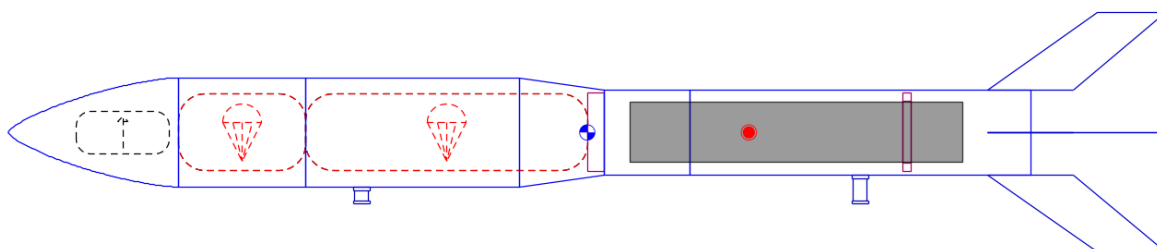


# Obsah

Raketa Falcon 747, model Ludwig .....	2
Základní čísla.....	2
Motor a jeho uchycení .....	3
Popis rakety.....	4
Elektronika .....	5
Špička.....	5
Tělo.....	5
Procedury .....	6
Záchranná zařízení a jejich vypuštění.....	7
Design .....	8
Stav rakety.....	10
Závěrem .....	11

## Raketa Falcon 747, model Ludwig



### Základní čísla

(hodnoty vypočtené v OR)

Hmotnost	939 g
Max. dolet	694 m
Celková doba letu	92,5 s
Délka	67,9 cm
Šířka	6,4 cm (5 cm)
Stabilita	1,48 cal

Kvůli lehce posunutému závitu bude motor trochu níže, než se původně plánovalo, čímž se stabilita snížila na hodnotu 1,43. Jednotlivé komponenty byly převáženy a rozdíl v jejich reálné hmotnosti oproti té vypočtené v OR nebyl u žádné vyšší než 10 g. Výsledná hmotnost by tak v žádném případě nemohla překročit 975 g, přičemž by ale tato hmota byla rovnoměrně rozložena a vliv na stabilitu by to nemělo mít žádný, maximálně by se o pár metrů snížil teoretický dolet.

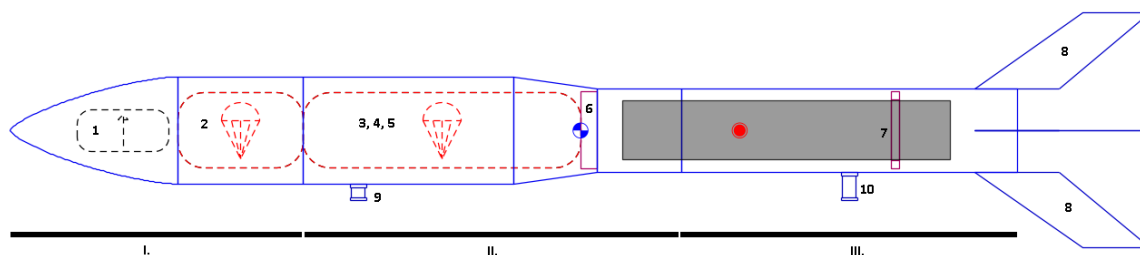
## Motor a jeho uchycení

Jako loni bude motor připevněn pomocí šroubu k podložce se závitem M6. Podložka má tloušťku 1 cm z materiálu PLA ( $1,5 \text{ g/cm}^3$ ) a jedná se o jeden kus s částí trupu kolem (3D tisk), takže tlak motoru při startu by měla bez problému vydržet (úspěšně otestováno).

Motor bude umístěn poněkud hlouběji v této části rakety z důvodu stability, která klesla poté, co bylo potřeba získat co největší úložný prostor v přední části rakety. Výhon motoru tedy bude stále v trupu, což ale nevadí, tuto vnitřní část trupu jsme tepelně zaizolovali – vnitřní část byla v této části obalena 1 mm vrstvou hliníku.

Při šroubování motoru do závitu bude trup III. (viz obrázek) oddělán a poté opět připevněn pomocí 4 šroubků.

## Popis rakety



Raketa se skládá ze tří hlavních částí (špička I. – I., trup II. – II. a trup III. – III.), které budou navzájem spojené, ovšem při instalaci elektroniky a padáků, výškoměru a motoru se budou dát od sebe oddělit.

**Špička I.** bude obsahovat výškoměr (1) a padák (2), díky němuž bude moct špička = sonda sama bezpečně přistát.

**Trup II.** bude v sobě mít také padák, pružiny a elektroniku (3, 4 a 5). Konec této části trupu v předělu bude uzavřen pevnou přepážkou (6) se závitem M6.

**Trup III.** bude oddělitelný od trupu II. kvůli motoru, který, jak je vidět na obrázku, bude končit hlouběji v této části a nebylo by možné ho našroubovat z úplného konce rakety. Proto bude při instalaci motoru trup III. oddělen od trupu II. a až po našroubování motoru připevněn zpátky. Díky tomu nebude třeba více než jeden centrovací kroužek (7). Na konci rakety budou upevněny 4 finy (8), které tvoří jeden jediný pevný celek s trupem III. Část, která je na samotném trupu drží, by se mohla zdát příliš krátká a nedostatečná, ve skutečnosti je ale pevná více než dostatečně.

Raketa bude k rampě připevněna záložkami (9 a 10), které budou vycházet ze dvou míst v raketě, jednou z trupu II. a druhou z trupu III. Jedna bude dlouhá 1 cm a druhá 1,7 cm (kvůli proměnlivé šířce trupu rakety). K trupu budou upevněny šroubkem.

## Elektronika

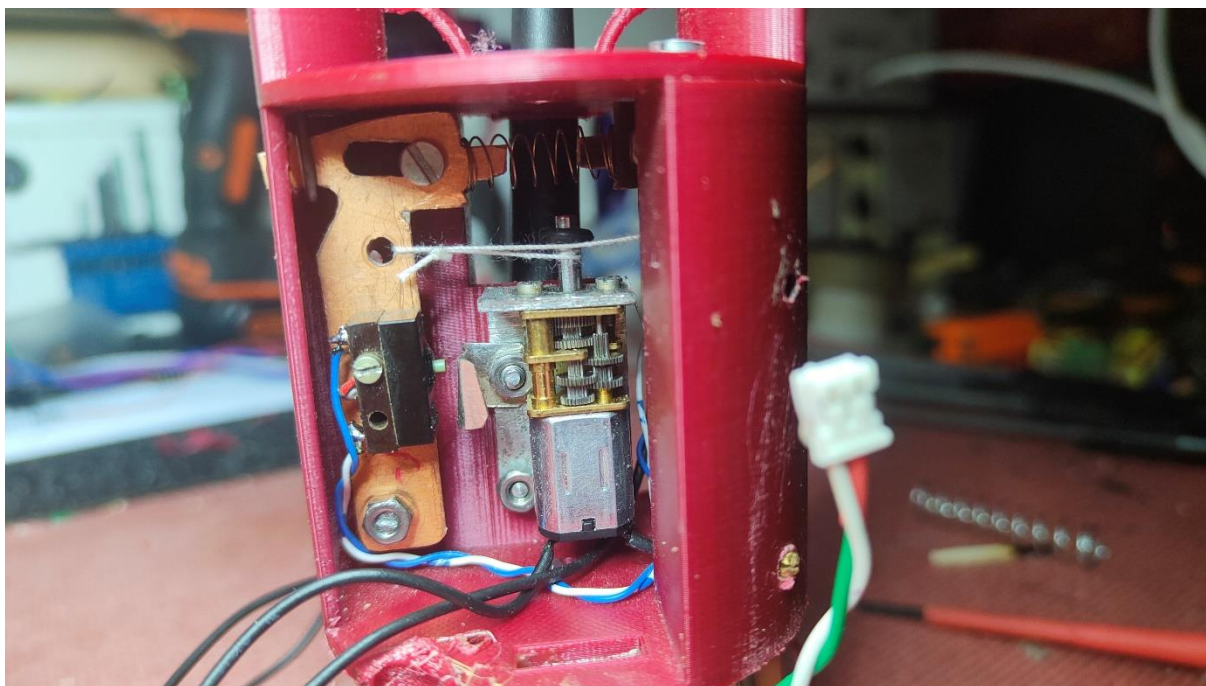
### Špička

- Arduino Nano V3
- Bezdrátový modul nRF24L01p+ PA+ LNA 2.4GHz
- GPS modul NEO-6M GY-GPS6MV2
- Baterie na napětí 5 V pro napájení všech komponentů elektroniky ve špičce

### Tělo

- Arduino Nano V3
- Bezdrátový modul nRF24L01p+ PA+ LNA 2.4GHz
- GPS modul NEO-6M GY-GPS6MV2
- Senzor barometrického tlaku BMP280 – pro změření bodu, kdy raketa začne padat
- Tažný elektromagnet JF-0520B
- Baterie na napětí 9 V pro napájení všech komponentů ve špičce

Hlavní deska (v těle – trup II.) bude při letu měřit výšku. Jakmile naměří zápornou změnu výšky, tedy kdy začne raketa padat, odjistí se provázky držící špičku se zbylým tělem rakety. Poté se oddělí špička = sonda a zbytek rakety od sebe. Obě části (špička, tělo) budou vysílat svou GPS souřadnici na frekvenci 2,4GHz pro snadnou lokalizaci, která se bude přijímat Arduino deskou s přijímačem na zemi.



Motorek začne navíjet provázek, který je přichycený na jeho ose. Provázek přitahuje dvě ramena, která nahoře drží háčky, jež jsou uchycené ke špičce. Jakmile se háčky uvolní, tak pružinka odstřelí špičku.

## Procedury

Poté, co obdržíme motor, zašroubujeme ho do závitů v trupu II. Dále k sobě připevníme trupy II. a III. Do části s elektronikou upevníme výškoměr a poté upevníme elektroniku s motorkem a padákem, který společně s tím ve špičce uvedeme do takové polohy, aby se navzájem vytáhli (viz Záchranná zařízení a jejich vypuštění). Zapneme elektroniku. Připevníme k sobě trup I. (špičku) a zbytek rakety.

U odpalovací rampy už bude raketa připravena, nasune se na rampu a bude vložen palník. Poté se vzdálíme do bezpečné vzdálenosti.

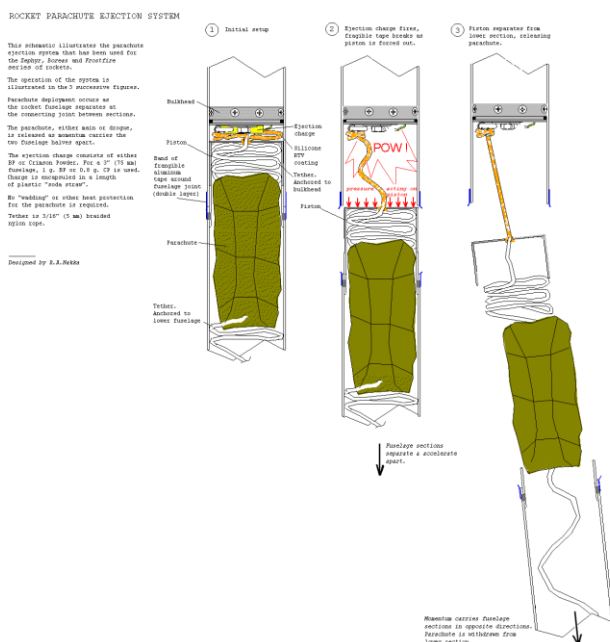
## Záchranná zařízení a jejich vypuštění

Otevření padáku bude probíhat pomocí oddělení dvou částí rakety:

- 1) špička (sonda)
- 2) tělo s motorem

Každá z těchto částí bude mít vlastní padák. Padáky se otevrou při oddělení špičky od trupu. Na klesání rakety zareaguje elektronika (avionika), která spouští elektromagnet. Díky elektromagnetu se uvolní součástka, která do té doby držela provázky. Ty držely trup se špičkou. 2 pružiny konečně získají prostor, aby se vymrštily a odpálily špičku (další informace k tomuto jsou napsány v části Elektronika).

Oba padáky budou do sebe vějířkovitě zaskládány. Padák spojený se špičkou se pak po jejím odpálení otevře a zároveň tak vytáhne i padák v trupu, který se zvládne kompletně roztáhnout sám. Proces bude vypadat velmi podobně jako na obrázku níže.



Padák ve špičce – průměr 38 cm

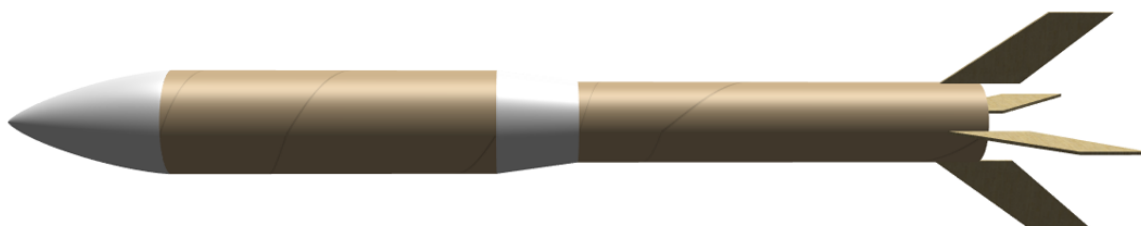
<https://www.astramodel.cz/cz/katalog/estes/estes-padak-38cm-15-p33721.html>

Padák v trupu – průměr 61 cm

<https://www.astramodel.cz/cz/katalog/estes/estes-padak-61cm-24-p10298.html>

## Design

Design a vůbec výsledná podoba jakéhokoliv produktu bývá vždy kompromisem mezi funkčností, praktičností, možností výroby a elegancí. Žádná z těchto vyjmenovaných vlastností nemůže ve výsledku chybět či fungovat sama o sobě, jinak by produkt jednoduše neuspěl. Věříme, že i v tomto roce je naše raketa skvělým funkčním praktickým strojem, který snad pozorovatele zaujme i na pohled.

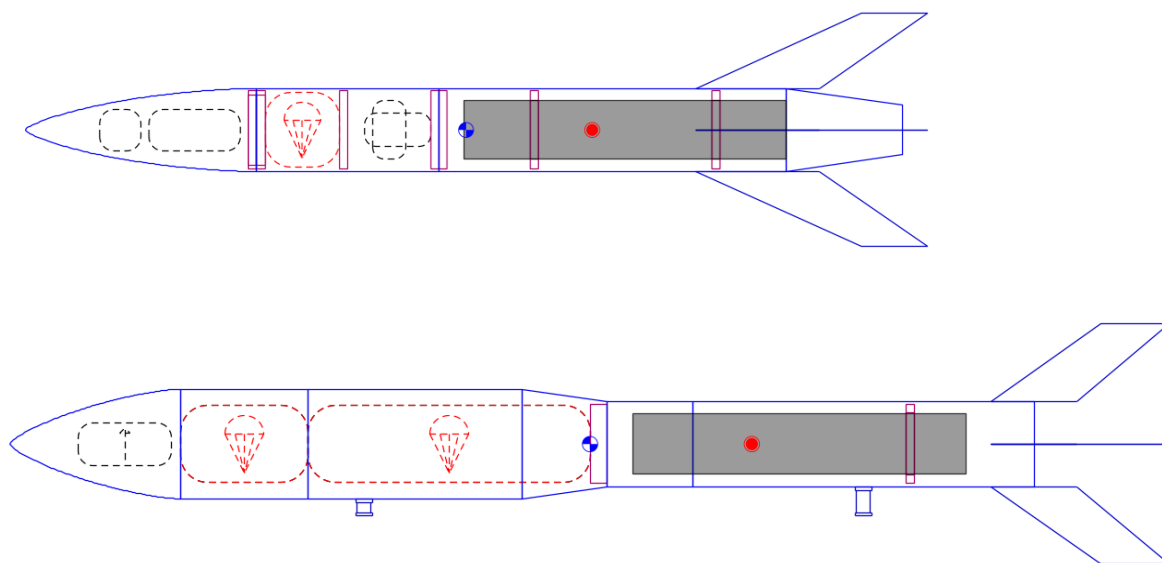


Výsledný tvar se nakonec promítl i do názvu letošního modelu. Trojčíslí 747 totiž odkazuje na legendární Jumbo Jet, tedy Boeing 747, který po dlouhých 50 let vévodil nebesům a byl okamžitě rozpoznatelný díky svému charakteristickému hrbu. Ten ho dělal a dělá elegantním, přesto se však nejednalo o prvek, jenž by žádnou než estetickou roli nehrál. Výsledná podoba vznikla oním zmíněným kompromisem s funkčností.

Náš Falcon 747 má trup v přední části také podobně rozšířený, ať už někomu onu podobu s Boeingem evokuje či ne. Potřeba většího vnitřního prostoru se právě takto promítla do tohoto tvaru. Samozřejmě, náš model mohl být po celé délce široký oněch 6,4 cm, ale zkrátka to nebylo třeba. Proto je motorová část užší a přechází v širší část úložnou. Osobně si odvážím tvrdit, že se jedná o krásný a majestátní stroj, který možná svým tvarem bude mezi ostatními i vyčnívat.



Oproti minulému roku jsme o něco zkušenější a nově získané poznatky jsme promítli i do nového modelu.



Po srovnání naší loňské rakety se současnou je vidět, že o evoluci nějaké koncepce zde rozhodně nešlo. Mám dojem, že v minulém roce se při návrhu více upřednostňoval dolet před ostatními atributy, které poté možná nefungovaly tak dobře, jak mohly. Letos jsme se snažili o lepší vyvážení a symbiózu všech možných prvků. Kupříkladu, ačkoliv se to nemusí zdát, z hlediska aerodynamiky je Falcon 747 na mnohem lepší úrovni než předchůdce.

Ale dost už o technické stránce věci a přejděme k něčemu symboličtějšímu. Tradice SpaceY pokračuje i u tohoto modelu, který jsme pojmenovali po dalším velkém klasickém skladateli. Nejedná se o nikoho menšího než stvořitele slavné *Da-da-da-dum*, tedy Páté symfonie, Ludwiga van Beethovena. Jeho graficky upravené křestní jméno se stalo i logem naší sezóny CRC 2023.



## Stav rakety

Co se týče fotografií rakety, které máte možnost zhlédnout zde v reportu nebo v souborech s testy, neuvidíte raketu celou pohromadě, protože se skládá z více dílů a v posledních dnech probíhalo testování jednotlivých součástí. Ty byly v posledních dnech rozesety u různých členů týmu, kteří ji kvůli testování a finálním přípravám nemohli doručit na jedno místo ke složení a nafocení. Neberte to však, že nejsme připraveni. Ve stejném stavu bude raketa prakticky i na startu, kdy do ní vložíme motor a výškoměr. Jedná se tedy o stále rozloženou stavebnici, k jejímuž složení je však již vše připraveno. Snad to pochopíte a pokud byste to vnímali jako větší nepříjemnost, omlouváme se za ni a jsme si vědomi, že ve finálním reportu mohla být vyobrazena i finální podoba, leč čas a okolnosti nepřály. Každopádně během následujících dnů na našem Instagramu fotky našeho stroje zveřejníme.

## Závěrem

Vřele zdravím organizátory,

školní rok opět došel ke svému konci a zároveň s ním i poslední dny a hodiny, během nichž jsme mohli pracovat na projektu naší už druhé sezóny CRC. Náš před rokem založený start-up žije a přichází se svým již druhým modelem rakety, se kterým usiluje o účast na finálovém dni.

Někteří kolem nás si možná říkali, že už máme zkušenosti z loňska a že tento rok už to bude brnkačka, pohoda, procházka růžovým sadem či jak by se to dalo ještě nazvat. Ale ne. Opět jsme pocítili, jaká je dřina pustit se do něčeho takové velikosti. Opět jsme museli začít od nuly, zkoušet stále nová řešení a přehodnocovat ta stávající. Bylo nutné si vyhradit čas a prostor na práci na kolektivním úkolu, k němuž jsme se zavázali prakticky hned po skončení minulé sezóny.

Simultánně s letošním raketovým vývojem jsme prožívali druhé pololetí sexty, mnozí to považují za nejtěžší ročník celé střední školy a ti do toho všeho nenavrhovali raketu, nevypočítávali stabilitu, potřebnou velikost padáků, princip záchranných zařízení, nekalibrovali elektroniku, nenakupovali potřebné součástky a hlavně se nedomlouvali na společných týmových setkáních. Ten je mimo Ostravu, ten má trénink, ten je nemocný, má trénink, akci, trénink, nemoc, rodinné setkání, školní povinnosti.

V posledních dnech to bylo nejnáročnější, protože jsme si znova příliš pozdě uvědomili, jak čas běží a přestože je relativní, k obrazu svému si ho přizpůsobit nemůžeme. Přesto všechno jsme se opět dostali do cílové rovinky. Testování komponentů a jiných systémů proběhlo úspěšně, zápisy s potřebnými informacemi jsou hotové. Raketa je připravena.

Proč to zamlčovat, toužíme po tom – náš tým by i letos rád viděl svůj výtvar na odpalovací rampě. Povedlo se nám dokončit něco, co jsme dělali v soukromí, žádná školní pochvala ani bonusové body nás za to nečekaly. Něco, v jehož vývoj jsme měli nejdřív zkreslená očekávání a nereálné plány a poté opět opakovaný nutkavý pocit z toho vycouvat.

Teď vám ale píši a co mohu více. Je 30. 6., sedm hodin večer a já můžu za všechny své kolegy říct, že jsme to zvládli. Zvládli jsme vše, co jsme mohli a teď jen čekáme na poslední část této hry o několika dějstvích na rozhodující slovo všemocného Deus ex machina, tedy vás, organizátorů, jestli nás pošlete na Olymp nebo k Hádrovi do podsvětí.

Za celý tým SpaceY

Ondřej Tabášek