chceme stáhnout (buď vše, nebo vybraný tvar) a dále výstupní formát (nejčastěji se volí STL,

lze si vybrat také OBJ a GLTF, nebo rovněž SVG formát pro následnou práci s laserem). Následně volbu potvrdíme a takto připravený soubor lze uložit do počítače a dále jej využít pro potřeby 3D tisku.

Tinkercad nabízí také možnost poslat hotový návrh přímo na cloud jedné z nabízených 3D tiskáren či do softwaru Fusion 360. Pomocí tlačítka *Odeslat do*, které se nachází vedle Exportu, je možné stáhnout obrázek náhledu aktuálního návrhu nebo návrh nasdílet pomocí [Google Classroom](https://www.google.com/classroom) či jej poslat přímo do některé z nabízených databází a portálů, jako je [MyMiniFactory](https://www.minifactory.com), Thingiverse apod.



Při stahování je možné zvolit výstupní formát a model stáhnout do počítače, nebo si jej nechat poslat na cloud 3D tiskárny, databáze, do Google Classroom či softwaru Fusion 360.



Slicer – příprava modelu pro 3D tisk

Před tiskem je třeba 3D model "rozřezat" na vrstvy pomocí procesu zvaného **slicing**, který generuje instrukce pro tiskárnu – **g-code**. Tento proces probíhá v programu, kterému se říká **slicer** (např. Cura, PrusaSlicer, Simplify3D). Model lze ve sliceru upravit, otočit, změnit jeho velikost nebo ho rozdělit na části pro snadnější tisk. Klíčová nastavení zahrnují **výšku vrstvy**, **výplň**, materiál a **teploty** tiskové hlavy a podložky. Slicer také umožňuje nastavit **podporu** pro tisk převislých částí modelu. Většina slicerů nabízí předpřipravené profily pro tiskárny a materiály, což optimalizuje nastavení tisku.

G-code je soubor, do kterého se 3D model převede ve sliceru, a obsahuje instrukce pro pohyb extruderu a podložky tiskárny. Tyto instrukce určují pohyby tiskové hlavy v osách X, Y a Z při tisku, a to vrstvu po vrstvě. G-code také zahrnuje nastavení jako rychlost tisku, sílu větráků nebo parametry

pro první vrstvu. Zatímco STL (nebo jiný) 3D model je možné použít libovolně, g-code je generován pro konkrétní tiskárnu a není tedy obecně přenositelný.

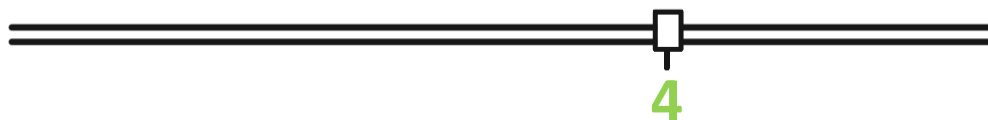
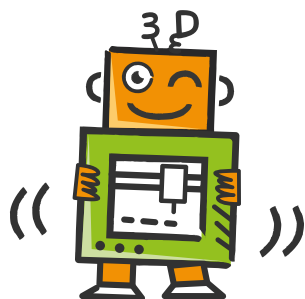
V 3D tiskové komunitě jsou používány různé slicery, které se liší funkcemi a kompatibilitou s širokým spektrem tiskáren. Mezi nejznámější patří :

Cura – Jednoduchý, ale velmi silný slicer vyvinutý firmou Ultimaker, kompatibilní s širokým spektrem tiskáren.

Simplify3D – Placený slicer s pokročilými funkcemi a velkou podporou pro různé tiskárny a materiály.

Slic3r – Otevřený slicer, který sloužil jako základ pro mnoho dalších slicerů (včetně PrusaSliceru).

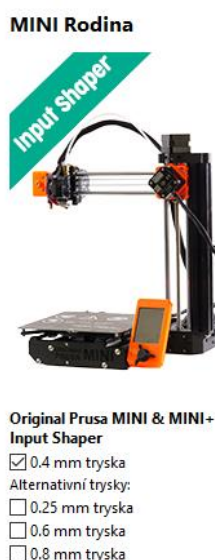
PrusaSlicer – Slicer od Prusa Research, oblíbený pro svou flexibilitu a kompatibilitu s 3D tiskárnami.



EMPOWER3D

Slicer – import a základní orientace v prostředí

Při prvním spuštění sliceru je třeba zvolit tiskárnu (nebo tiskárny) se kterými budeme pracovat, aby byl výstupní g-code kompatibilní. (snímky obrazovky v následujícím textu pochází z verze PrusaSlicer 2-9-0-rc1 a u jiných verzí se mohou mírně lišit, doporučujeme používat vždy aktuální verzi sliceru).



Výběr tiskárny ve sliceru

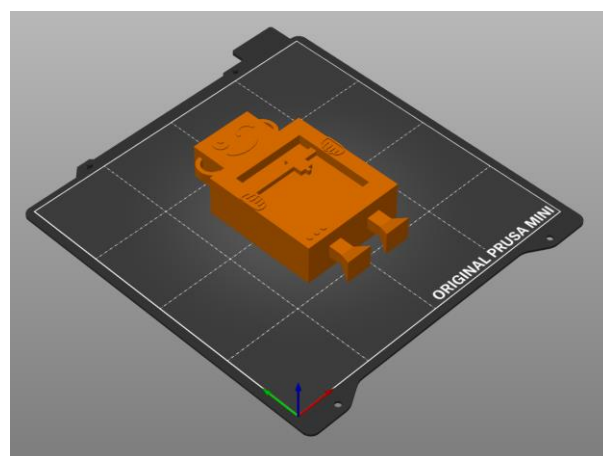
Vložení modelu

Pro vložení modelu slouží první položka v **horním menu** (Ctrl+I):



Hlavní horní menu sliceru

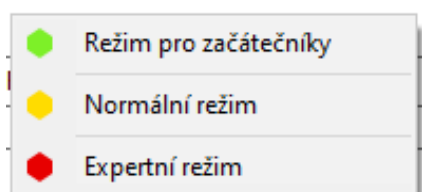
Model se objeví na pracovní ploše zobrazující tiskovou podložku přednastavené tiskárny, kde s ním můžeme dále manipulovat a nastavovat tisk.



Vložený model ve sliceru

Přehled prostředí sliceru

Rozhraní sliceru se liší podle nastaveného režimu (pravý horní roh aplikace), zvolte normální nebo expertní režim pro zobrazení skrytých ovládacích prvků (v dalším textu používáme expertní režim).



Volba režimu sliceru

Další položky tohoto menu slouží k základní práci s modelem, mezi hlavní patří :

- Smazání modelu a Smazání všeho
- Uspořádání na podložce, které jeden nebo více modelů automaticky rozmístí na tiskové podložce
- Kopírování a vkládání
- Přidávání instancí – provede vložení další instance modelu pro tisk více kopií současně
- Rozdělování modelu na části (pokud to lze)

Druhé hlavní menu nalezneme vlevo:



Hlavní levé menu sliceru

Obsahuje řadu používaných nástrojů pro další manipulaci s vloženým modelem, je to hlavně:

- Nástroje pro posun, změnu velikosti a rotaci – vždy po zvolení nástroje se zobrazí na modelu osy pro tuto manipulaci
- Umístění plochou na podložku – umožní zvolit libovolnou plochu na modelu a touto plochou model umístit na tiskovou podložku
- Řez modelu pro jeho rozdělení na části
- Pokročilé nástroje pro malování podpěr a další.

Poslední z ovládacích prvků v hlavním viewportu je v levém dolním rohu přepínání mezi 3D editorem a náhledem sliceru



Přepínání zobrazení ve sliceru

Při přepnutí do Náhledu dojde ke slicování modelu a zobrazení jednotlivých vrstev podle nastavení pro slicování.

Manipulace s objektem

Kromě nástrojů v levém menu je pro manipulaci s objektem vhodné používat číselné zadávání v pravé dolní části sliceru:

Manipulace s objektem

Světové souřadnice

X

Y

Z

Pozice:	90	90	12	mm
Otočení (relativní):	0	0	0	°
Měřítko:	150	150	150	%
Velikost [Svět]:	60,3	105,75	24	mm

☐ Palce

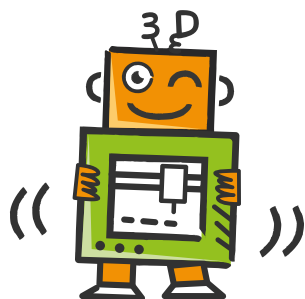
Info
Rozměr: 60,30 x 105,75 x 24,00 Objem: 101497,19
Facety: 5076 (1 stěna)
Nebyly zjištěny žádné chyby

Manipulace s objektem

Můžeme upravit pozici modelu, jeho otočení a také měřítko. Právě velikost je asi jedním z nejčastěji upravovaných parametrů před tiskem a upravit ji můžeme nejen v mm, ale také procentuálně.

Pod touto nabídkou pak nalezneme ještě základní info o objektu jako takovém.

Nad touto nabídkou je ještě seznam vložených objektů do sliceru. Jednotlivé objekty můžeme skrýt nebo přes pravé tlačítko myši dále editovat.



Slicer – nastavení parametrů tisku ve sliceru

Slicer má mnoho nastavení a voleb. Nicméně pro běžný tisk si vystačíme s několika základními, ale důležitými nastaveními, které rozebereme blíže v této kapitole. Všechna klíčová nastavení nalezneme v pravé horní části sliceru

Nastavení tisku:

0.20mm STRUCTURAL

Filament:

Prusament PLA

Tiskárna:

Original Prusa MINI & MINI+ Input Shaper

Podpěry: Žádné

Výplň: 15%

Límec: ☐

Nastavení tisku

Přes ozubené kolečko v pravé části každé z voleb je možné se dostat k detailnějšímu nastavení, některé z detailních a pokročilých nastavení si rozebereme později.

Výška vrstvy

Pod položkou nastavení tisku se skrývá jeden z hlavních parametrů, a to je výška tiskové

vrstvy. Podle tiskárny je možné nastavit běžně 0,1–0,2 mm. Tyto volby je ale možné dále změnit na menší nebo větší výšku.



Výška vrstvy

Při výšce 0,1 mm oproti 0,2 mm bude doba tisku přibližně dvojnásobná protože bude potřeba dvojnásobné množství vrstev pro stejnou velikost modelu. Menší vrstvy ale u členitých objektů zlepší kvalitu samotného výtisku.

Filament

Při slicování je filament důležitý hlavně z pohledu nastavení provozních teplot. V menu nalezneme vybrané filamenty,

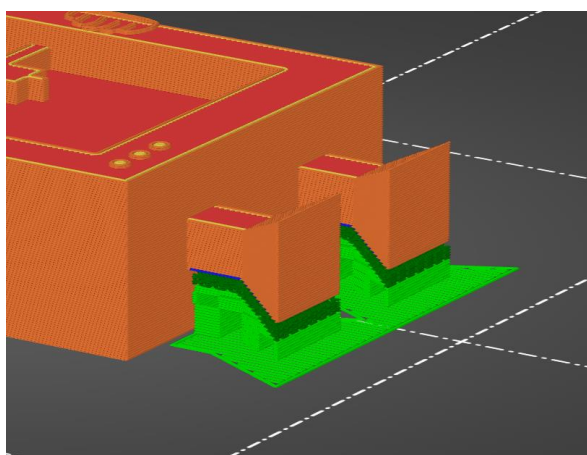
ale také „generic“ PLA, PETG aj. se základním (a většinou univerzálně použitelným) nastavením teplot. V případě problémů s tiskem můžeme však hodnoty upravit ve sliceru nebo přímo na tiskárně.

Tiskárna

Nastavení správné tiskárny je klíčové ve všech parametrech tisku a g-code připravený pro jinou tiskárnu, než na které bude tisknuto, nebude fungovat optimálně (nebo vůbec). Z menu můžeme zvolit z přednastavených tiskáren nebo další tiskárnu přidat.

Podpěry

Protože tiskárna postupně nanáší jednu vrstvu na druhou, je nutné v případě převisů nebo přemostění často zapnout a povolit podpěry. Podpěry jsou pomocné tiskové konstrukce podpírající části modelu (na obr. níže nohy robota).



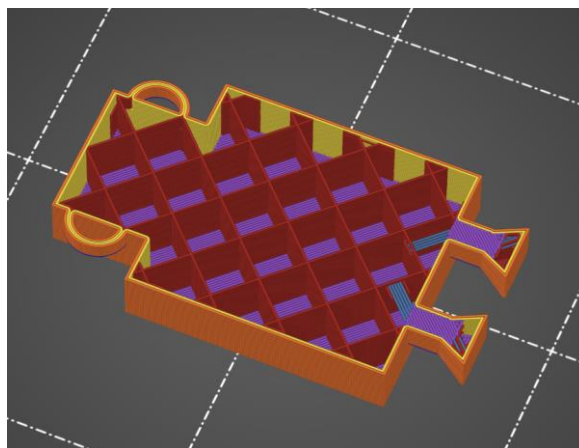
Zapnuté podpěry

Pokud jsou zapnuty jen na tiskové podložce, jsou generovány jen mezi podložkou a objektem. Při volbě „všude“ budou generovány i mezi dvěma částmi modelu. Poslední varianta jsou jen vynucené podpěry, které můžeme cíleně nastavit díky nástroji malování podpěr v levém nástrojové menu. Podpěry jsou generovány na základě nastavení mezního úhlu, který můžeme dále společně s dalšími parametry upravit v pokročilých možnostech přes ikonu ozubeného kola.



Výplň

0 %–100 % jsou možnosti nastavení výplně. Běžně není nutné, aby byl celý výtisk vyplněn materiálem. Pro urychlení tisku i menší spotřebu materiálu stačí většinou nastavení kolem 10–20 %. Při tisku namáhaných částí je vhodné ale výplň zvýšit.

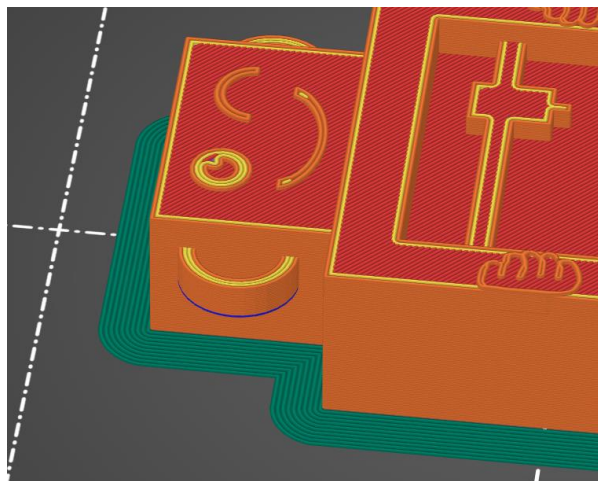


10% výplň

V pokročilých nastaveních výplně (ikona ozubeného kola) pak můžeme zvolit i různé výplňové vzory.

Límec

Posledním ze základních parametrů je límec. Povolením této možnosti dojde k tisku několika obvodových vrstev modelu navíc na první vrstvě. Důvodem je zlepšení přilnavosti k podložce a zvětšení plochy dotyku objektu s podložkou. Tyto části lze pak dobře z modelu oddělit po vytištění. Límec má smysl hlavně v případech, kdy je plocha kontaktu s podložkou malá.



Zapnutý límec kolem modelu

Slicování a export g-code

Po nastavení všech parametrů je potřeba provést samotné slicování. K tomu slouží tlačítko vpravo dole. Samotné slicování může nějakou dobu trvat podle složitosti modelu a nastavení a jeho výstupem také můžou být varovné nebo chybové hlášky (např. že se model nedotýká podložky, aj.). V tom případě je třeba upravit model nebo nastavení.

Slicovat

Po korektním slicování můžeme vpravo dole vidět souhrnné informace o spotřebě filamentu a době tisku.

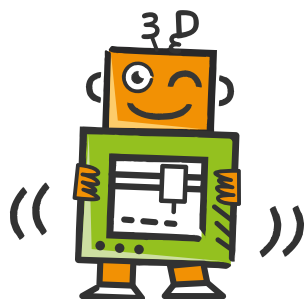
Informace o slicování

Použito Filamentu (g) (včetně cívk)	13,77 (206,77)
Použito Filamentu (m)	4,62
Použito Filamentu (mm ³)	11103,42
Náklady	0,50
Odhadovaný čas tisku:	
- normální režim	39m
- tichý režim	41m

Finálním krokem slicování je export g-code.

Exportovat G-code

Dojde k uložení g-code (např. na flash disk), za ten pak můžeme spustit na tiskárně.



Slicer – vybraná pokročilá nastavení

I přesto, že pro většinu běžných tisků si vystačíme se základními parametry popsanými v předchozí části textu, slicer nabízí velké množství pokročilých a detailních voleb (hlavně v expertním režimu přepnutelném v pravém horním rohu aplikace). Přístup k pokročilým nastavením najdeme v horní části aplikace přes položky „Nastavení tisku“, „Filamenty“ a „Tiskárny“.

Podložka

Nastavení tisku

Filamenty

Tiskárny

Níže uvádíme **jen vybrané nastavení** častěji používaných voleb. Kompletní přehled PrusaSliceru můžeme nalézt na webu výrobce:

<https://help.prusa3d.com/article/general-info 1910>

<https://help.prusa3d.com/category/prusaslicer 204>

Nastavení tisku

Nabídka nastavení tisku se skládá z několika podnabídek v levém sloupci:

Vrstvy a perimetry

- Výška vrstvy – detailně nastavitelná výška jedné tiskové vrstvy
- Svislé stěny – nastavení počtu perimetrů, tedy jakou tloušťku má mít stěna objektu, než bude tvořena výplň. V kombinaci s výplní určuje pevnost objektu
- Vodorovné stěny – určuje počet plných vrstev na spodní a vrchní straně objektu

Výplň

- Výplň – hustota výplně a nastavení jejího vzoru ovlivní pevnost objektu, ale i rychlost tisku a spotřebu filamentu.

- Ironing – vyhlazování povrchu objektu pro lepší vzhled horních vrstev objektu.

Obrys a límec

- Obrys – nastavení pomocných smyček tisku okolo objektu, na rozdíl od límce jsou smyčky typicky v odstupu od objektu, pomohou chránit první vrstvy, ale obrys může mít i výšku a tvořit ochranný štít okolo celého objektu, např. před prouděním vzduchu nebo odlepováním a kroucením vrstev.
- Límec – umístění a velikost límce okolo objektu na první vrstvě pro zlepšení přilnavosti k podložce.

Podpěry

- Podpěry – mimo zapnutí a vypnutí podpěr je základním parametrem mezní úhel pro tvorbu podpěr, který udává, při jakém sklonu se ještě generují nebo negenerují podpěry pro převisy.
- Raft – tiskne pod celým objektem vč. podpěr další podpůrný raft o nastavené výšce vrstev.
- Volby pro podpěry a raft – nastavením stylu, mezer v ose Z, vzorem, roztečí, aj. můžeme výrazně ovlivnit kvalitu podpěr, jejich přilnavost k objektu i to, jak rychlý bude tisk podpěr a jak

snadné bude je po dokončení tisku odstranit.

- Organické podpěry – při nastavení stylu „organický“ jsou podpěry generovány v podobě tenkých „větviček“, které se dělí. Jsou vhodné pro rychlejší tisk, snadnější odstranění a mohou podpírat i části, kde by běžné podpěry musely držet na jiné části tisknutého objektu.

Rychlost

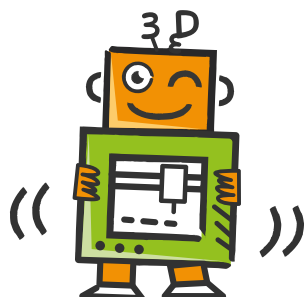
- Rychlost pohybů tiskárny, ať už při samotném tisku nebo při přesunech mezi jednotlivými úseky, zásadně ovlivňuje celkovou dobu tisku. Zde můžeme všechny volby velmi detailně nastavit. Obecně však pomalejší pohyby generují kvalitnější tisk.

Filamenty

Nastavení v podmenu **Filamenty** slouží k detailnímu nastavení filamentů pro tisk. Hlavním parametrem je teplota trysky a podložky pro samotný tisk. Současně je možné upravit také **Chlazení**, tedy zapnutí, vypnutí a rychlost tiskového ventilátoru. Můžeme také zadat náklady na cenu filamentu, aby při slicování byla spočítaná cena tisku správně.

Tiskárny

Poslední z nabídky nastavení úzce souvisí s přednastavenou tiskárnou. Můžeme upravit druh firmware tiskárny, tiskové rozměry a druh g-code včetně zadání vlastního g-code pro tisk. Obecně většinou není nutné do těchto voleb příliš zasahovat. Pokud to tiskárna podporuje, je dobré zapnout binární g-code pro rychlejší generování a menší velikost souborů.



Příprava tisku na 3D tiskárně a tisk

Máme-li ve sliceru vygenerovaný g-code, můžeme se pustit do samotného tisku. Typicky (podle typu tiskárny a jejího připojení) uložíme ve sliceru g-code na flash disk (nebo SD kartu), a ten připojíme k zapnuté tiskárně. V dalším textu projdeme stručně jednotlivé kroky před a při tisku.

Filament

Vložení nebo výměna filamentu je jedním z hlavních kroků před spuštěním tisku. V tiskárně by měl být takový typ filamentu, který odpovídá nastavení ve sliceru. Pokud chceme vyjmout/vložit nebo vyměnit filament, postupujeme podle instrukcí v menu tiskárny. Před vložení a zavedením filamentu je vhodné zkontrolovat i jeho množství (zvláště pokud tiskárna nedisponuje senzorem filamentu), aby vystačil na celý požadovaný tisk. Vkládáme-li filament do podavače, je vhodné jeho konec zešikma zastříhnout

kleštěmi, aby mohl být lépe zaveden do tiskárny. Také se při zavádění přesvědčíme, že struna není nikde překřížena a nemůže dojít k zamotání filamentu během tisku a že se filament bude moct dobře odvíjet při podávání z cívky.

Tisková podložka

Z tiskové podložky/tiskového plátu v první řadě samozřejmě odstraníme veškeré předešlé tisky vč. jejich zbytků. Tiskový plát musí být na podložce správně usazen. Před spuštěním tisku je vhodné tiskový plát odmastit použitím izopropylalkoholu, aby výtisk dobře držel na podložce. Pokud předpokládáme problémy s přilnavostí k podložce, můžeme nanést tenkou vrstvu kancelářského lepidla na podložku.

Spuštění tisku

Pokud je připraven filament i tisková podložka můžeme spustit tisk zvolením

souboru s g-code. Před tiskem podle názvu souboru (případně náhledu) zkontrolujeme správnost a tisk zahájíme. Tiskárna provede předtiskovou kalibraci a zahřátí tiskové hlavy a podložky a poté zahájí tisk.

První vrstva

Přilnavost první vrstvy k podložce je klíčová pro celý tisk, proto je vhodné při libovolně dlouhém tisku první vrstvu zkontrolovat a při problémech s přilnavostí je včas řešit. Tisk můžeme zastavit s minimální ztrátou času i materiálu, překalibrovat výšku první vrstvy na tiskárně a spustit tisk znovu, případně nanést lepidlo, aj.

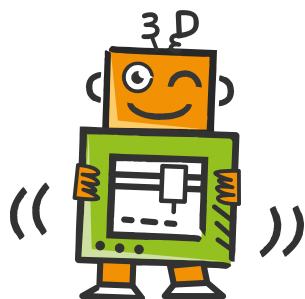
Průběh tisku

Protože tisková doba se může pohybovat běžně v hodinách a více, není možné stále tisk kontrolovat. Přesto, je-li to možné, je vhodné občas provést kontrolu. Čím dříve zastavíme pokažený tisk, tím méně ztratíme času a materiálu a zároveň předejdeme dalším problémům. Pokud se tisk například odlepí od podložky a tiskárna bude dál tisknout ve vzduchu, hrozí nalepení filamentu na extrudér, trysku i elektroniku a poškození dílů či nutnost složitě odstraňovat filament a čistit extrudér. Samotný tisk by měl probíhat v místnosti

bez proudění vzduchu s nižší vlhkostí. Celkově je vhodná spíše vyšší teplota místnosti. Pokud tiskárna nemá kryt, jakékoliv výkyvy v teplotě a proudění vzduchu mohou způsobit problémy při tisku.

Ukončení tisku

Tisk se po dokončení instrukcí v g-code ukončí sám. Před odebráním tisku z podložky je vhodné počkat na její zchladnutí, aby při odstraňování nedošlo ke zkroucení a aby šel tisk celkově lépe z podložky odstranit. V případě pružného tiskového plátu usnadníme odlepení tisku od podložky jeho mírným prohnutím na obě strany. Pomoci si můžeme i špachtlí (nejlépe plastovou, abychom zabránili poškrábání podložky).



Postprocessing 3D tisku

V některých případech je zdařený tisk finálním výsledkem, v jiných ale můžeme nebo potřebujeme přistoupit k dalšímu zpracování výtisku. Důvody mohou být různé – od čistě designových až po zcela funkční. Základní možnosti dalšího zpracování si pojďme nyní krátce rozebrat.

Spojování částí tisku

Spojování modelu (nebo jeho částí) provádíme z několika důvodů:

- tisk částí odlišnými barvami (materiály)
- tisk příliš velkého modelu rozdělený na několik částí
- tisk modelů, které mají být „rozebíratelné“ (např. šroubmaticy)

Rozebíratelné spoje je často vhodné přímo modelovat a připravit před tiskem (jedná se

o různé spojovací kolíčky, západky, aj.) Pro nerozebíratelné spoje nejčastěji využijeme **lepení**. K lepení plastových výtisků je možné použít celou řadu různých lepidel od vteřinových, epoxidových a dvousložkových, až po speciální lepidla na plasty. Vždy je potřeba zjistit si u konkrétního lepidla, jestli je vhodné na daný materiál. Práce s lepidly je poměrně snadná, zvláště u vteřinových lepidel je však podstatné dbát bezpečnosti.

- Styčné plochy očistíme, zbavíme prachu a odmastíme.
- Lepidlo aplikujeme na jednu ze styčných ploch (nebo dle pokynu k lepidlu).
- Pomocí špejle či jiného nástroje lepidlo rozetřeme po celé styčné ploše.

- Styčné plochy přiložíme k sobě a sevřeme do svěrky až do kompletního vytvrzení.

Kromě lepení je možné využít i jiné principy spojování, jako je chemické spojování založené na naleptání části plastu (aceton, chloroform).

Vyhlazování povrchu

Další běžnou činností sloužící k opracování výtisků je vyhlazování jejich povrchu. Výtisk je tvořen z jednotlivých vrstev, které jsou (více či méně) nejen viditelné, ale i plastické. Pokud nám jde o vzhled, je možné povrch dále opracovat a vyhladit různými metodami či jejich kombinací. Navíc po odstraňování podpor, brimu či raftu mohou také vzniknout nerovné části na výtisku – i proto je často třeba povrch vyhladit. Vzhledem k použitým technikám při vyhlazování dochází často ke ztrátě detailů, a to jak při broušení, tak i při jiném způsobu vyhlazování. Navíc úbytkem materiálu hrozí probroušení vnějších perimetrů výtisku. Je tedy vhodné výtisk, který plánujeme brousit tisknout tak, aby měl silnější stěny.

Broušení je nejjednodušší, ale také poměrně pracnou metodou vyhlazování výtisků. Používáme v ní brusný papír a mechanicky obrušujeme povrch. Použití elektrické brusky je sice možné, ale při vysokých otáčkách hrozí, že se materiál začne zahříváním tavit místo samotného broušení.

Je tedy nutné brousit buď ručně, nebo velmi opatrně s nízkými rychlostmi brusky. Broušení je vhodné na větší povrchy. Malé detaily se brousí špatně z důvodu nepřístupnosti nebo naopak hrozí jejich úplné odbroušení.

Pro vyhlazování je možné použít i chemické výpary či lázně (aceton, chloroform), ale práce s těmito chemikáliemi není pro školní využití vhodná z hlediska bezpečnosti.

Tmelení a základování

Tmelení využijeme pro vyplnění hrubších děr či mezer v materiálu. V tomto případě dochází k přidávání materiálu (tmelu). Přesto je nutné pracovat opatrně, aby nedošlo k narušení případných detailů výtisku. U jemných detailů je tmelení prakticky nepoužitelné. Aplikovat můžeme akrylátové tmely, ale i silikonové tmely. Nanášení tmelu je vhodné kombinovat s následným **přebroušením**.

Základování je nanesení základní barvy, která slouží nejen jako mezivrstva pro případnou finální povrchovou úpravu, ale také zaplní drobnější nerovnosti – např. viditelnost vrstev. Základování můžeme také kombinovat s **přebroušením**.

I pro základování je nutné volit barvy, které mají dobrou přilnavost k materiálu, a nenanášet příliš velkou vrstvu.

Konečná povrchová úprava

Pokud nám jde o vzhled výtisku, přistupujeme často k finální úpravě. K finálnímu povrchu můžeme přistupovat prakticky – např. nanesení ochranného laku, nebo kreativně – nabarvit si výtisk podle svých představ celou škálou barev.

Asi nejklasičtější metoda povrchové úpravy je **barvení**. Celý model můžeme barvit jednou barvou, ale také si jej nabarvit podle svých představ. Tím můžeme dosáhnout plnobarevného produktu, přestože nedisponujeme multimateriálovou tiskárnou (i s ní jsme omezeni v počtu barev). Před barvením je vhodné nanést základní barvu pro lepší uchycení barvy (a případně brousit a tmelit). Barvu můžeme nanášet štětcem, sprejem nebo pomocí airbrushu.

Lakováním myslíme nanášení průhledného laku (matného či lesklého) na finální povrch. Tento lak je možné nanášet na povrch objektu přímo vytištěného z tiskárny (např. pro docílení ochrany povrchu), nebo na objekt, jehož povrch byl již nějak upravený (broušený, barvený apod.). Lak opět nanášíme štětcem, sprejem nebo airbrushem.

Leštění bylo již nastíněno v části o broušení. V praxi se jedná „jen“ o další zjemňování při broušení povrchu s využitím leštících past (nejlépe určených na plasty). Můžeme tak i bez barvení a lakování dosáhnout jemného, hladkého a lesklého povrchu. Není však možné leštit hrubý výtisk, vždy je třeba

nejprve povrch brousit, a to až do poměrně velké jemnosti (např. 3000).



Vytištěná lebka s podpěrami



Předchozí výtisk lebky po úpravách

