



x

Národní pedagogický institut
České republiky

x

EDU.Lab
Powered by SKODA Nadační fondÚloha
č. 6**Začínáme s 3D tiskem – úroveň 2 (Tisk autíček)**

Tato úloha je vhodná pro druhý stupeň ZŠ a SŠ / Návrh úlohy vypracoval: Josef Steklý (print-lab.cz)

3D TISK – POKROČILÍ

„TISK AUTÍČEK“

?

Tento úkol promění vaši učebnu v testovací polygon, kde se teorie z učebnic fyziky zhmotní v rychlosti na podlaze. Místo statických modelů budou studenti vyrábět vozidlo s pohonným systémem, který využívá potenciální energii stlačeného vzduchu v balonku a přeměňuje ji na kinetickou energii pohybu.

Dnes rozhodnete, zda bude podvozek vašeho auta pevný díky husté výplni, nebo zda ušetříte drahocenné gramy, aby balonek auto vůbec utáhl.

V tomto úkolu se z vás stanou konstruktéři. Vaším cílem je navrhnout a vytisknout model auta, který zkrátí sílu unikajícího vzduchu z balonku. Budete muset správně nastavit „perimetry“, aby auto neprasklo při prvním nárazu, a vyladit podpory tak, aby vzduchový kanál zůstal dokonale průchodný.

Připravte se na start – dnes netiskneme jen hračky, ale testujeme zákony akce a reakce v praxi!

Pracovní list připravil student PhD Fakulty strojní ČVUT v Praze, Josef Steklý. Josef je zároveň hlavním školitelem v učebně PRINT-LAB.cz, která se specializuje na výuku pedagogických pracovníků z celé České republiky.

POMŮCKY

- Počítač nebo notebook – pro vyhledání modelu na internetu a práci ve sliceru.
- Přístup k internetu – stažení 3D modelu
- PrusaSlicer – pro přípravu modelů k tisku.
- 3D tiskárna – školní nebo jiná dostupná (FDM tiskárna).
- Filament – nejlépe PLA, snadno tisknutelný materiál vhodný pro výukové pomůcky.
- USB flash disk / SD karta – pro přenos vytisknutého G code z počítače do tiskárny (dle typu tiskárny).
- Isopropylalkohol pro očištění podložky (ochranné brýle)
- Špachtle – pro bezpečné sejmutí písmenek z tiskové podložky.
- Nafukovací balónek pro vyzkoušení vašeho modelu
- Lepidlo na zalepení koleček

CÍLE

- > Projdeme spolu celým procesem přípravy 3D tisku: od stažení 3D modelu z internetu přes jeho úpravu ve sliceru až po samotnou výrobu na 3D tiskárně.
- > Ukážeme si, jak ovlivnit pevnost autíčka a jaký dopad to může mít na hmotnost.
- > Pokusně ověříme tvrzení: „Pouhým nastavením ve sliceru lze velmi ovlivnit dojezd autíčka i jeho mechanické vlastnosti.“
- > V rámci úkolu studenti vytisknou autíčko, se kterým si budou moci následně vyzkoušet, že nemusí závod vyhrát pouze ten, kdo nejvíce nafoukne balónek.



x

Národní pedagogický institut
České republiky

x

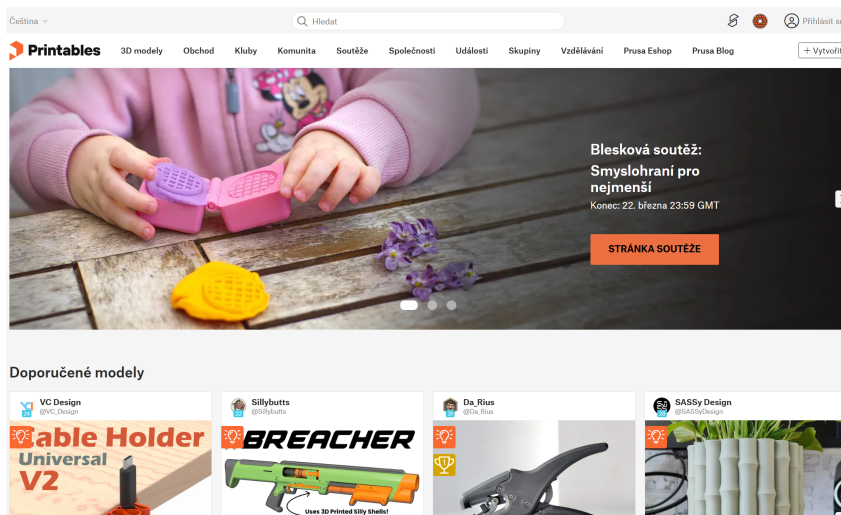
EDU.Lab
Powered by SKODA Nadační fond

POSTUP

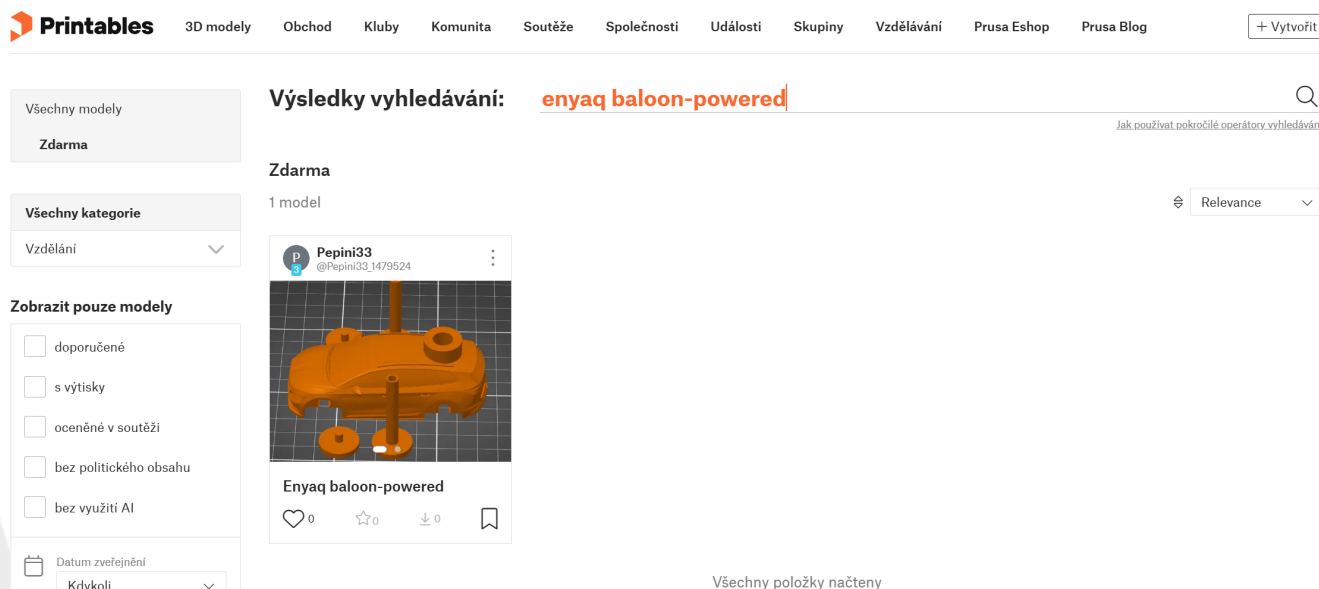


POZOR! Tento pracovní list předpokládá znalosti z předchozí úrovně pracovního listu č. 5 (*Tisk písmenek abecedy*). Pokud Něco není vysvětleno, bylo to vysvětleno v něm a doporučujeme do něj nahlédnout.

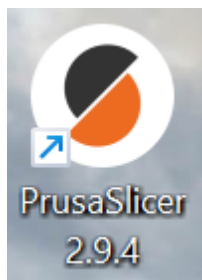
Na počítači si najdeme webové stránky [Printables.com](https://www.printables.com). Jde o databázi 3D modelů, kde můžeme vyhledávat modely pro různé účely, navazovat kontakty i soutěžit.



Do vyhledávacího pole napíšeme „Enyaq baloon-powered“ a vyhledávač nám zobrazí všechny modely, které s tímto dotazem souvisejí. Samozřejmě je možné vyhledat i alternativní výrazy, jako je pouze „baloon-powered“, které vám najde další modely vhodné pro porovnávací závody.



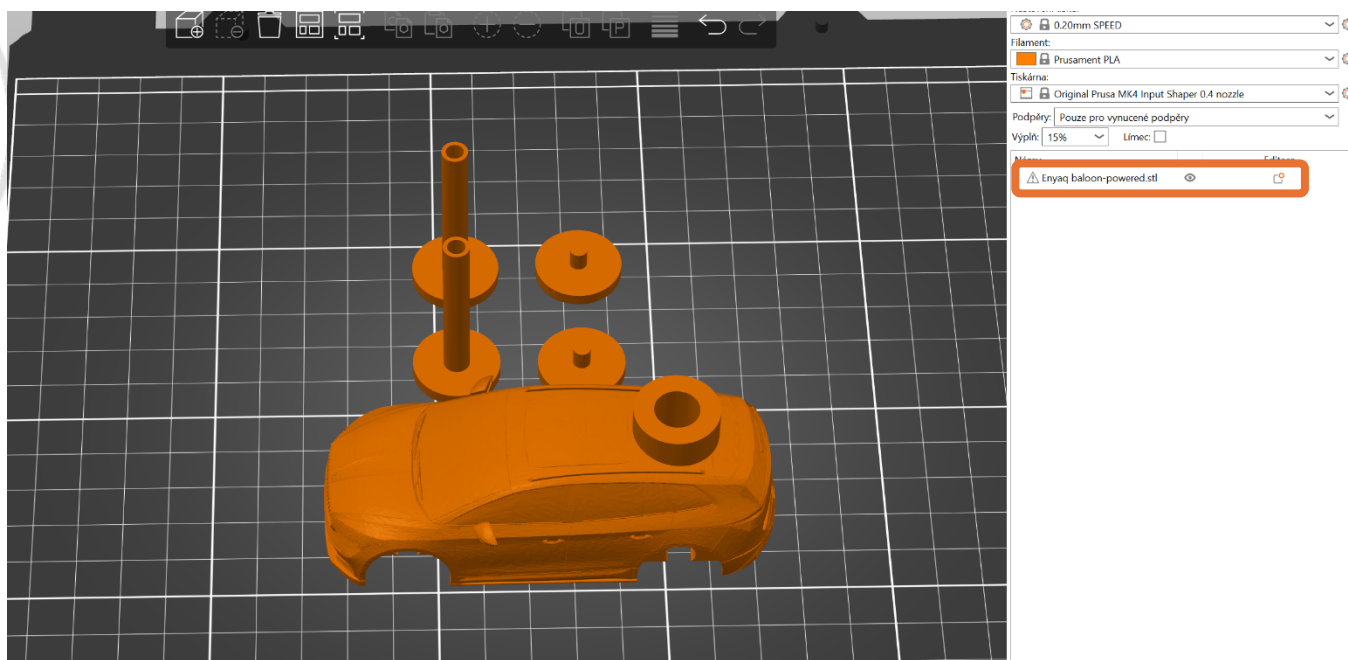
My jsme si vybrali „**Enyaq baloon-powered**“, který jsme pro vás připravili, ale můžete zvolit jiné autíčko. Stáhneme si model (tak, jak jsme si ukázali v předchozí úrovni pracovního listu). Po stažení a uložení souboru si otevřeme PrusaSlicer (ke stažení: <https://prusaslicer.net/>)



Nyní si v prostředí PrusaSliceru naimportujeme náš model kliknutím na tlačítko „Přidat“.



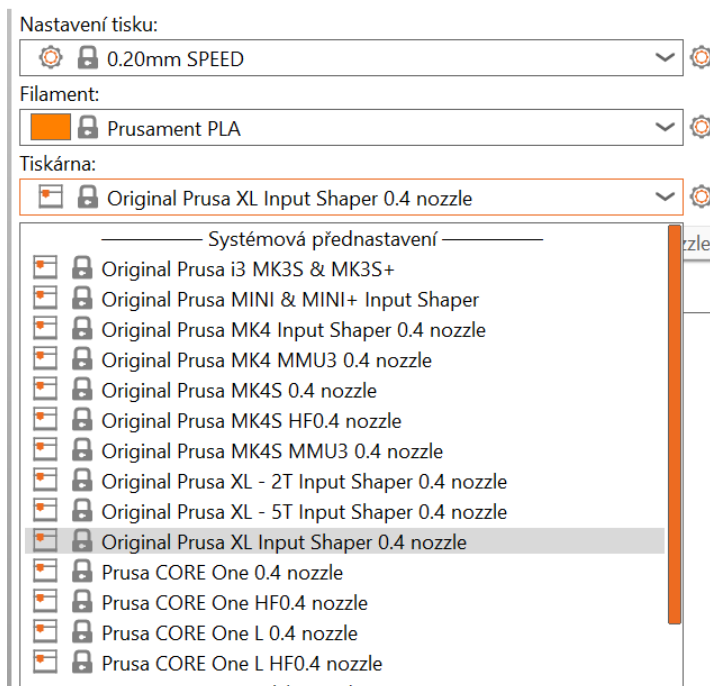
U některých modelů může být nutná oprava, proto si i na našem modelu ukážeme, jak jej opravit. Jde o opravy otevřených hran nebo jinak poškozeného modelu staženého z internetu i vámi vytvořeného ve vašem modeláři. V pravé části s názvem souboru klikneme na symbol vykřičníku v trojúhelníku. Tím se spustí proces automatické opravy, který necháme doběhnout.



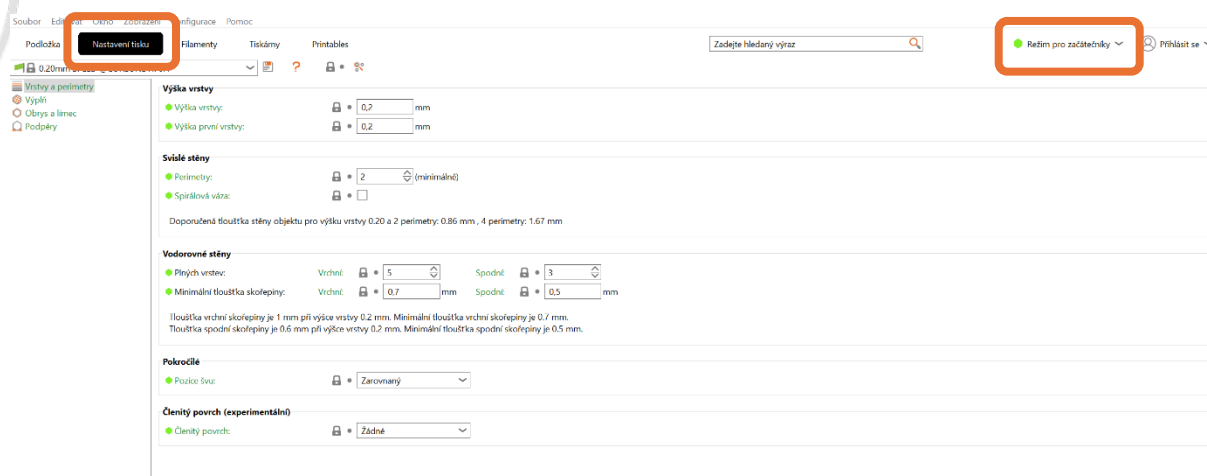
Nyní v pravé části zvolíme základní nastavení tisku. V prvním řádku nastavíme výšku vrstvy a tiskový profil. My zvolili 0,2 mm, ale pokud chcete mít autíčko hezké a nespěcháte, doporučujeme klesnout na 0,15 mm.

Dále jsme vybrali materiál Prusament PLA. Jde o tvrdý křehký materiál, což nám v naší aplikaci nijak nevádí. Pro nás převažují jeho výhody: 1. Snadno se tiskne, 2. Téměř se nekrotí a 3. nemá toxické výpary při tisku (ano, je potřeba si při volbě materiálu skutečně dávat pozor na výpary a jejich škodlivost – obzvláště, pokud chceme tisknout ve výuce).

Jako třetí krok zvolíme tiskárnu, kterou máme aktuálně k dispozici. Pokud naše tiskárna v seznamu není, najedeme úplně dolů na možnost „Přidat/odebrat tiskárny“ a vybereme ji ze seznamu. V případě, že připravíme program pro jiný typ tiskárny a spustíme tisk, tiskárna sama rozpozná nesoulad a upozorní nás, že tento program (G-Code) je určen pro jiný typ tiskárny.



Nyní přejdeme do záložky „Nastavení tisku“ v levém horním rohu. Jako první si přepneme z režimu pro začátečníky do „Normálního režimu“. Tím se nám podstatně rozšíří původní nabídka funkcí a možností. Některé z nich si společně upravíme.



V levé části nám přibýlo mnoho možností, které můžeme nastavovat. My zatím zůstaneme v části „Vrstvy a perimetry“. Všimněte si, že u všeho, co jsme upravili se objevil symbol oranžového odemknutého zámečku, který nám indikuje, že zde došlo ke změně (skvělé pro orientaci) a zahnutá šipka, která nám dává možnost jediným kliknutím vrátit hodnotu do původního stavu.

Jako první jsme zvýšili počet perimetrů ze 2 na 3. Proč? Perimetr je obvodová stěna, která je tak široká, jaký máme průměr trysky na tiskárně (standardně 0,4 mm + pár % díky „rozplácnutí“ materiálu). Počtem perimetrů tedy udáme, kolikrát nám tryska obkrouží celý model a tím přímo ovlivníme jeho pevnost. My tedy budeme mít 3 perimetry = naši stěnu tryska objede 3x.

Dále jsme ubrali počet plných vrchních vrstev. Model jako takový nám totiž netvoří jen obvodové stěny, ale také krycí vrchní a spodní vrstvy a v neposlední řadě také výplň. V našem případě mají krycí horní vrstvy funkci pouze estetickou. Navíc nemáme příliš velké rovné plochy, a proto jsme si mohli dovolit snížit jejich počet a tím také ušetřit tiskový čas, naši peněženku, a hlavně prodloužit dojezd našeho autíčka.

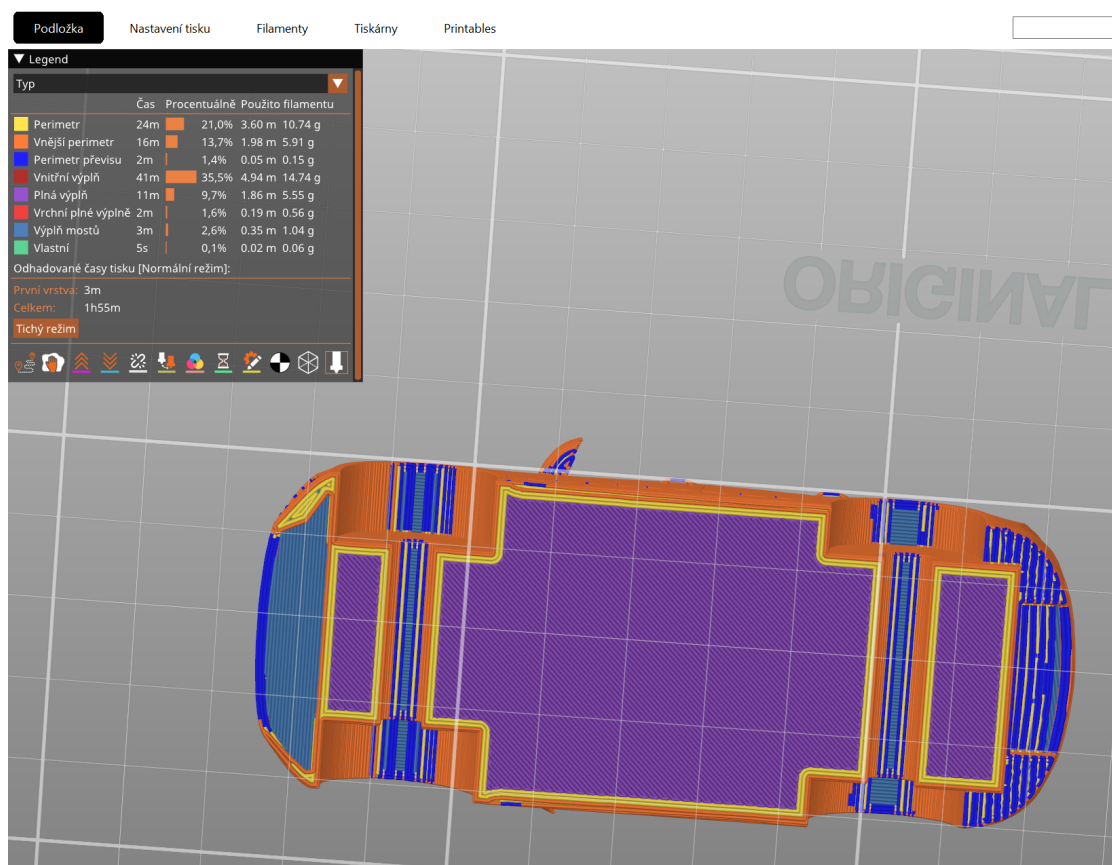
Nyní budeme pokračovat v části Výplň. Výplň nám podepírá vrchní krycí vrstvy a zároveň zajišťuje podporu perimetrům. Její hustotou můžeme nastavit, jak bude model pevný. Ve většině případů ovšem má výrazně větší vliv na pevnost nastavení počtu perimetrů, nikoli výplně. To ovšem neznamená, že ji tam nemusíme dát vůbec. My chceme mít autíčko co nejlépe, takže jsme snížili % výplně z 15 na 13. Sami si můžete zkusit, jestli se vám model vytiskne i s méně procenty. Další změnu provedeme u vzoru výplně. Vzor výplně má velký vliv na vlastnosti výsledného modelu. Může nám zajistit, že model bude plavat, že se dá vyplnit pryskyřicí, může nám zajistit vyšší homogenitu mechanických vlastností a zároveň nám může ušetřit další čas a materiál.

Jen pro zajímavost si zkuste nastavit (při stejných procentech výplně) různé výplně, naslicujte a sledujte rozdíl v době tisku i jeho hmotnosti v pravém dolním rohu na kartě Podložka.

My pro vás vybrali výplně Mřížka, Kubický adaptivní a Plástev. Vidíte, že v čase se na tak krátkém tisku liší o desítky minut, ikdyž hmotnost modelu zůstává velmi podobná. To je dáno trajektorií trysky při tisku výplně.

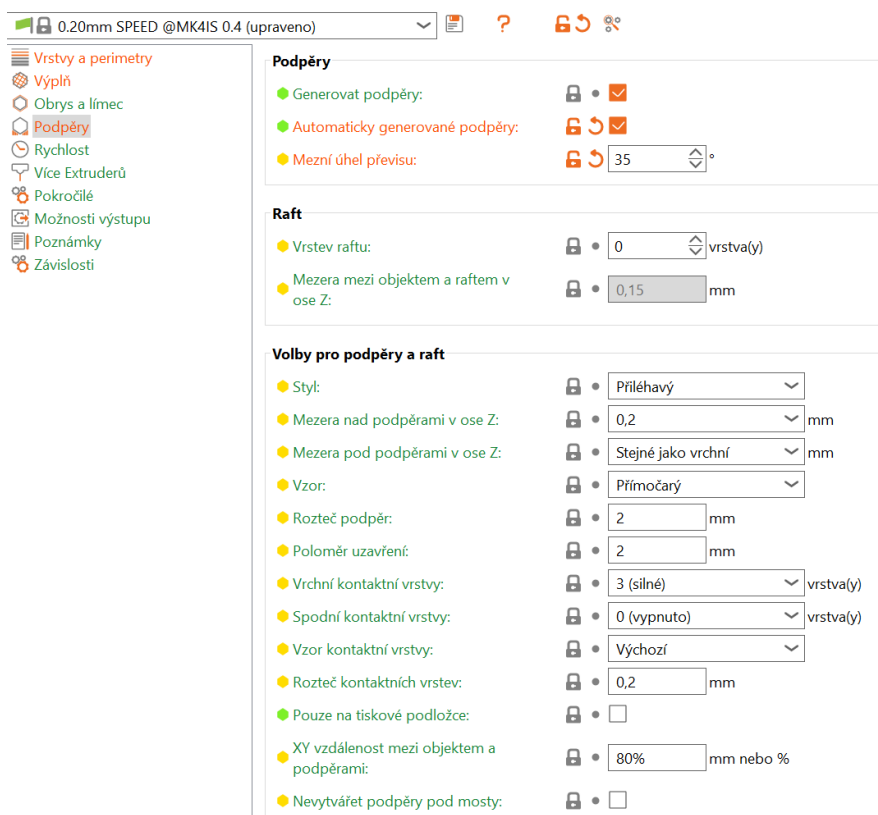
Mřížka	Kubický adaptivní	Plástev			
Informace o slicování					
Použito Filamentu (g) (včetně cívky)	35,89 (228,89)	Použito Filamentu (g) (včetně cívky)	32,65 (225,65)	Použito Filamentu (g) (včetně cívky)	38,74 (231,74)
Použito Filamentu (m)	12,03	Použito Filamentu (m)	10,95	Použito Filamentu (m)	12,99
Použito Filamentu (mm ³)	28939,56	Použito Filamentu (mm ³)	26331,04	Použito Filamentu (mm ³)	31245,18
Náklady	1,00	Náklady	0,91	Náklady	1,08
Odhadovaný čas tisku:					
- normální režim	1h29m	- normální režim	1h25m	- normální režim	1h55m
- tichý režim	1h43m	- tichý režim	1h38m	- tichý režim	2h15m

Ještě, než se posuneme na další kartu s nastavením podpěr, podíváme se zpátky na podložku. Naslicujte svůj model a poté se podívejte zespodu na podložku. Ve velmi zjednodušené formě se dá říct, že všude, kde máme modrou barvu, bude potřeba přidat podpory (to nám říká i legenda v levém horním rohu). To proto, že tiskárna jednoduše prostě nemůže tisknout jen tak do vzduchu. Nicméně ne vždy jsou podpory skutečně potřeba všude, kde vidíme modrou.

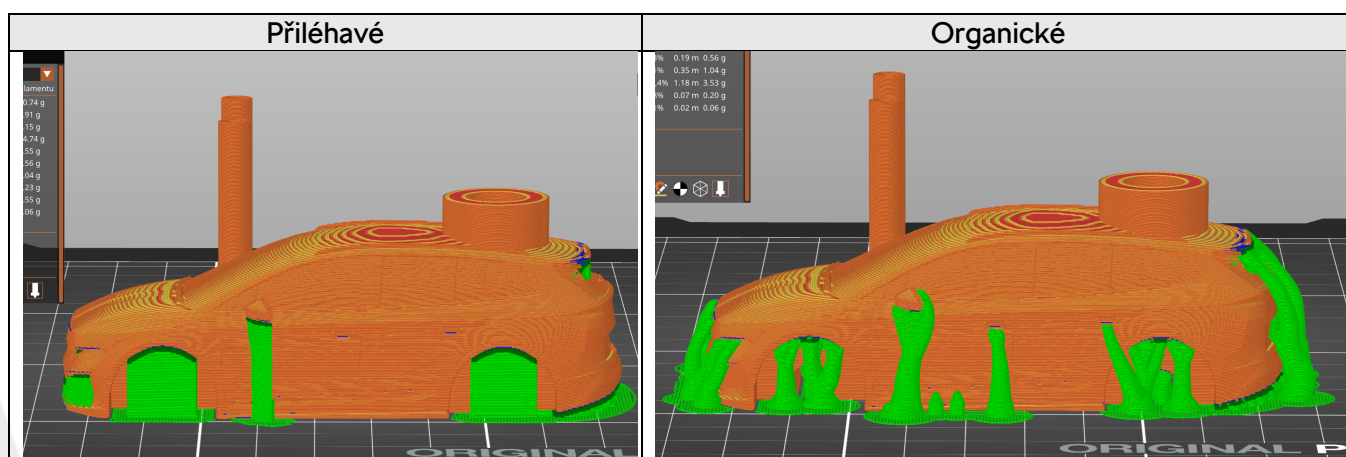


Nyní přejdeme zpět do nastavení a otevřeme si „Podpěry“. Zde si zaškrtneme políčko „Generovat podpěry“ a „Automaticky generované podpěry“. Díky tomuto se nám model obalí podporami všude, kde je to podle Prusa Sliceru potřeba. My množství podpór můžeme ještě ovlivnit nastavením Mezního úhlu převisu. Každá tiskárna zvládne v závislosti na své konstrukci jiný úhel převisu. Ve většině případů bychom vám doporučili s tímto nastavením hrát velmi opatrně a pouze na základě zkušeností, protože

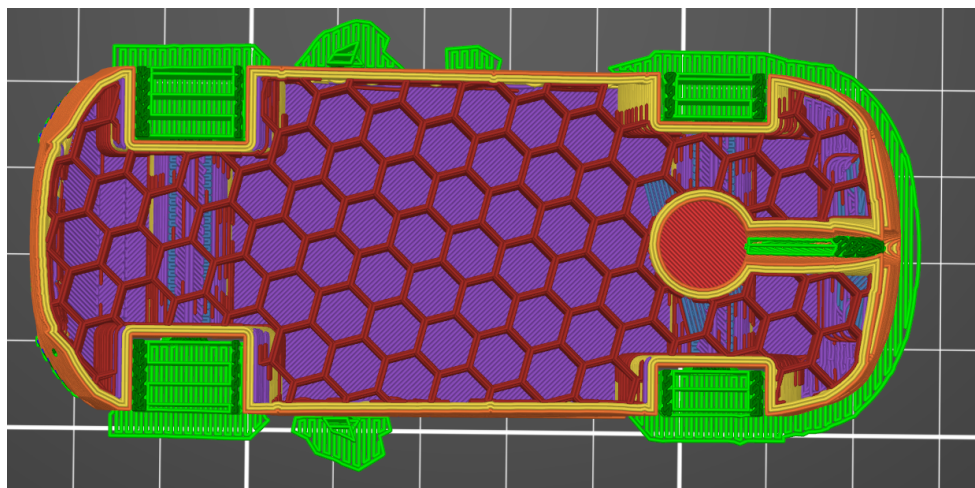
špatně nastavené podpory mohou způsobit kompletní zničení výtisku a případně i tiskárny. Na našem modelu si můžete zkusit pohnout s úhlem dle libosti, zkusit si naslicovat model a sledovat na podložce, jak se nám model obaluje podporami. Po zapnutí podpor si pak také můžeme zvolit, jaký chceme jejich „Styl“.



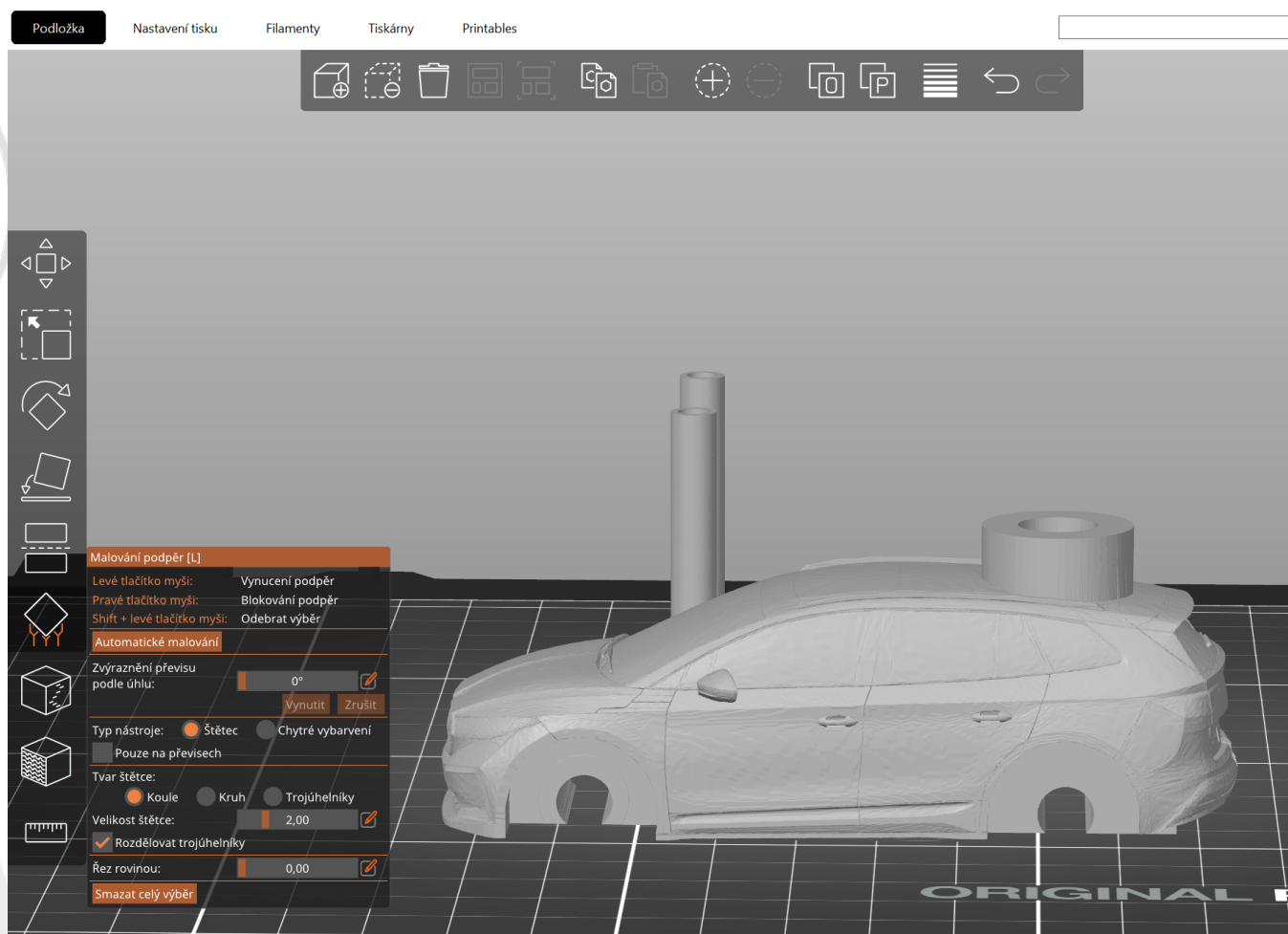
Volbou stylu podpor můžete ovlivnit mnoho. My si zde opět ukážeme rozdíl v čase tisku, kde s totožným nastavením máme podpory (zelené) přiléhavé, které se tiskly cca 2 hod a 8 min a podpory organické, které se tiskly 2 hod a 23 minut. Toto ovšem není pravidlo, že organické jsou vždy pomalejší. Skutečně záleží na konstrukci modelu a je dobré si vyzkoušet obě varianty.



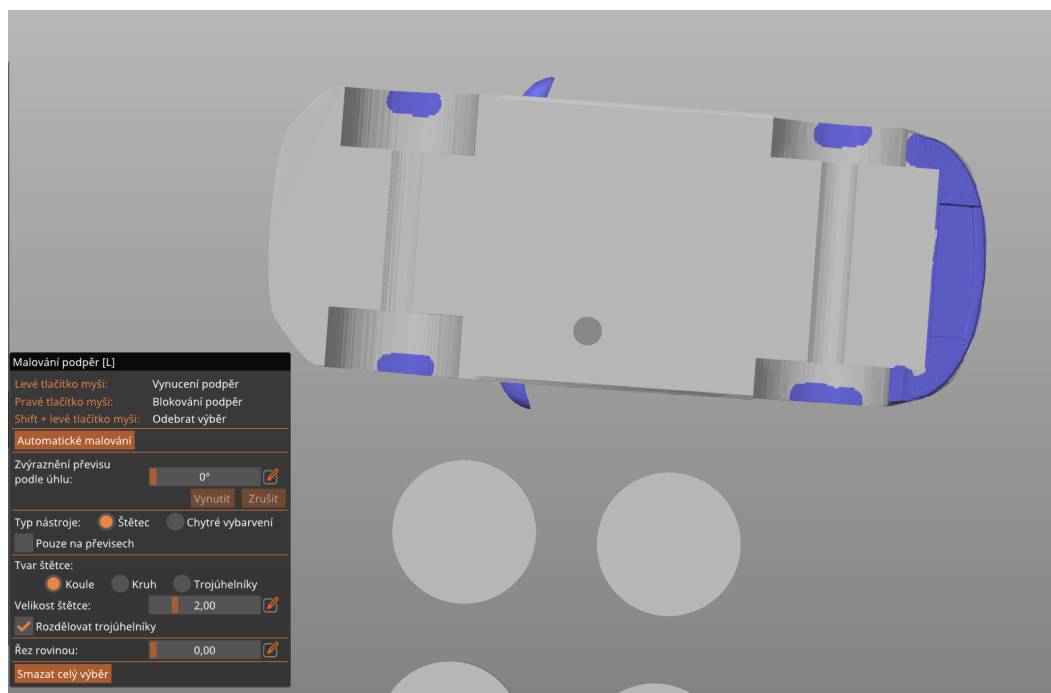
Nicméně v obou případech můžeme vidět, že nám automatické podpory ucpaly i otvory, ze kterých by se nám vyndávaly velmi složitě (například otvor pro průchod vzduchu). Proto prosím vypněte možnost automatických podpor a přepněte zpátky na podložku.



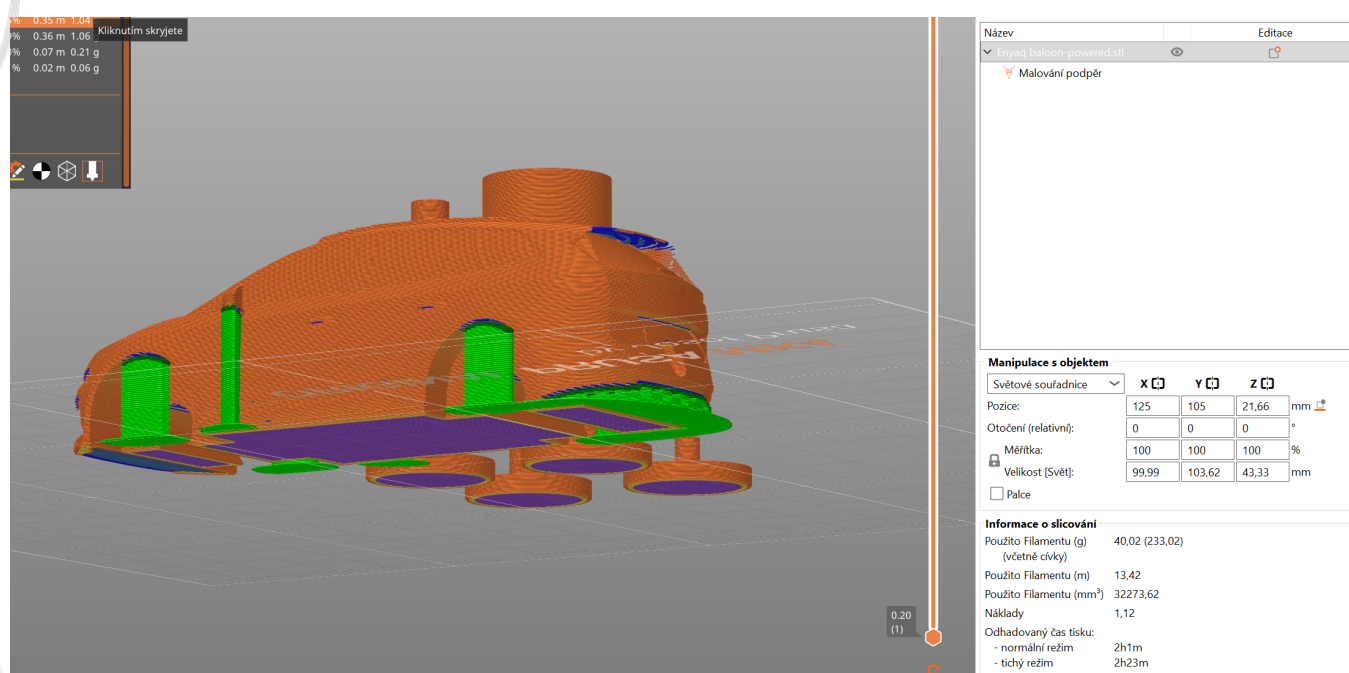
V levé části výběru máme možnost „Malování podpor“, kterou zvolíme a namalujeme si podpory pouze tam, kde bude potřeba. Jak je vidět, možností malování podpor je více. My si ukážeme možnost malování štětcem. Velikost štětce ani další nastavení proto tentokrát měnit nebudeme.



Levým tlačítkem myši podpory přidáváme (modrá barva) a popř. můžeme pravým tlačítkem myši podpory naopak zakázat. Takto namalované podpory by měly být pro náš účel dostatečné.



Model si opět naslicujeme. Vidíme, že čas tisku je ze všech variant nejkratší a máme podpořeny všechny potřebné části, a naopak nemáme podpory v průchozích otvorech. Kdo má šikvné ruce, může si namalovat podpory ještě pod zadní „křídlo“ na pátých dveřích. Křídlo je ale velmi tenké a při odstraňování podpor bychom ho mohli poškodit, proto jsme jej vynechali.



Nyní se můžeme k jednotlivým krokům vrátit a pokusit se přenastavit perimetry, výplně a další, abychom měli své autíčko lehčí, než kamarádi. Malý tip: Pokud vytisknete hřídelky zvlášť a autíčko zvlášť, můžete u autíčka nastavit pouze dva perimetry a ušetřit další hmotnost. Na školení pro pedagogy v Printlab.cz si mimo jiné ukážeme i jak mít více perimetrů pouze v místech, kde potřebujeme a vše na jedné podložce.

Pokud žádné změny dělat nechceme, připojíme USB disk, vedle možnosti „Exportovat G-code“ se nám objeví symbol USB disku, na který jedním kliknutím kód nahrajeme.



x

Národní pedagogický institut
České republiky

x

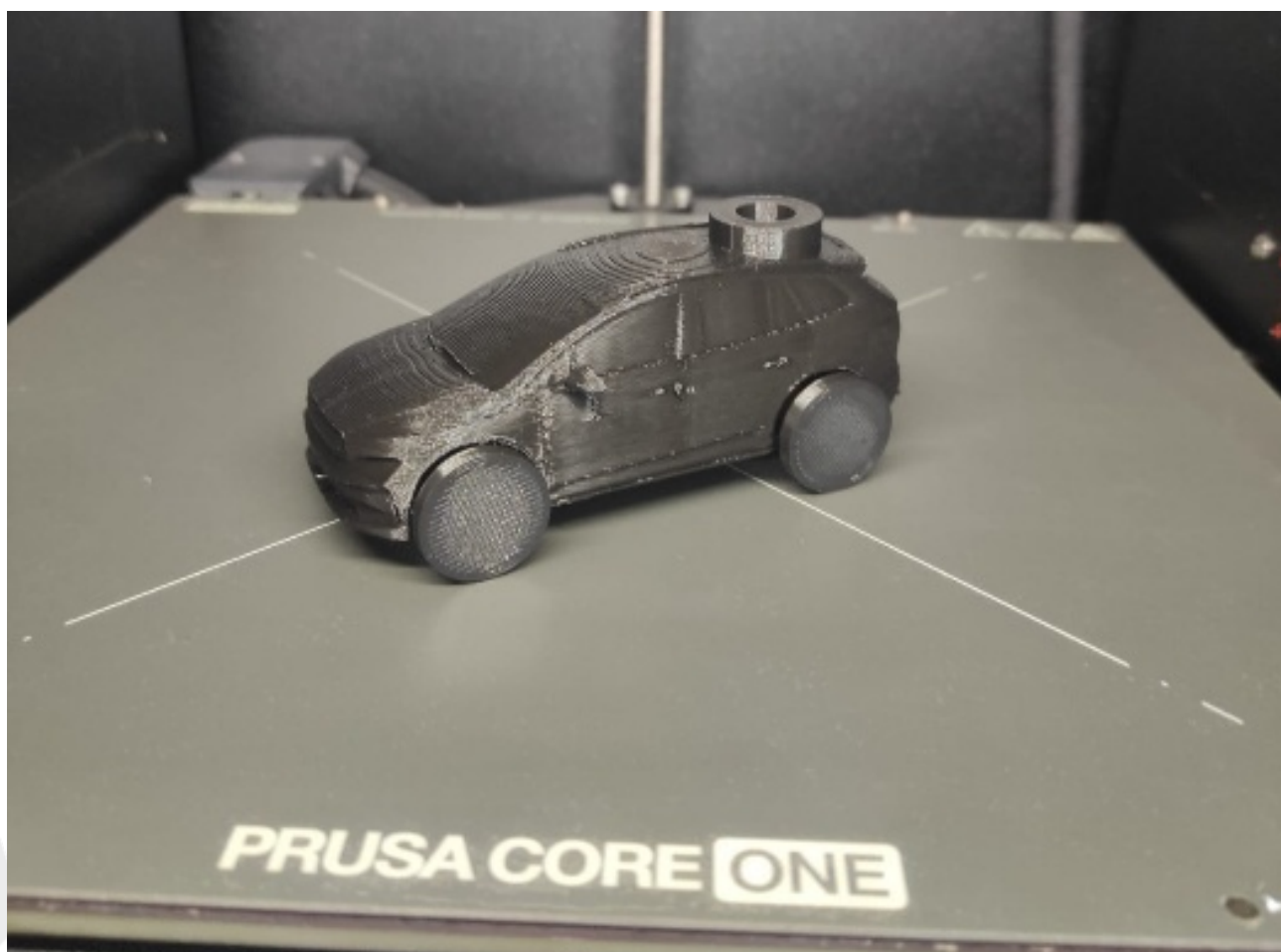
EDU.Lab
Powered by SKODA Nadační fond**Informace o slicování**

Použito Filamentu (g) (včetně cívky)	40,02 (233,02)
Použito Filamentu (m)	13,42
Použito Filamentu (mm ³)	32273,62
Náklady	1,12
Odhadovaný čas tisku:	
- normální režim	2h1m
- tichý režim	2h23m

Exportovat G-code

Nyní už můžeme přikročit k samotnému tisku obdobně, jako na předchozím pracovním listu. Hlavně nezapomeneme očistit podložku, zavést správný materiál a nebudeme se dotýkat žádných horkých ani pohyblivých částí.

Za dvě hodinky si vyzvedneme autíčka, zasuneme hřídel do otvoru a na druhý konec přilepíme kolečko a můžeme vyrazit na závody s doprovodným výkladem o změně potenciální energie stlačeného vzduchu v balonku a na kinetickou energii pohybu.





x

Národní pedagogický institut
České republiky

x

EDU.Lab
Powered by SKODA Nadační fond

SHRNUTÍ



Úspěšný 3D tisk funkčního autíčka vyžaduje víc než jen stažení modelu. Volba **výšky vrstvy** určuje nejen detailnost karoserie a hladkost vnitřního vzduchovodu, ale přímo ovlivňuje tiskový čas.

Správné nastavení parametrů – zejména **počtu perimetrů** a **hustoty výplně** – je kritické pro dosažení rovnováhy mezi mechanickou odolností náprav a lehkostí potřebnou pro maximální zrychlení.

Experimentování s **typem a stylem podpor** nám umožňuje vytisknout výstupní „trysku“ autíčka bez jejího ucpání, což je nezbytné pro zachování plynulého proudění vzduchu. Bez správně odladěného slicování by tiskárna vytvořila jen statický objekt, ale díky promyšleným instrukcím vzniká funkční technologický model připravený demonstrovat zákony akce a reakce v praxi.

Poznámka pro učitele:

Úloha je vhodná pro žáky 2. stupně ZŠ a SŠ. Práce s touto metodou je pro žáky velmi atraktivní, protože umožňuje okamžitý přechod od digitální práce k reálnému fyzickému objektu. **Výhodou je vysoká motivace díky tvorbě pomůcek, které si sami mohou vyzkoušet, podpora zdravé soutěživosti, rozvoj digitální gramotnosti a technického myšlení.** Žáci jsou schopni samostatně stanovit závěry a získané poznatky dále aplikovat při úlohách zahrnujících 3D modelování vlastních objektů, pokročilé nastavení sliceru (např. podpory, výplně) nebo při studiu vlastností různých polymerů.

Pokud chcete rozšířit své znalosti v oblasti 3D tisku a jeho využití ve výuce, doporučujeme objednat si školení na Print-lab.cz, které je hrazeno z šablony OP JAK.