



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



LŠUMF Šluknov 2018

Projektové dopoledne – čtvrtek 9.8.2018

Ing. Stanislav Jakoubek

Využití 3D tisku při výrobě fyzikálních
pomůcek



Úvodní chytrosti

- Dostupnost 3D tiskáren ve školách i v domácnostech
 - Financování z projektů
 - Financování z jiných zdrojů
- Ne úplně dobrá vybavenost fyzikálními pomůckami
 - Neexistují
 - Existují, ale poškozené či neúplné
- Možnost snadné náhrady poškozených částí
- Drahé sady pomůcek od oficiálních prodejců
 - Nemožnost či neochota nákupu
 - Nákup malého množství či jen demonstrační sady

O čem přednáška není a o čem je

- Není:
 - Existující modely ke stažení
 - <http://www.e-mole.cz/>
 - ...
- Je:
 - Tvorba vlastních modelů
 - Tisk vlastních modelů
 - Metodické poznámky

Volba vhodného programu

- Je klíčová pro pohodlnou a smysluplnou práci
- K tiskárně bývá nějaký grafický software dodáván – ne vždy je vyhovující
- Obecně – lze využít libovolný software, který umožňuje exportovat grafiku do formátu vhodného pro 3D tiskárny (formát **stl**)
- Umí i Malování ve Win 10 😊
- Požadavek: přesnost a pohodlnost práce – vhodně řeší nějaký CAD program

ProgeCAD

- Plnohodnotná alternativa programu AutoCAD
- Pravidelné aktualizace
- Možnost exportu do stl
- Cena: pro školy ZDARMA 😊

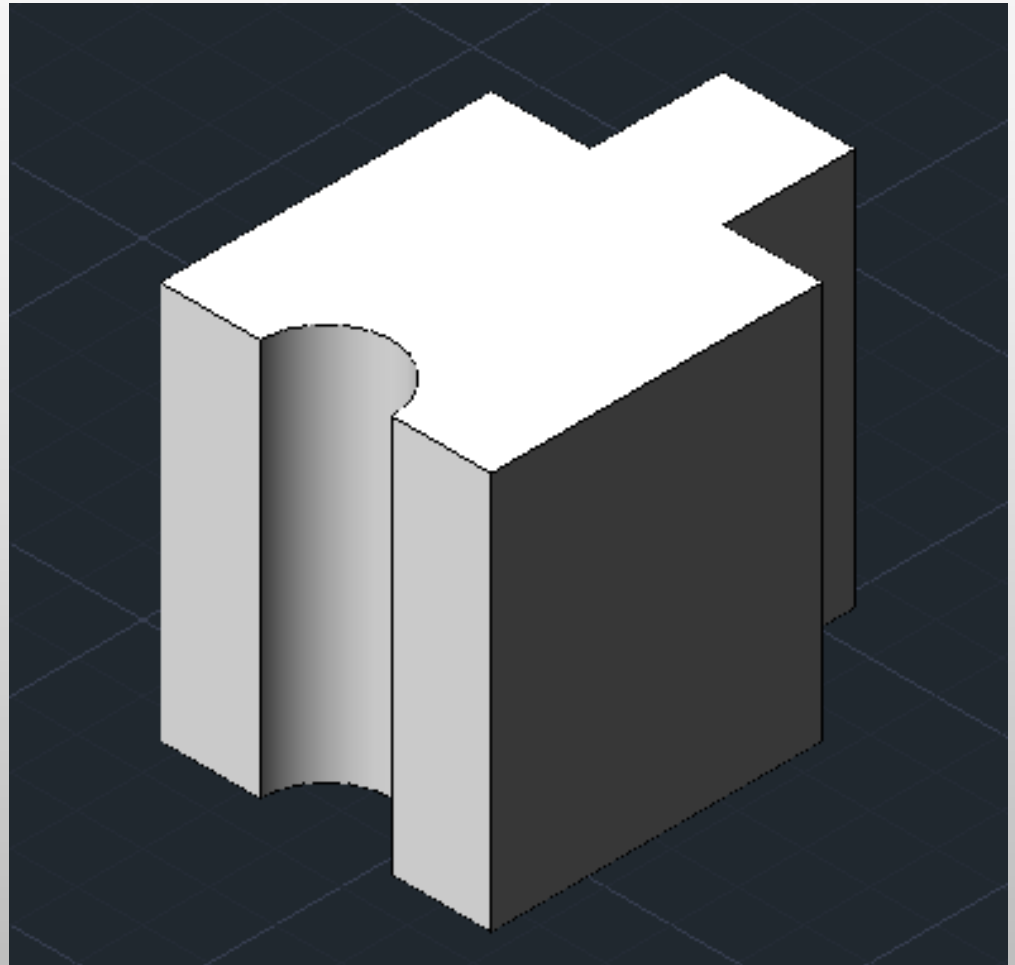
- Proč jsem vybral tento program?
 - Slušně funguje
 - Pracuji s ním při výuce (tedy už ho po těch letech docela umím 😊)
 - Byl jsem líný učit se jiný program (pssst!)

Úplné základy 3D modelování

- Rozdělení pracovní plochy
- Nastavení pohledů
- Základní tělesa (vkládání; souřadnice)
- Možnosti zobrazení těles – drátěné, skryté, realistický
- Rotace těles
- „Placatá tělesa“ – převod čáry na křivku
- Logické operace (sjednocení, odečtení, průnik)
- Úchopové módy
- Export do stl

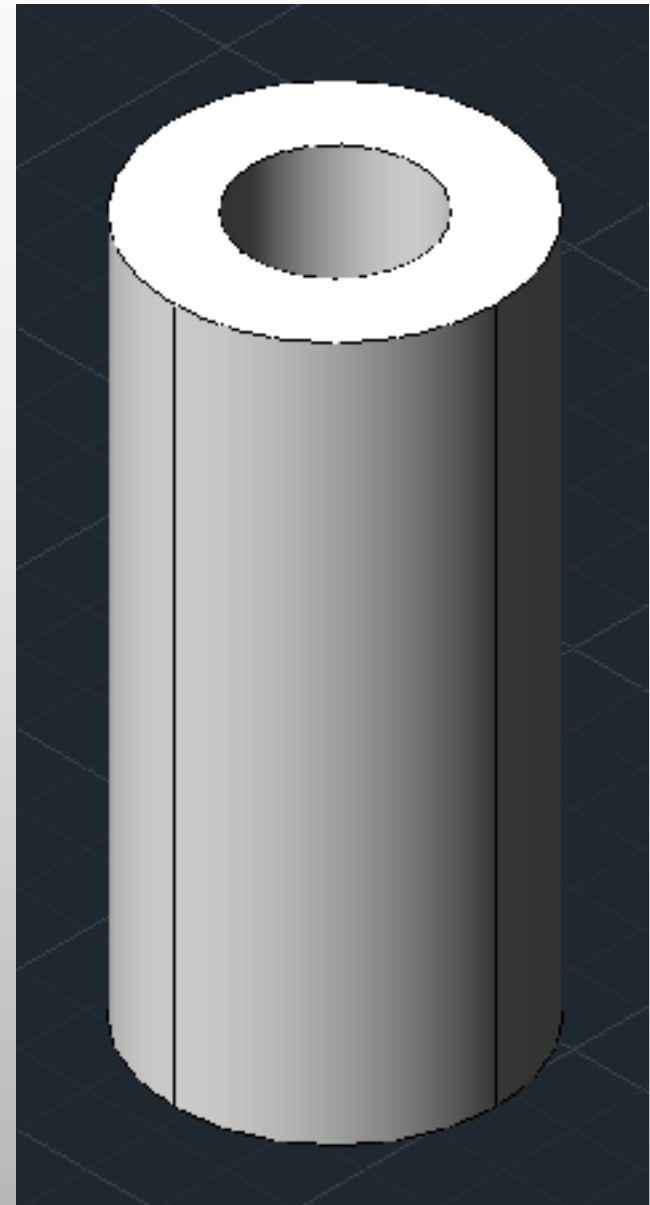
Logické operace

- Kvádr + kvádr - válec



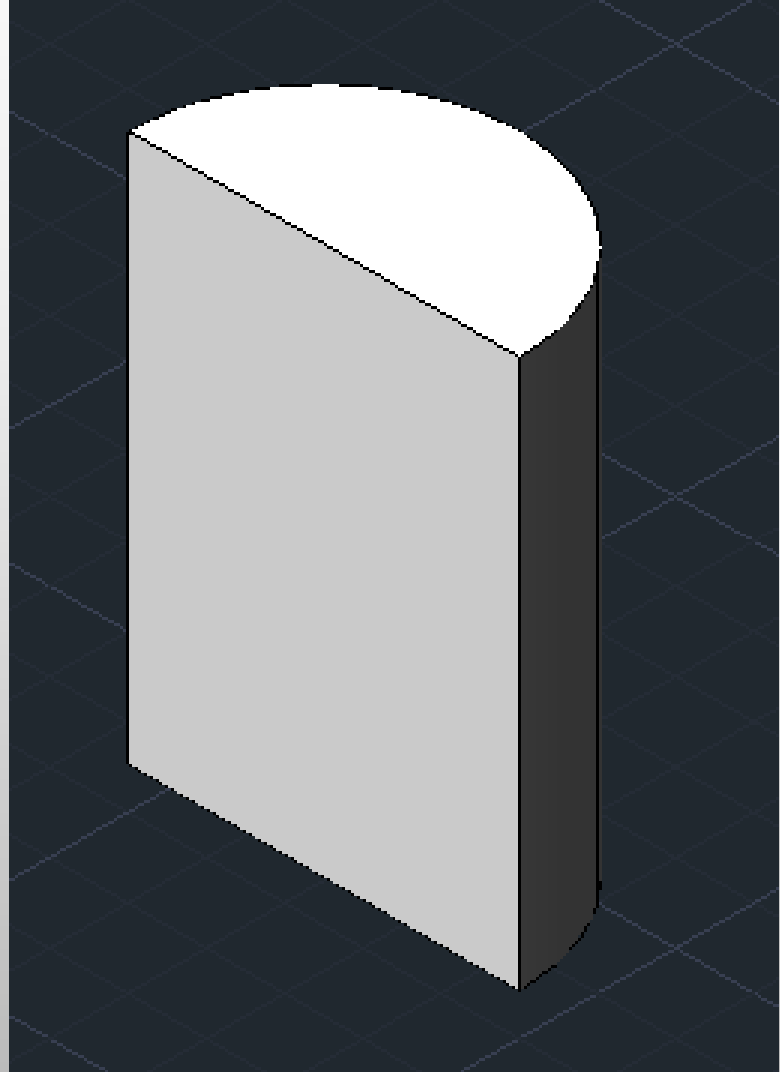
Logické operace

- Trubka = válec – menší válec



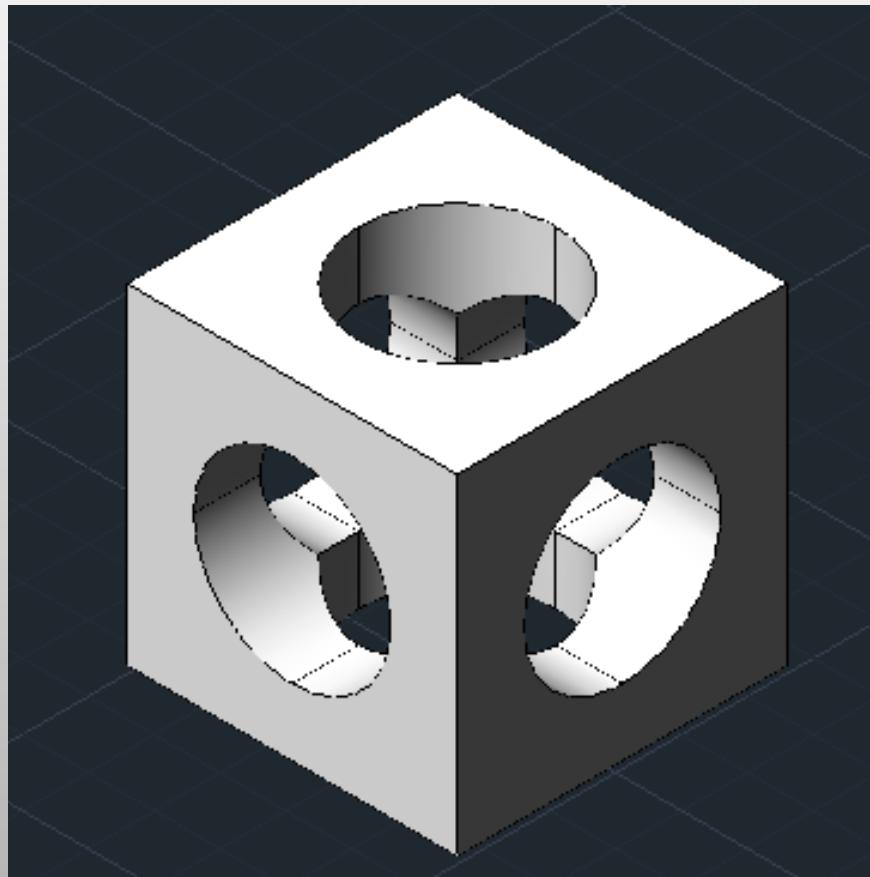
Logické operace

- Průnik válce a kvádru



Logické operace

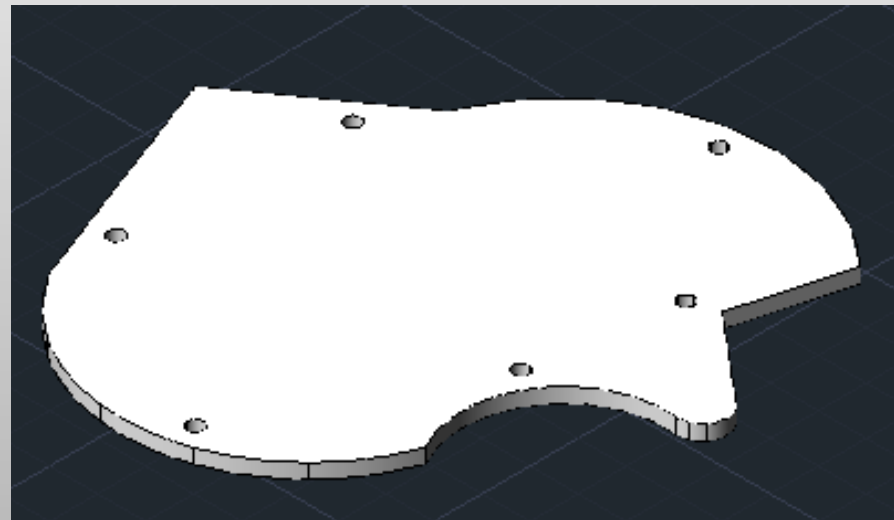
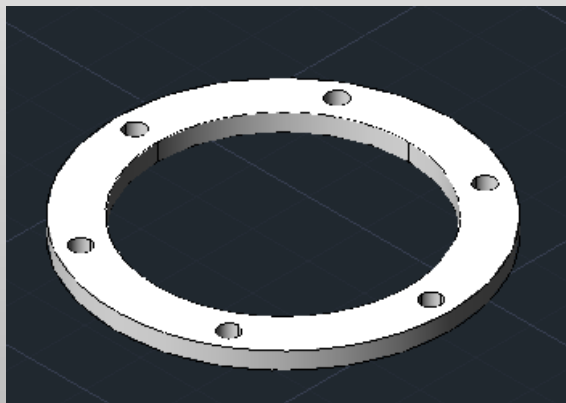
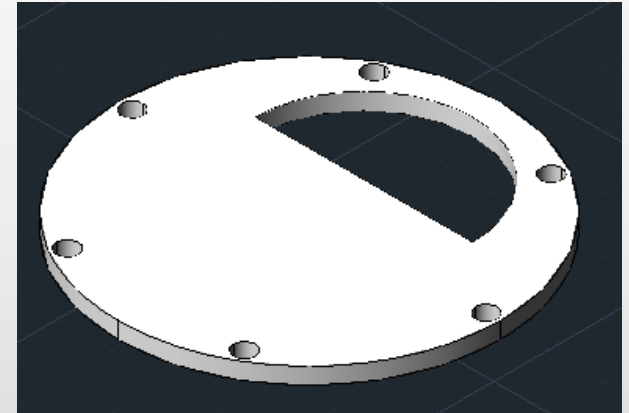
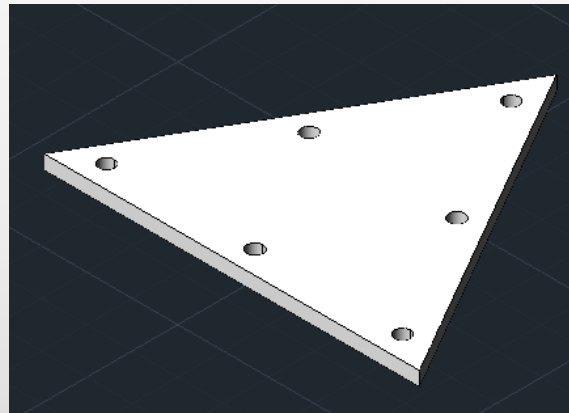
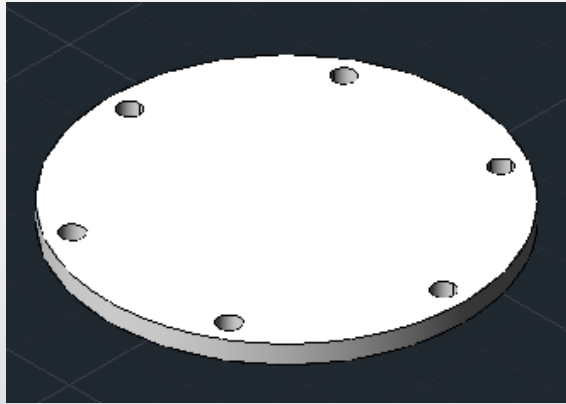
- Krychle – válec – válec – válec
- Důležité: práce s pohledy a jejich změna !!!



Export do stl a co dál

- Výstup – Exportovat – 3D tisk (.STL)
- Otevřít v programu k tiskárně a nastavit parametry
 - Nastavení tisku (Rychlý – Standard - ... - Super)
 - Stěny: Obvodové – horní – dolní (souvisí např. s vodotěsností modelu)
 - Vyplnění – tvar a hustota výplně
- Vliv parametrů na „jemnost modelu“, spotřebu materiálu (cena) a hlavně na čas tisku (!!)
- Cena od 400,- Kč do 500,- Kč za 1 kg ... zlatá střední cesta plus nějaké poštovné – berme 0,50- Kč za 1 gram

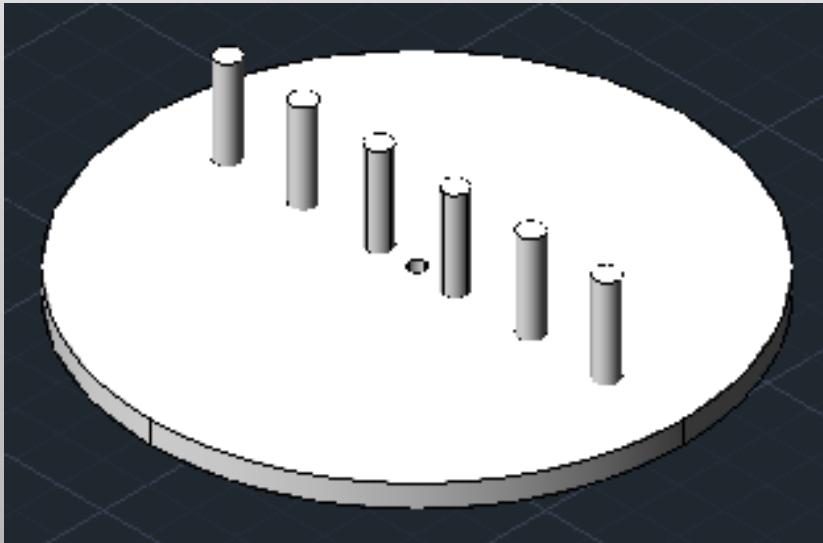
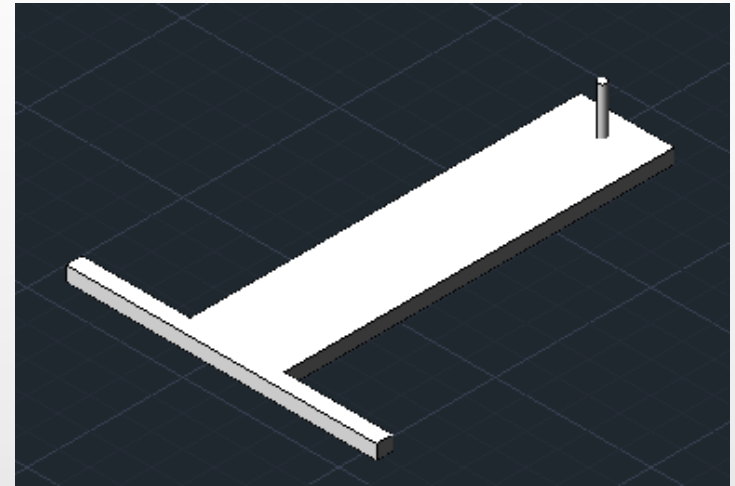
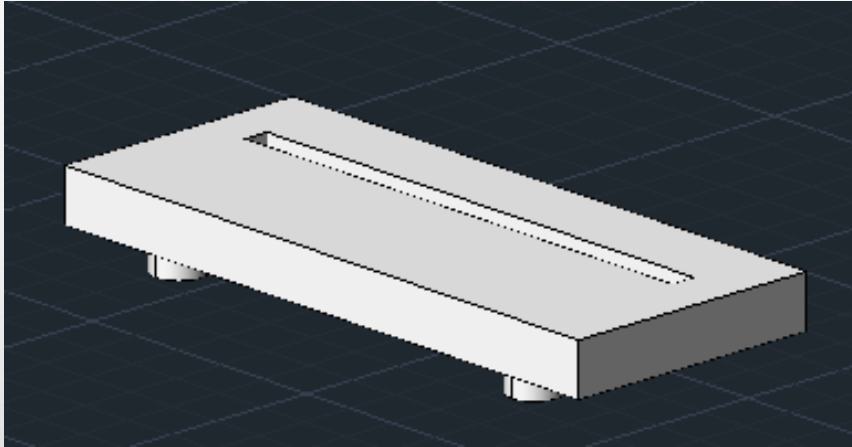
Určení těžiště metodou zavěšování



Statistika

Název	Výplň	Čas tisku	Délka vlákna	Hmotnost	Cena
Homogenní kruh	50%	36 min	2,77 m	5,25 g	3 Kč
Rovnostranný trojúhelník	50%	30 min	3,28 m	9,78 g	5 Kč
Kruh s výřezem	50%	41 min	3,17 m	9,47 g	5 Kč
Prstenec	50%	15 min	1,43 m	4,25 g	3 Kč
Patvar	50%	1 hod 19 min	9,24 m	27,55 g	14 Kč

Momentový kotouč

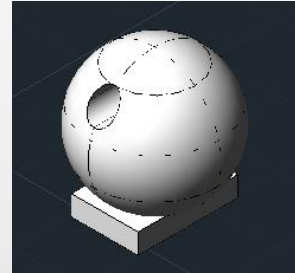
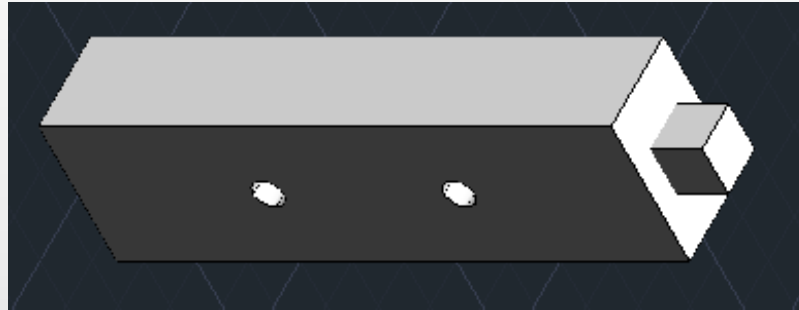
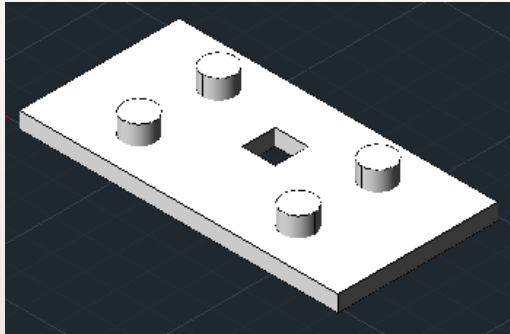


- Větší díra než to, co do ní ;-)
- Nutný rozdíl nutno vyzkoušet (cca 0,6 mm) – závisí na kvalitě tisku (při menší kvalitě hrubší tisk a může se stát, že tam něco překáží)
- Výplň nemusí být homogenní – problém s vyvážením

Statistika

Název	Výplň	Čas tisku	Délka vlákna	Hmotnost	Cena
Podložka	5%	57 min	7,85 m	23,41 g	12 Kč
Stojan	5%	35 min	4,38 m	13,06 g	7 Kč
Kotouč	5%	1 hod 25 min	11,21 m	33,44 g	17 Kč

Kyvadlo



- Možnost spojování dílů
- Problém s tiskem samotné koule – proto ta podložka pod ní
- Zkuste si:
 - Závislost doby kmitu na délce kyvadla
 - Měření velikosti tíhového zrychlení

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \Rightarrow g = \frac{4\pi^2 l}{T^2}$$

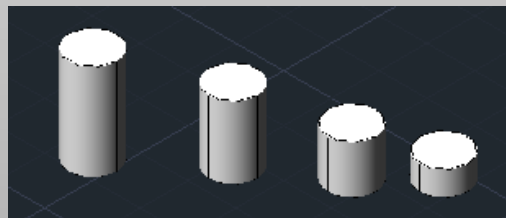
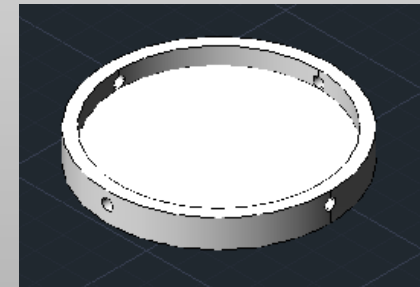
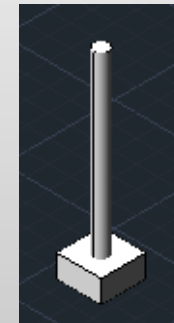
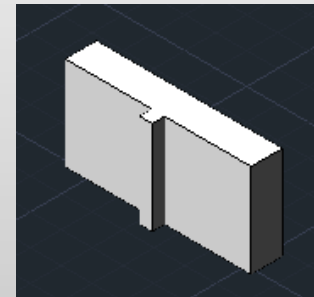
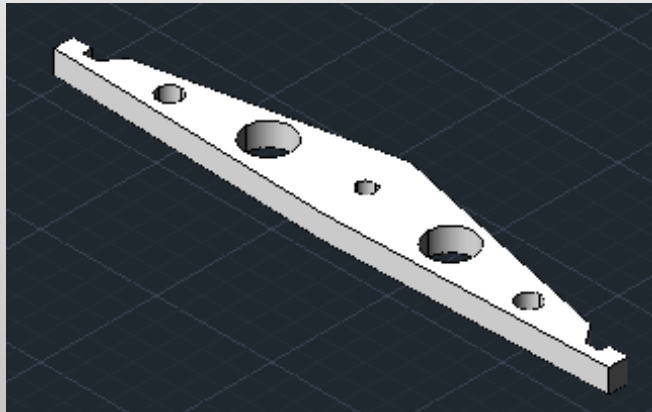
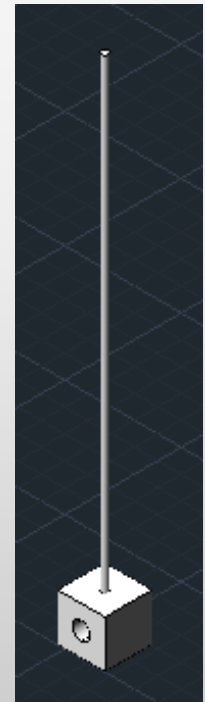
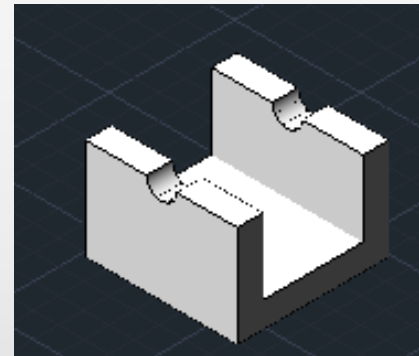
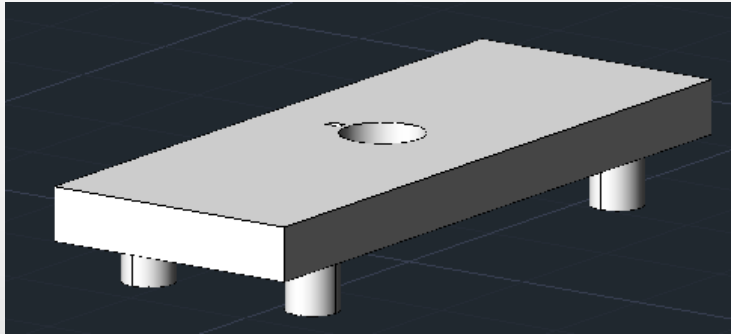
Statistika

Název	Výplň	Čas tisku	Délka vlákna	Hmotnost	Cena
Podložka	5 %	40 min	5,16 m	15,38 g	8 Kč
Kolík	100 %	16 min	0,33 m	0,99 g	1 Kč
Stojanový díl	5 %	52 min	6,97 m	19,89 g	2 x 10 Kč
Závaží	100 %	15 min	1,96 m	5,84 g	3 Kč

Poznámky:

- Stojanové díly je třeba vytisknout (alespoň) dva
- Kolík je tištěn kvalitou Standard – je pak hladší
- Kolík je tištěn výplní 100 % - kvůli tuhosti
- Závaží tištěno výplní 100 % - kvůli větší hmotnosti

Rovnoramenné váhy



Rovnoramenné váhy - poznámky

- Vyvážení – citlivé na homogenitu vahadla
- Závaží – 3D modely jsou lehké (i při 100 % výplni) – problém vyrobit na tiskárně smysluplná závaží

Průměr	Výška	Hmotnost (odhadem z programu)
5 mm	10 mm	0,31 g
5 mm	7,5 mm	0,24 g
5 mm	5 mm	0,18 g
5 mm	2,5 mm	0,11 g

Poznámka na závěr

- Technologické poznámky se týkají konkrétní tiskárny Printer 3D FlasForge Finder
- Problematické věci (díry, jemnost tisku,...) je třeba si vyzkoušet na vlastním zařízení

**Budete-li se držet této rady,
zničíte při tisku spoustu
materiálu. Pokud ne, zničíte
materiálu daleko víc!**



Poznámky k programu ProgeCAD

- <http://solicad.com/c/progecad-ke-stazeni>
- Nutno zvolit správnou verzi (32 bitová verze vs. 64 bitová; pokud zvolíte špatně, instalace se nezdaří)
- Možnost vyzkoušení 30 dní
- Pro školy zdarma, jen je třeba mít na webu školy informaci, že používáte ProgeCAD a banner (veškeré podrobnosti na jejich webu)
- Poznámka: zdarma = neomezený počet licencí pro školu, učitele i žáky; po roce je licenci třeba obnovit, ale z firmy Solicad se vám včas připomenou 😊

Děkuji za
pozornost 😊

Kontakt:

Ing. Stanislav Jakoubek

Střední škola AGC a.s., Rooseveltovo náměstí 5, Teplice, 415 03

E-mail: stanislav.jakoubek@skola-agc.cz