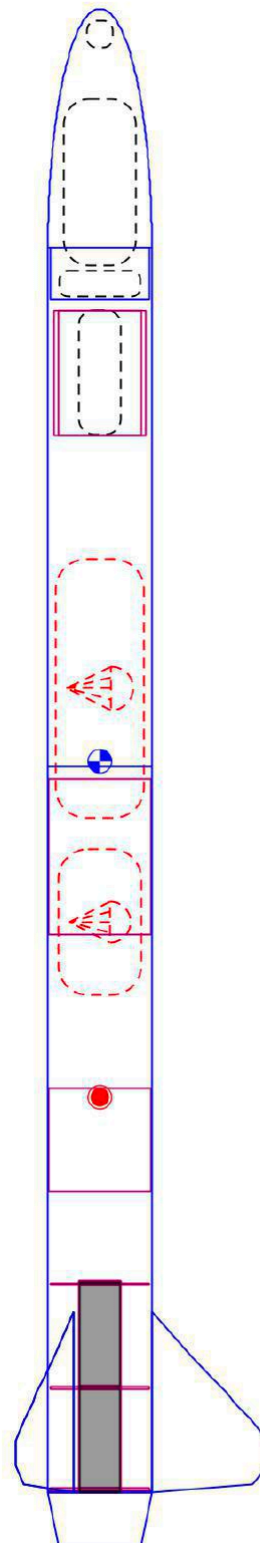
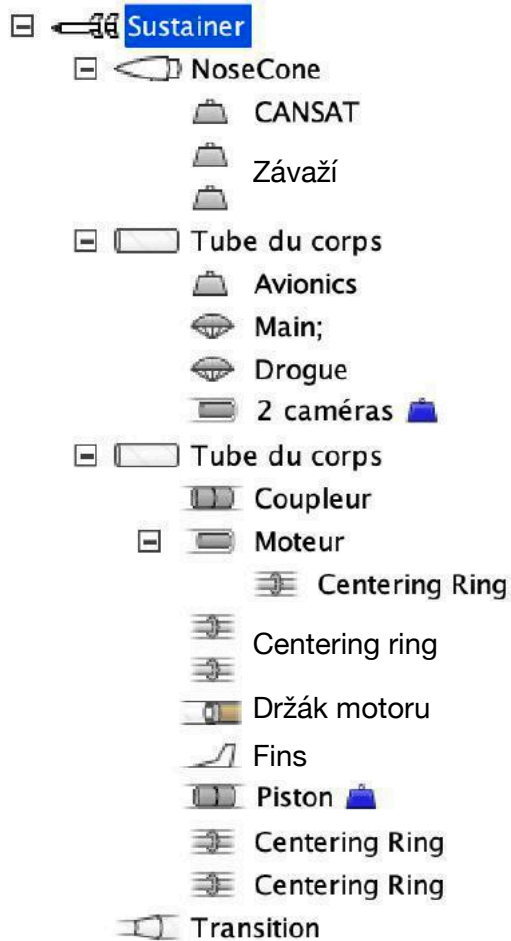
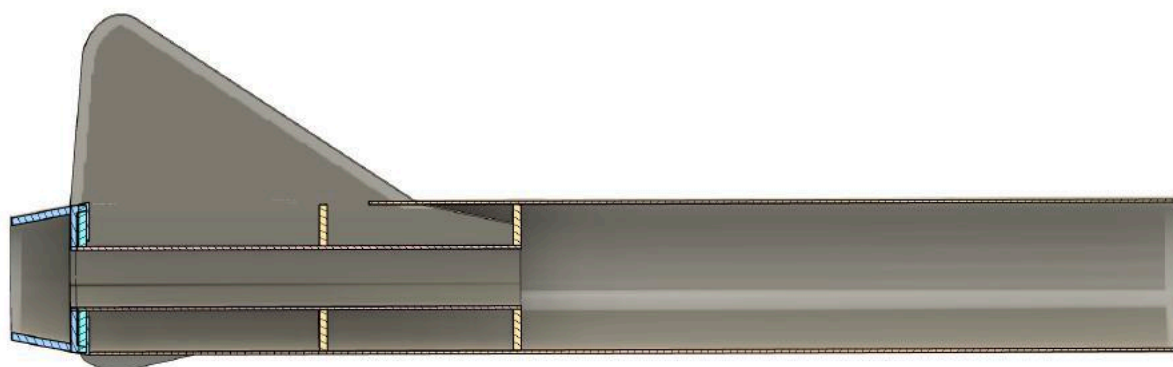


Length 148 cm, max. diameter 10 cm

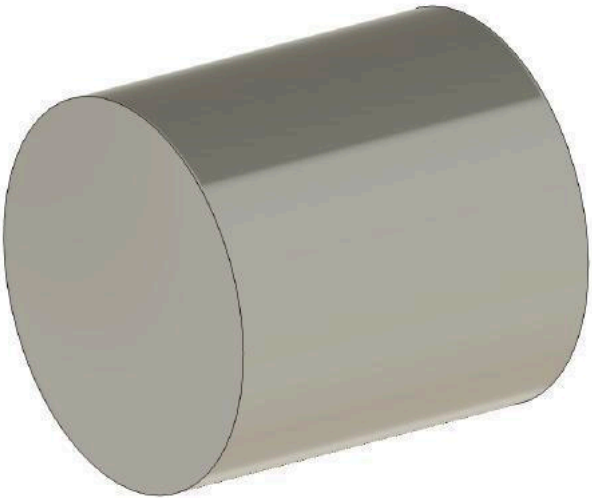
CG: 72.5 cm
CP: 105 cm
at M=0.30



Spodní část rakety



Píst



NoseCone



NoseCone itself

Outer Ring

All parts:



Ring_Outer

- stabilises whole NoseCone in the rocket frame
- Glued to the frame



NoseCone_BOTTOM

- includes cavity for CanSat deployment
- Glued with Bay_Electronics



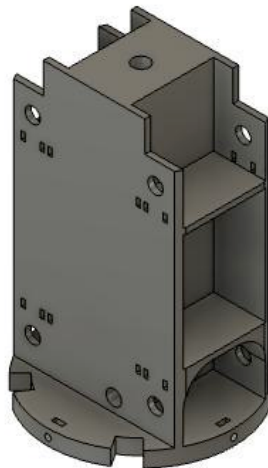
NoseCone_UP

- Cover for NoseCone



NoseCone_UP_Lid

- Lid (at the bottom of NoseCone_UP) for retaining possible weight inside a NoseCone_UP



Bay_Electronics

- houses avionics (plus battery) and cameras
- Glued with NoseCone_BOTTOM
- **Hole at the bottom needs to be drilled according to the mechanism which triggers the 2nd event (Main parachute deployment)**

Groove for cord attaching the NoseCone_UP to the rest of the rocket

The lower part of NoseCone_UP (the plug-like part that is inserted into the NoseCone_BOTTOM), its fit (insertion, friction) has to be adjusted with a **painters tape** wrapped around

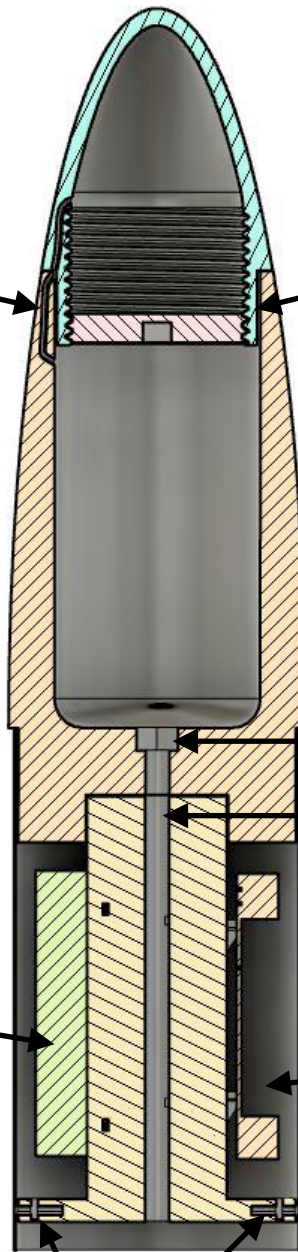
Battery

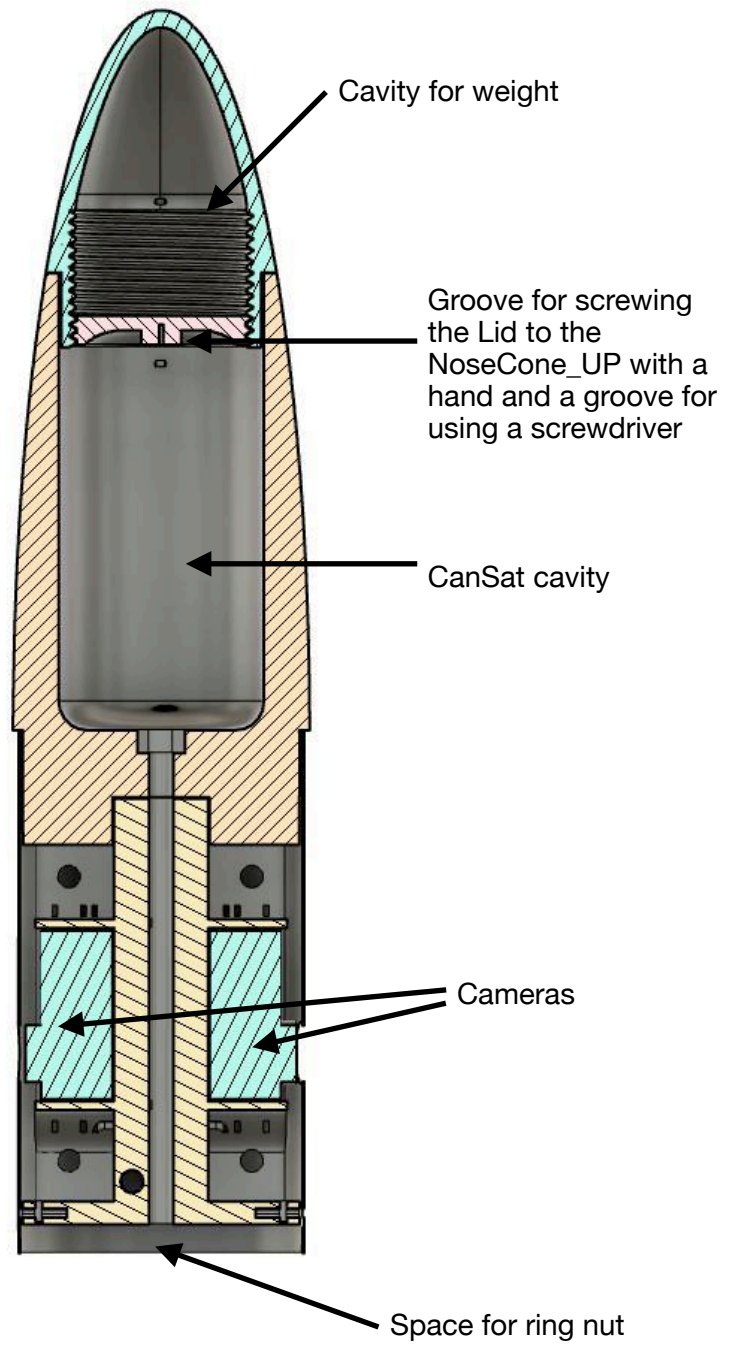
Space for M8 nut

Groove for M8 threaded rod

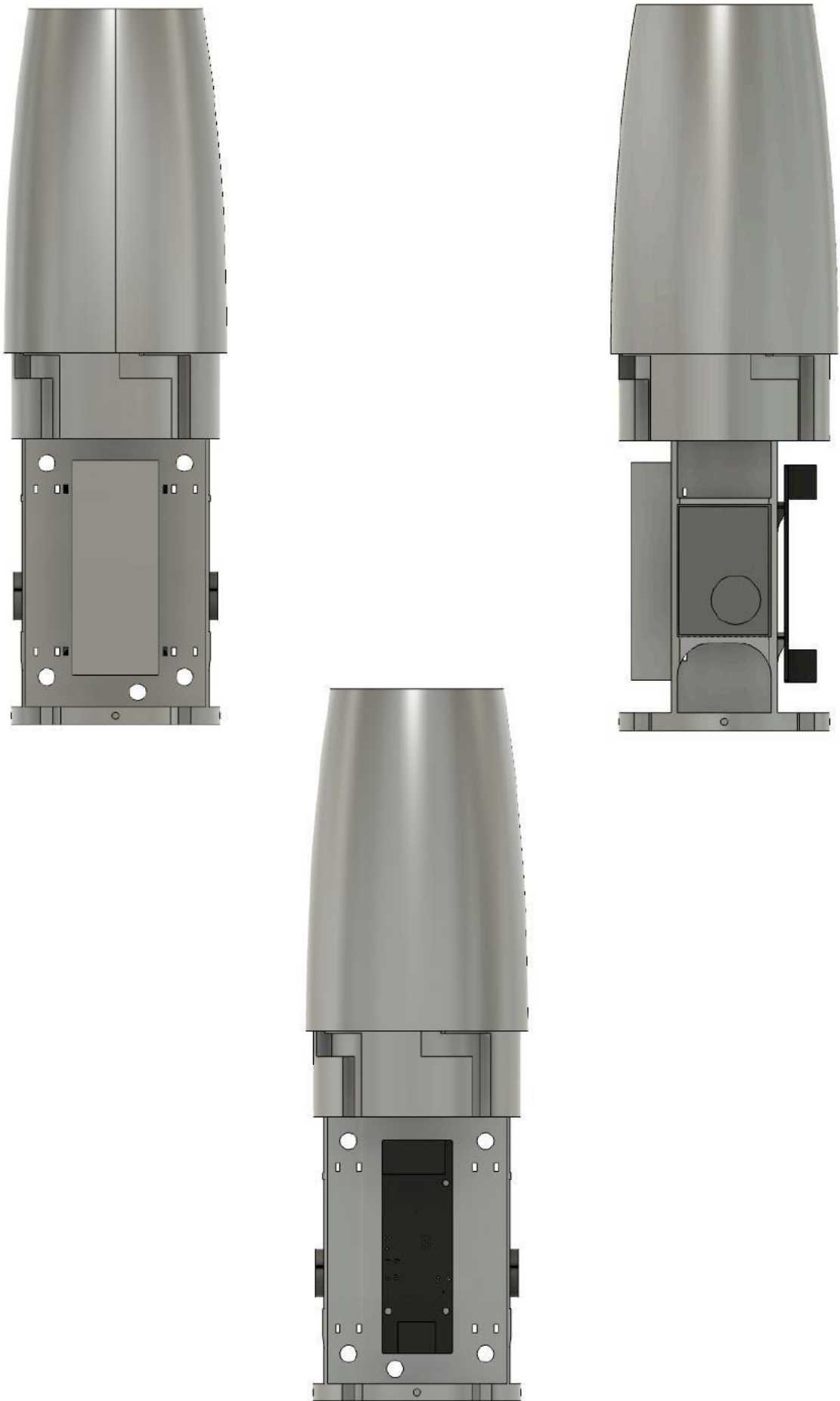
Avionics

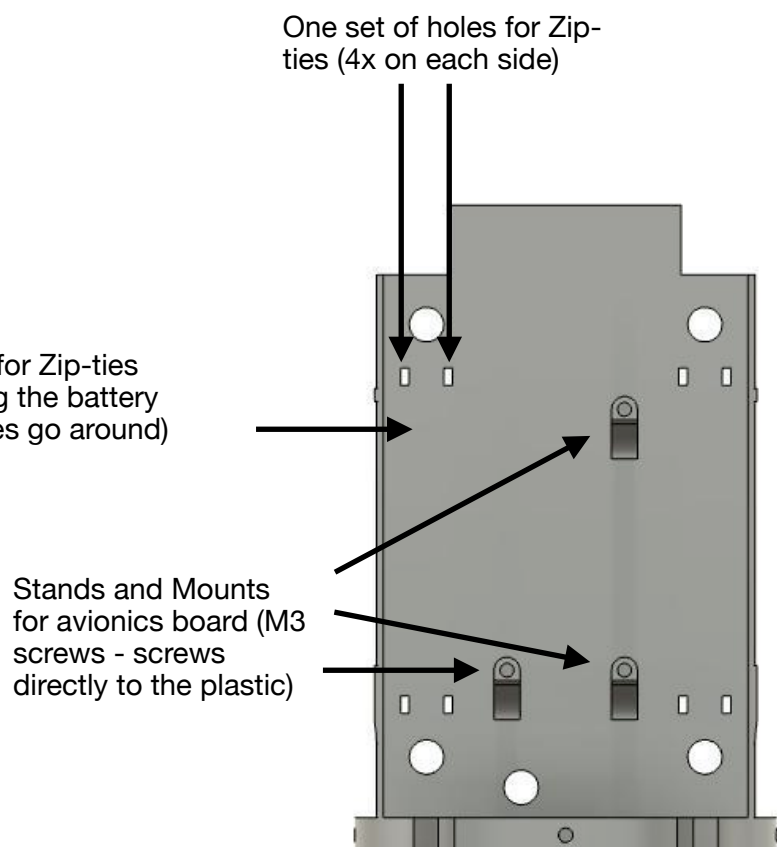
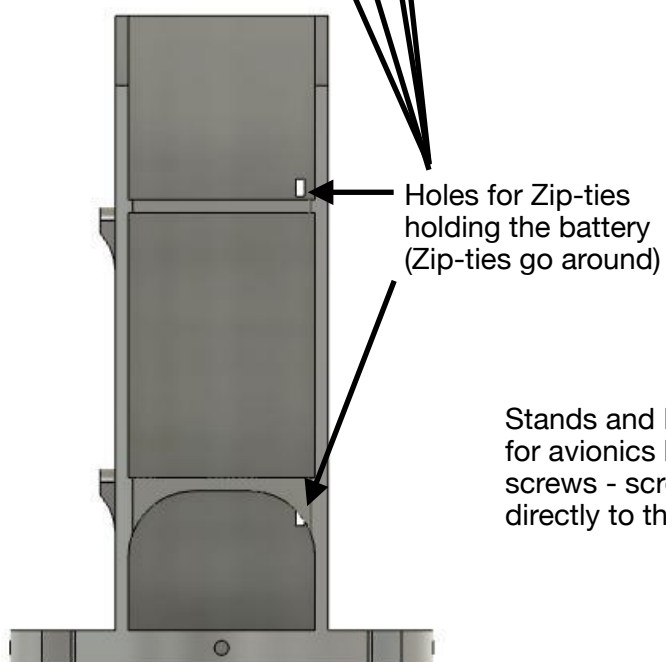
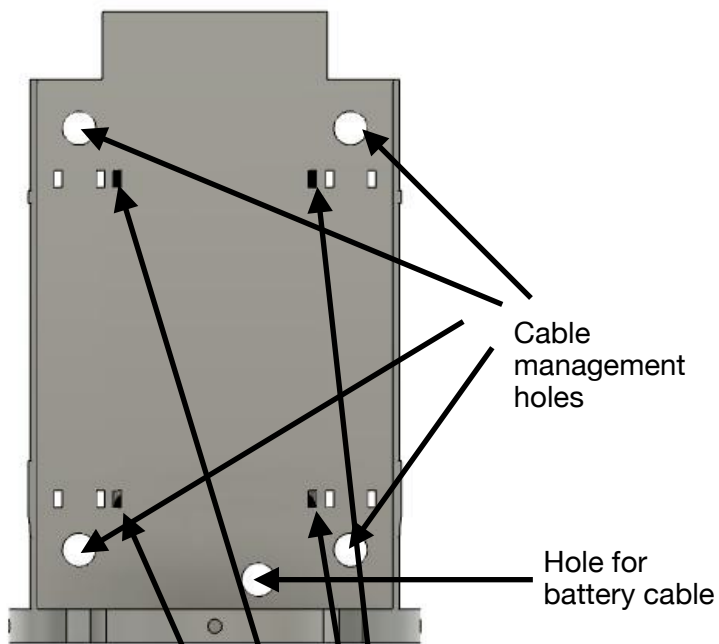
Space for inserting M3 nut

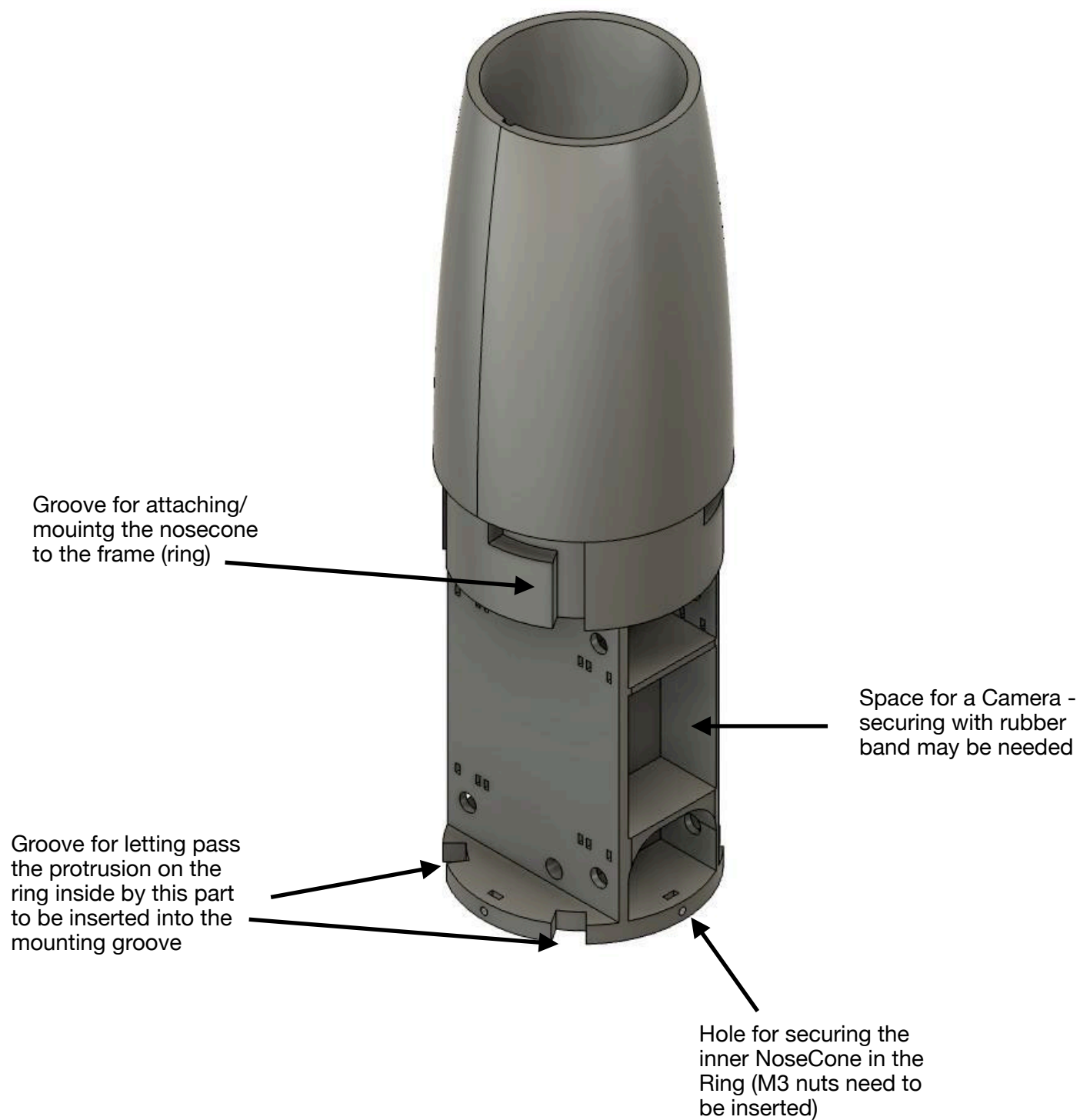




NoseCone_BOTTOMm and Bay_Electronics - Glued together



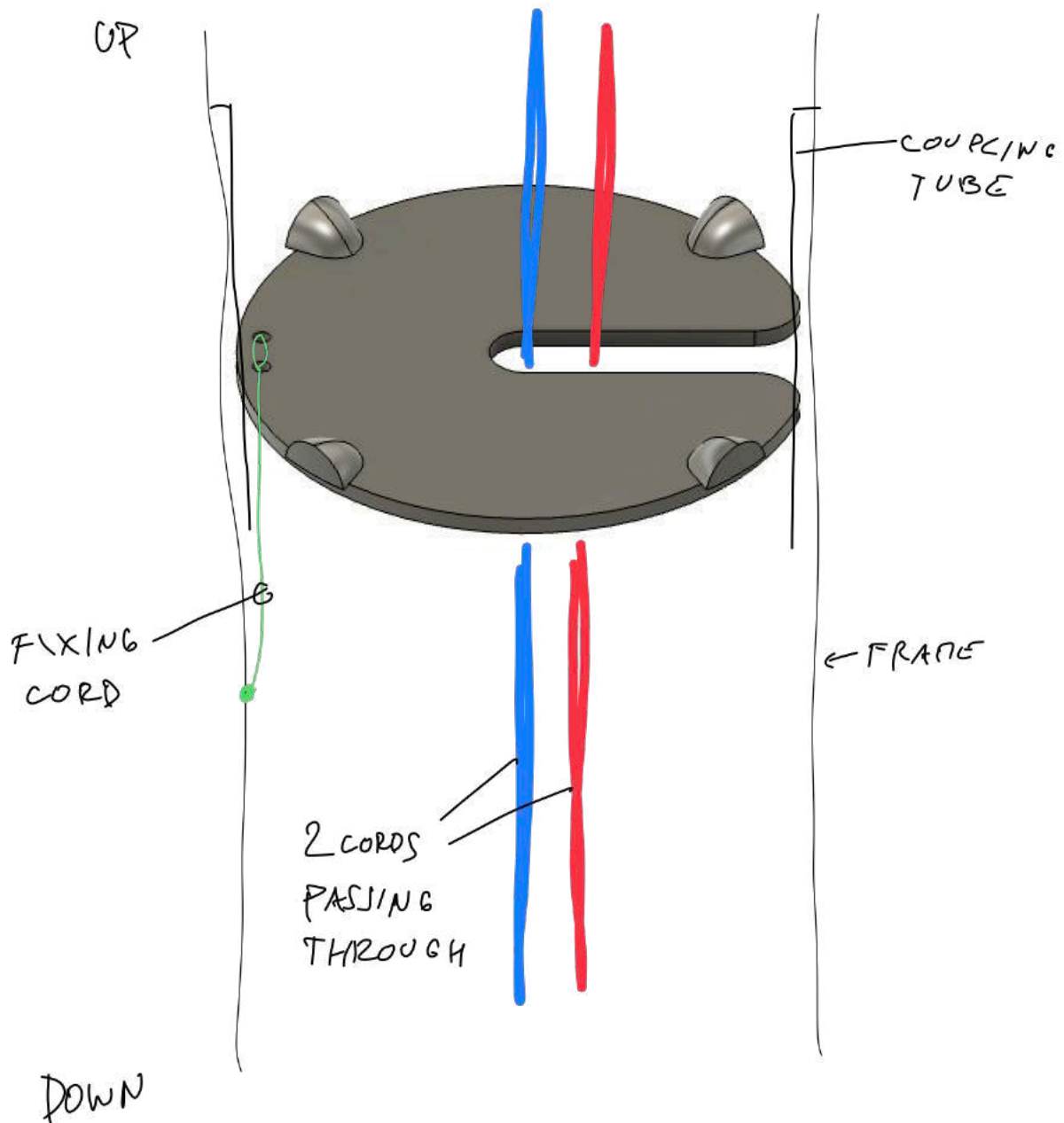


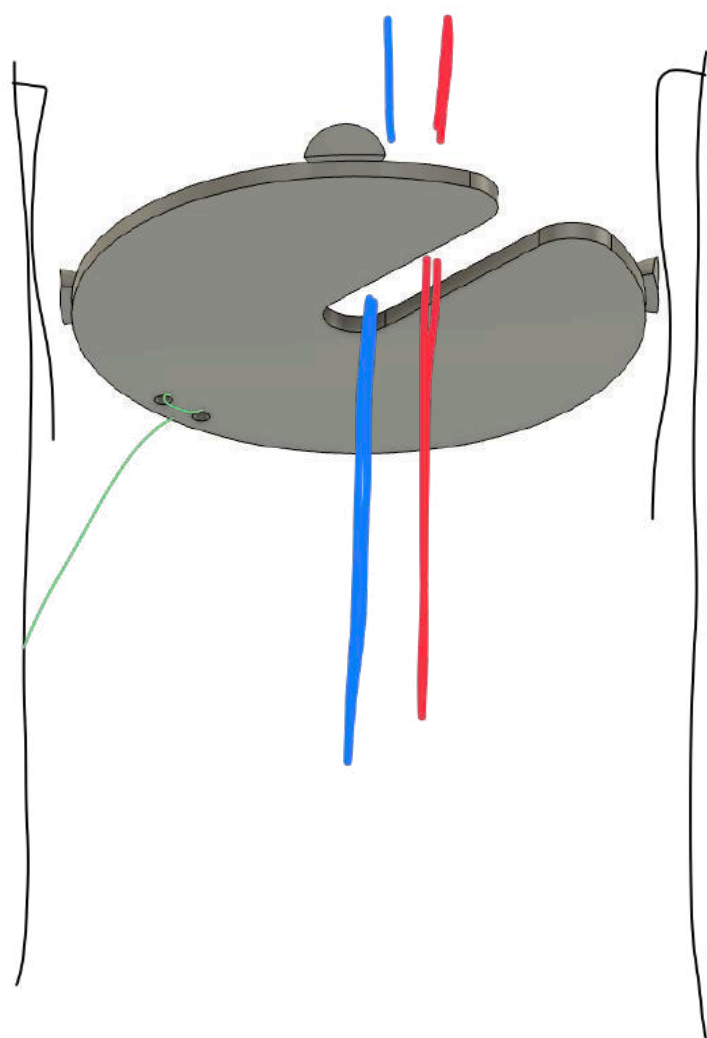


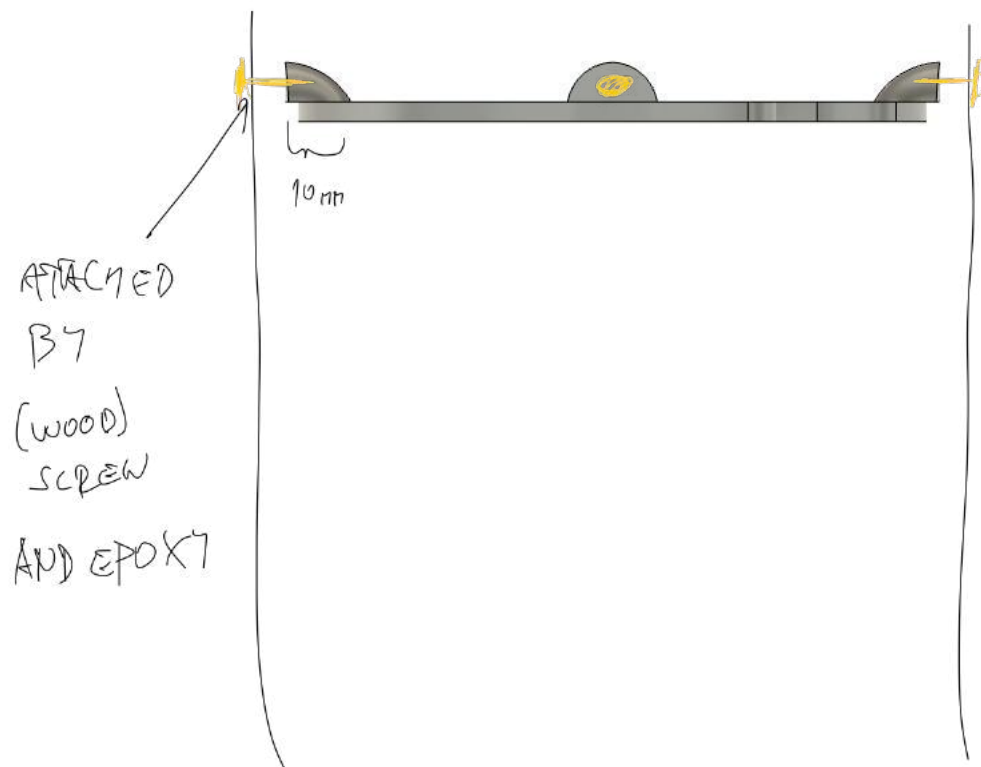


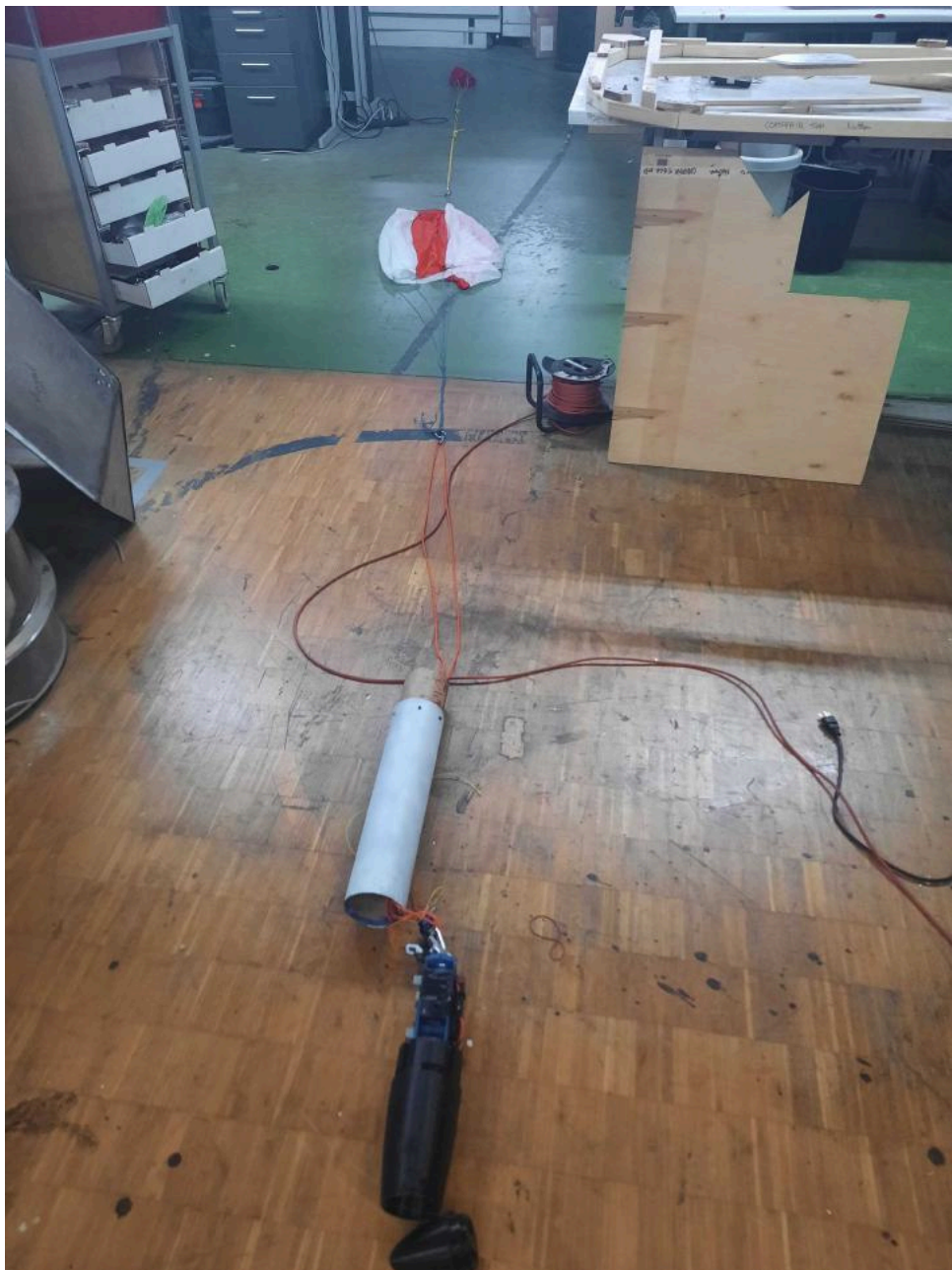
Separating cap

for better cord management during stage separation









Struktura rakety

Horní trubka obsahuje především avioniku (desky plošných spojů dodané týmem ETH), dvě kamery, hlavní padák a upevňovací body pro padákové šňůry a tlumicí šňůry. Nosecone, připevněný ke konci horní trubice, obsahuje také CanSat.

Prostor pro elektroniku

Prostor pro elektroniku je dlouhý 120 mm. Na boční straně, proti sobě, jsou umístěny dvě kamery, umístěné vertikálně. Středem prostoru prochází závitová tyč opatřena na koncích maticemi, který je upevněna v tělese noseconu. K této tyči je připevněna avionika Vega. Protože šířka avioniky se rovná průměru rakety (10 cm), musela být umístěna podél středové osy. V prostoru je umístěna i baterie.

V prostoru pro elektroniku bude v raketě vyvrtáno několik otvorů pro správné měření vlastností vzduchu (teplota, tlak atd.).

Nosecone a CanSat

Nosecone má eliptický tvar a délku 25 cm. Nosecone má pohyblivou špičku, která se zasune do nosecone, ale není přilepená. Po první události píst vysune a rozdělí raketu na dvě části a nosecone směřuje dolů. V tomto okamžiku CanSat padá vlastní vahou a tlačí zpět níže uvedený hrot. Hrot bude k raketě připevněn malým lanem a nebude padat samostatně. V noseconu je dostatek místa pro padák a lana CanSatu (rezerva 6 cm).






Jsou zde dvě místa pro umístění závaží. První je ve špičce noseconu. Jeho váha také zabraňuje předčasnému oddělení špičky nosného kužele. Druhé závaží bude umístěno v podobě kovové desky mezi předovým kuzelem a prostorem pro elektroniku, aby ji chránilo.

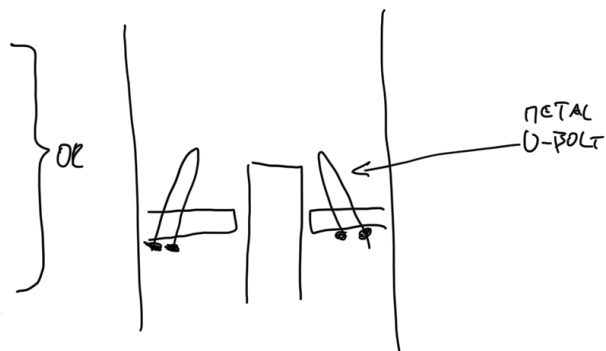
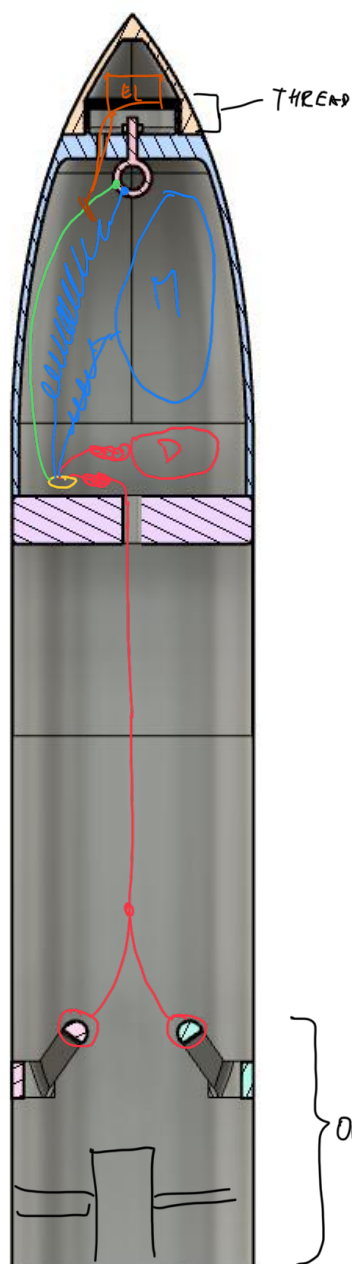
Výmet hlavního padáku

Hlavní padák bude napnut pomocí výtažného padáku, ale nebude moci vysunout svou přezku, protože je blokována lanem, které bude odpáleno během 2. události. Aby se zabránilo částečnému rozvinutí hlavního padáku, bude do horního vývodu trubky umístěna plastová deska.

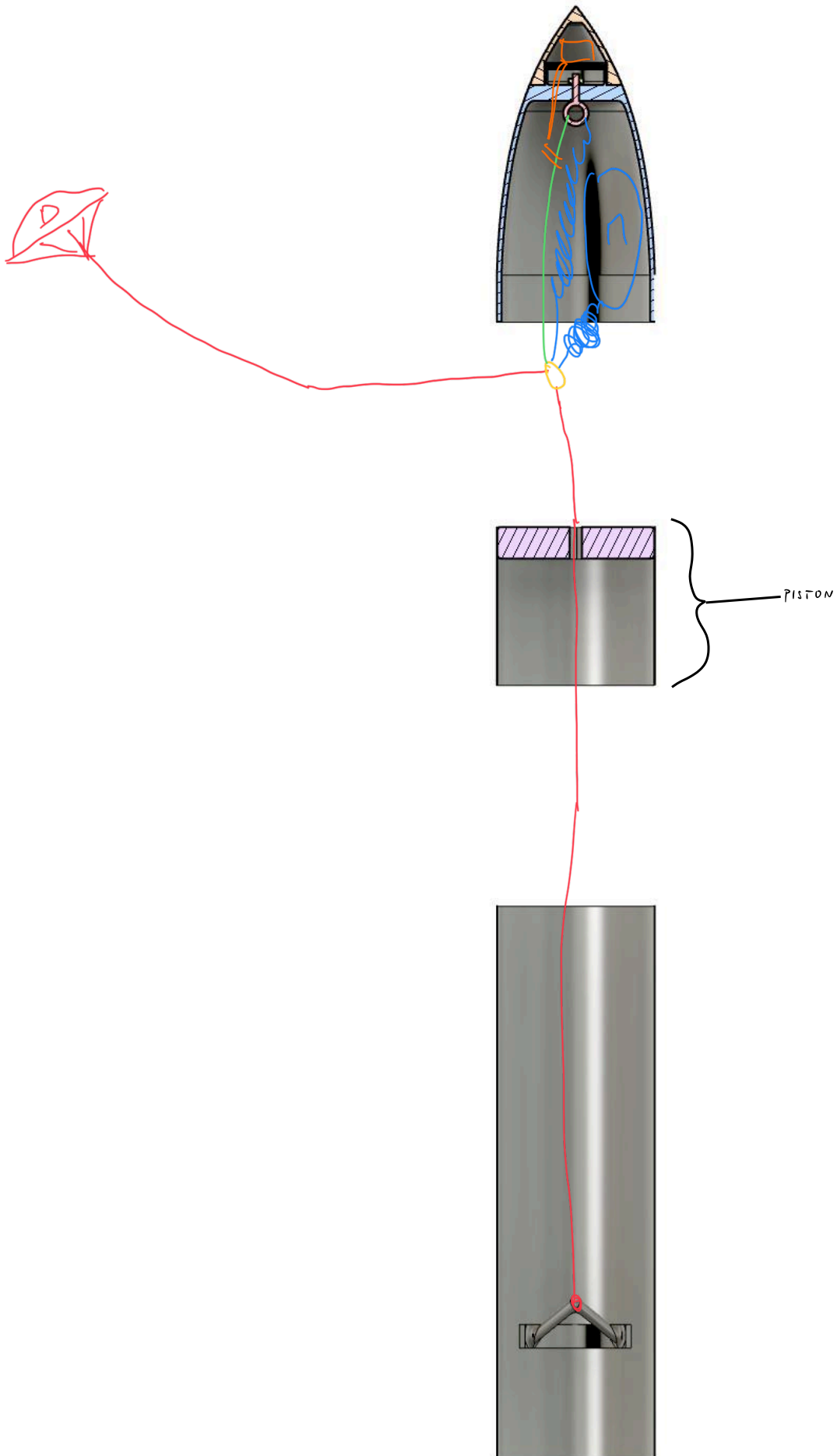
Ale pozor! To, co skutečně kompenzuje sílu výtažného padáku a udržuje hlavní v horní trubici, je jednoznačně lano. Deska slouží pouze jako pojistka, aby se žádná část hlavního padáku nedostala ven před druhou akci. Plaketa tam bude držet jen díky třecím silám a hlavní ji bude tlačit zpět, až se spustí. Přezky a různé upevňovací body jsou umístěny mezi prostorem pro elektroniku a hlavní.

Schéma fungování rakety

-  Coupling electronics
-  Buckle
-  Main parachute and extention cord
-  Drogue parachute and respective cords
-  Retaining cord meant for coupling

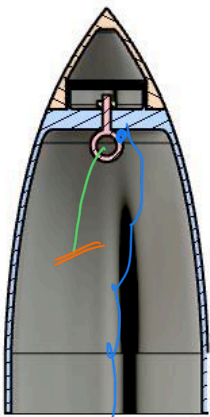


1st event

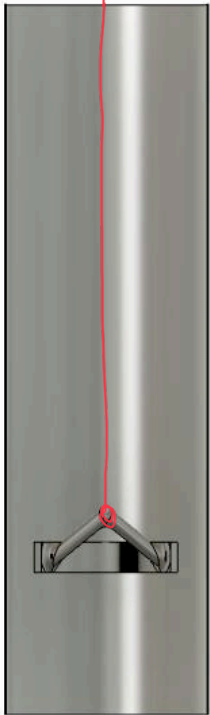
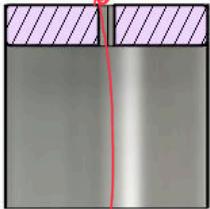


2nd event

Para



PLUS PG WORK



Probe



Padák

Základní výpočty a výtazný padák

Při konstrukci padáku jsme si naštěstí mohli vzít příklad z kruhového padáku bývalého CanSat týmu „Almighty lobsters“. Nechtěli jsme však udělat úplnou kopii tohoto zařízení.

K nalezení plochy padáku jsme použili Newtonův odporový vzorec:

$$S = \frac{2mg}{C_D \rho v^2}$$

kde m je hmotnost soustavy sonda-padák, g je gravitační zrychlení, C_D je koeficient odporu vzduchu (použili jsme hodnotu 0,75), ρ je hustota vzduchu a v požadovaná rychlost pádu (pracovali jsme tedy s 6 m/s). Vyšla nám hodnota:

$$S = 0,207 \text{ m}^2$$

Na základě závěrečné zprávy týmu Almighty lobsters jsme zjistili, že mezi průměrem šestidílného padáku a jeho plochou platí následující vztah:

$$d=1,2408 \text{ } S=56\text{cm}$$

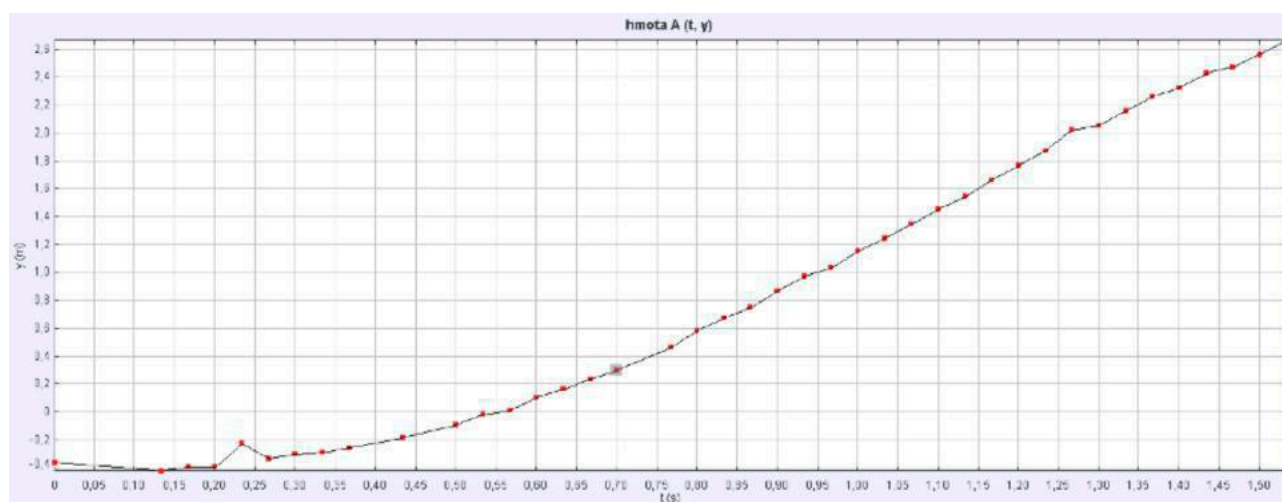


Nyní bylo potřeba zjistit rozměry jednotlivých dílů. Průměr větracího otvoru vrchlíku jsme stanovili na 6 cm. Následně jsme použili internetový software (http://scottbryce.com/parachute/spherical_parachute.html), který nám na základě dodaných údajů o průměru padáku a parametrech větracího otvoru udělal náčrtek jednoho z 6 dílů padáku (všechny díly byly stejné). Po vytištění a vystřihnutí tohoto papírového dílu jsme ušili šestidílný kruhový padák.

Testy padáku: <https://youtu.be/wW-aKnPB6Mk>

Kruhový padák byl počítán pro rychlost sestupu 6,0 m/s. Tuto skutečnost bylo potřeba ověřit, a proto ihned po skončení šití došlo k prvním testům. Hmotnost balastu byla stanovena na 350 g. K připoutání plechovky padáku jsme použili starý slider prvořadě sloužící pro potřeby křídla. Pád byl natáčen a následně analyzován v programu Tracker (<https://physlets.org/tracker/>). Účelem analýzy bylo zjištění závislosti výšky na čase a z toho také plynoucí graf vertikální rychlosti. Současně bylo i důležité všimnout posunutí zařízení v horizontální směru, neboť toto posunutí určuje, do jaké míry byl pád sondy ovlivněn větrem a do jaké míry jsou tedy data o vertikální rychlosti průkazná. I přes snahu o správné načasování nakonec byly některé testy působením větru silně ovlivněny.

1. Test: Balast urazil téměř stejnou vertikální i horizontální vzdálenost (foukal silný vítr). Rychlost pádu se velmi rychle ustálila na konstantní hodnotě a pokles výšky v závislosti na čase byl dle očekávání po ustálení lineární:



Poznámka: Křivka stoupá z důvodu nevhodné orientace os (vertikální osa mířila nahoru a padák samozřejmě klesal).

Hlavní padák

V průběhu vznikly dva exempláře hlavního padáku. Jako hlavní se nakonec používá červeno-bílý.

Pro zajištění stabilního sestupu bude naše raketa používat dva padáky - "drogue parachute" (výtažný) a "main parachute" (hlavní padák). Výtažný padák se otevře několik sekund poté, co raketa dosáhne své maximální výšky. Jeho role je zpomalit na průběžnou rychlost 12 m/s. Ve výšce asi 200 m se otevírá hlavní padák. Pak by měla raketa pokračovat v klesání rychlostí 6 m/s.

Parametry: rychlost

v_1 rychlost úvodního sestupu (12 m/s)

v_2 rychlost finálního sestupu (6.6 m/s)

m_f hmotnost rakety

m_c hmotnost nákladu (CanSat)

C_{d1} koeficient tření (stejný pro oba padáky)

C_{d2} coefficient tření (padák a raketa)

S_1 cross-section průřez výtvarného padáku

S_2 cross-section průřez hlavního padáku

d_1 průměr výtvarného padáku

d_2 průměr hlavního padáku

h_1 výška výmetu výtažného padáku

h_2 výška výmetu hlavního padáku

F_1 síla tření výtažného padáku a rakety (kombinovaná)

F_2 síla tření hlavního padáku (jen padák)

F_L vázací síla lana

N počet lan padáku (6 výrazný, 12 hlavní)



p hustota vzduchu (předpokládáme konstantní 1.225kg/m^3)

c_s koeficient bezpečnosti propojení (3)

g gravitační zrychlení (9.8 m/s^2)

Výpočet plochy padáků

V první fázi bude padák jako jediný zpomalovat raketu po odhození CanSatu. Během této fáze očekáváme sestup rovnoměrnou rychlostí. Podle 2. Newtonova zákona je síla odporu v turbulentním režimu a má přesně kompenzovat hmotnost. Zde bereme v úvahu obě odporové síly: síly odporu, síly působící na padák a síly působící na raketu. K tomu použijeme nejvyšší součinitel odporu - C_{d2} .

$$(m_f - m_c)g = C_{d2} \cdot p \cdot S_1 \cdot v_1^2/2$$

To nám dá plocha výtažného padáku:

$$S_1 = \frac{2(m_f - m_c)g}{C_{d2} \cdot p \cdot v_1^2}$$

Nyní musíme určit plochu hlavního padáku. Nebudeme počítat odpor rakety dvakrát, takže pro výpočet síly F_2 , použijeme nejmenší součinitel odporu - C_{d1} . V požadovaném případě (oba padáky otevřeny), oba padáky přispějí společně k dosažení sestupové rychlosti 6 m/s . Pak máme následující hodnoty:

$$(m_f - m_c)g = F_1 + F_2$$

$$(m_f - m_c)g = C_{d2} \cdot p \cdot S_1 \cdot v_2^2/2 + C_{d1} \cdot p \cdot S_2 \cdot v_2^2/2$$

Odtud:

$$2(m_f - m_c)g - C_{d2} \cdot p \cdot S_1 \cdot v_2^2 = C_{d1} \cdot p \cdot S_2 \cdot v_2^2$$

$$S_2 = \frac{2(m_f - m_c)g - C_{d2} \cdot p \cdot S_1 \cdot v_2^2}{C_{d1} \cdot p \cdot v_2^2}$$

Výpočet parametrů

Plocha S vypočtená v předchozím bodě není plochou povrchu, ale plocha průřezu padáku. Pokud si padák představíme jako půlkouli (což bude případ při výrobě), můžeme vyjádřit jako:

$$S_i = \frac{D_i^2}{4} \pi$$

$$D_i = \sqrt{\frac{4S_i}{\pi}}$$

$$D = \sqrt{\frac{8g(m_f - m_c)}{\pi p C_d v^2}}$$

Účelem otvorů je stabilizovat klesání. Používáme doporučený vzorec, který spojuje jejich průměr s průměrem padáku.

$$D_s = 0.2D_p$$

Pro určení délky propojovacích kabelů se používá doporučený vzorec:

$$L_l = 1.15D_p$$

Předpokládaná rychlost klesání při rozvinutí druhého padáku je 12 m/s. Protože plocha tohoto padáku je větší než plocha padáku druhého, musíme si být jisti, že odpor vzduchu nebude působit nadměrnou silou, která by mohla přetrhnout spojovací lana. Tato síla tedy musí být menší než vázací síla vydělená koeficientem bezpečnosti.

V okamžiku rozvinutí pak máme:

$$F_2 = C_{d1} \cdot p \cdot S_2 \cdot v^2 / 2 \approx 71N \ll N * F_L / c_s \approx 80kN$$

Zde jsme uvažovali primární rychlost 12 m/s. To ukazuje, že primární zpomalení je dostatečné k tomu, aby nedošlo k poškození hlavního padáku. Spojovací lana jsou více než dostatečně pevná.

Shrnutí technických parametrů

Hustota ripstopu je přibližně 75 g/m^2 . S plochou obou padáků nám dává, že hmotnost lana bude 28 g a hmotnost stuhy 28 g. Hmotnost hlavního padáku 75 g. Celková hmotnost 103 g je zanedbatelná v porovnání s hmotností rakety, a proto se do vzorců nezahrnuje. Zde uvádíme souhrn technických parametrů obou padáků, které jsme určili.

Parametr	Výtažný	Hlavní
Průměr	56 cm	132 cm
Části	6	6

1st event test



