CZECH ROCKET SOCIETY

# Czech Rocket Challenge 2027




Organizační tým CRC

**17. listopadu 2026**

CZECH ROCKET SOCIETY

# Obsah

**1 Úvod** **1**
1.1 Cíl 1
1.2 Přehled soutěže 1

**2 Časový harmonogram projektu** **2**
2.1 Registrace 2
2.2 Design 2
2.3 Odpalovací den 4

**3 Pravidla a požadavky soutěže** **5**

**4 Bodování** **9**

**5 Standardizované testy** **16**
5.1 Test pevnosti stabilizátorů 16
5.2 Test pevnosti vodicích členů 16
5.3 Test funkčnosti vypuštění záchranného systému 16
5.4 Test pádu záchranného zařízení 16
5.5 Test pevnosti uchycení motoru a záchranného zařízení 16
5.6 Test pevnosti padáku 16

**6 Cesta týmu na finálovém dni** **17**

**7 Dodatečné informace** **20**
7.1 Co bude poskytnuto 20
7.2 Kontaktní informace 20

**Přílohy** **21**

**Příloha A Motor Gragas** **21**

**Příloha B Odpalovací rampa** **23**

**Příloha C Výškoměr** **24**

**Příloha D Aktivní řízení rotace** **25**

**Příloha E Ejection charge** **26**

# 1 Úvod

Czech Rocket Challenge (CRC) je raketová soutěž, která dává studentům příležitost proměnit teoretické znalosti v reálný letový hardware. Spojuje nadšence do kosmonautiky s experty z praxe a vytváří prostředí, kde se rodí budoucí raketoví inženýři.

## 1.1 Cíl

Cílem soutěže je navrhnout, zkonstruovat a odpálit funkční raketu, která splní zadanou misi. Účastníci se naučí pracovat v týmu, dodržovat bezpečnostní standardy a obhajovat svá technická řešení před odbornou porotou. CRC tak neformální cestou buduje klíčové kompetence pro budoucí kariéru v technických oborech.

## 1.2 Přehled soutěže

Soutěž je rozdělena do 3 hlavních kategorií:

- Středoškoláci - začátečníci
- Středoškoláci - pokročilí
- Vysokoškoláci - pokročilí

Týmy, které nevyhrály ve své hlavní kategorii, se mohou ucházet o jednu ze tří vedlejších kategorií. Každý tým může vyhrát maximálně jednu z nich.

- Nejlepší report
- Speciální cena poroty
- Nejlépe predikovaná výška

Kategorie se liší v pravidlech, bodování a výzvách, které jsou podrobněji popsány v následujících kapitolách.

Všechny vysokoškolské týmy se automaticky účastní kategorie *pokročilí*. Nové středoškolské týmy začínají v kategorii *začátečníci*. Pokračující týmy z minulých ročníků, které odevzdaly finálové reporty, budou zařazeny do kategorie *pokročilí*. Pokud je tým smíšený a je v něm alespoň jeden vysokoškolák, tak tým spadá automaticky do kategorie vysokoškoláků. Pokud je tým smíšený a jsou v něm dva nebo více studentů, kteří v alespoň jednom z minulých ročníků odevzdali finálový report, automaticky spadá do kategorie *pokročilí*. Špatné uvedení kategorie v přihlášce může vést k diskvalifikaci.

Motor bude poskytnut organizátory soutěže. Jeho tahové charakteristiky, impuls a další potřebná data jsou v **Příloze A**. Každá raketa musí nést kalibrovaný standardizovaný výškoměr, který bude poskytnut organizátory, a mít pro něj vyhrazený prostor. Bližší informace naleznete v **Příloze C**. Týmům budou poskytnuty podklady pro stavbu rakety, nicméně se ve velké míře očekává samostatná práce. Jednotliví členové tak budou mít možnost samostatně porozumět aspektům designu raket.

Během projektu budou mít týmy podporu od členů Czech Rocket Society (CRS), na které se budou moci obrátit v případě nesnází. Pro týmy bude pořádána i série workshopů, které budou probíhat od poloviny ledna do poloviny února.

Rakety jednotlivých týmů budou hodnoceny jak podle designu, tak podle provedení letu. Ohodnocení letu rakety proběhne na finálovém odpalovacím dni, kde bude vyhlášeno i konečné skóre a celkový vítěz v jednotlivých kategoriích.

# 2 Časový harmonogram projektu

## 2.1 Registrace

Registrace týmů probíhá do 17. ledna 2027 na stránkách czeroc.cz.

Součástí je i zaplacení registračního poplatku ve výši 500 Kč. Platební údaje s fakturou vám budou zaslány na email vedoucího týmu. Datum splatnosti pro všechny registrované týmu je stanoveno na 18. ledna 2027.

## 2.2 Design

Během ledna až června budou mít týmy čas navrhnout, postavit a otestovat funkční raketu. Pro plynulejší začátek je naplánováno **několik workshopů v průběhu ledna a února a několik workshopů vyhrazených na vaše dotazy**. Workshopy budou pravděpodobně trvat 1-2 hodiny v jeden den z dále zmíněných termínů a budou online z důvodu lepší dostupnosti. Detaily budou upřesněny později, ale s termíny už můžete dopředu počítat. Workshopy by měly účastníkům umožnit lépe pochopit hlavní komponenty rakety, jak začít s jejich návrhem nebo jak si rozdělit role v týmu. Workshopy budou nahrávané.

Na **prvním workshopu (16.-17. ledna)** si představíme soutěž, vysvětlíme pravidla, projdeme příručku, zkušenosti z minulého roku a představíme si harmonogram soutěže. Na **druhém workshopu (23.-24. ledna)** si vyzkoušíte raketový simulátor OpenRocket a naučíme vás s ním pracovat. Na **třetím workshopu (30.-31. ledna)** si vysvětlíme, jak správně a bezpečně navrhnout avioniku a recovery systém. **Čtvrtý workshop (6.-7. února)** bude zaměřen na standardizované testy, jejichž splnění je povinné pro pozvání na odpalovací den. Během **pátého workshopu (13.-14. února)** vám své zážitky, úspěchy i překážky popíší soutěžící z minulých ročníků.

První dva měsíce by měly být věnovány koncepčnímu návrhu raket. Toto koncepční období bude zakončeno pro všechny kategorie **7. března** odevzdáním **povinného**

koncepčního reportu. Maximální rozsah koncepčního reportu je **5 stran bez úvodní strany a obsahu**, musí být odevzdán ve formátu **PDF** a nebude započítán do závěrečného hodnocení. Přiložené soubory jako fotky, prezentace, simulace nebo výpočty musí být součástí reportu.

Od března by se měly týmy věnovat stavění a testování jednotlivých komponentů a systémů. V dubnu a **květnu** pak již stavět a popřípadě testovat celou raketu.

Pro větší bezpečnost a lepší hodnocení v jednotlivých kategoriích (viz **kapitola 4**) je vyžadován *finálový report* (dále jen *report*). Z *reportu* by mělo být zřetelné, že tým provedl určité výpočty a simulace jednotlivých komponentů, celé rakety a jejího letu. K tomu by měly pomoci i standardizované testy, které každý tým bude muset doložit a které jsou popsané více v **kapitole 5**. Z *reportu* by také mělo být patrné, že raketa je letuschopná, aerodynamicky stabilní a má funkční záchranný systém. Více praktických detailů o *reportu* se soutěžící dozví z příručky *reportu* a během workshopů. *Report* by měl soutěžícím sloužit jako kritické zhodnocení vlastního projektu a zároveň lépe poukázat na nedostatky nebo limitace rakety. Psaní *reportu* je náročné a pro mnohé to může být první zkušenost, proto je vyžadován ***draft finálového reportu* do 2. května pro vysokoškolské týmy a 9. května pro středoškolské týmy,** ke kterému následně proběhne od poloviny května do poloviny června individuální design review hovor. V rámci review probereme detaily vašeho návrhu, doptáme se na chybějící informace a probereme naše připomínky. Report i účast na review jsou povinné. *Draft* se ale také ještě nebude započítávat do závěrečného hodnocení.

**Termín odevzdání *finálového reportu* je 27. června 2027 pro vysokoškolské týmy a 11. července 2027 pro středoškolské týmy.** Pokud bude *report* v pořádku a raketa uznána za letuschopnou, tým může být na základě předběžného hodnocení finálových reportů pozván na odpalovací den.

Pro bezpečnost soutěžících, pořadatelů i diváků na finálovém dni jsou *koncepční report, draft finálového reportu, design review* a *finálový report* **povinné**. Pokud týmy nebudou prokazovat svoji dosavadní práci, může je pořadatel diskvalifikovat ze soutěže. Dále může pořadatel v den soutěže uznat raketu za neletuschopnou a nepustit tým na startovací rampu.

## 2.3 Odpalovací den

Odpalovací dny jsou naplánovány na čtvrtek a pátek 29.-30. července 2027 pro **cca 20 týmů**, které budou pozvány na základě *finálového reportu*. O podobě odpalovacího dne budou všichni přihlášení soutěžící informováni po skončení registrace (17. ledna 2027). Termín odpalovacího dne se podle počasí může změnit.

Tabulka 2.1: Harmonogram soutěže Czech Rocket Challenge 2027

| **Harmonogram soutěže** | |
|---|---|
| Registrace | do 17. ledna |
| Workshop 1 | 16.-17. ledna |
| Workshop 2 | 23.-24. ledna |
| Workshop 3 | 30.-31. ledna |
| Workshop 4 | 6.-7. února |
| Workshop 5 | 13.-14. února |
| Koncepční report pro vysokoškolské týmy | do 7. března |
| Koncepční report pro středoškolské týmy | do 7. března |
| Draft finálového reportu pro vysokoškolské týmy | do 2. května |
| Draft finálového reportu pro středoškolské týmy | do 9. května |
| Design review hovory | polovina května až polovina června |
| Finálový report pro vysokoškolské týmy | do 27. června |
| Finálový report pro středoškolské týmy | do 11. července |
| Odpalovací dny | 29.-30. července |

# 3 Pravidla a požadavky soutěže

Tato část popisuje pravidla soutěže, která se vztahují na všechny návrhy raket všech týmů. Tato pravidla byla sestavena s cílem zajistit, aby soutěž splňovala bezpečnostní normy a aby všechny týmy měly stejné příležitosti k vítězství.

### Maximální dostup

Maximální výška je omezena na 800 m nad odpalovací rampou. Při překročení výšky má tým automaticky 0 bodů za letovou část. Pokud je tato výška překročena v simulacích, tým není připuštěn ke startu.

### Motor

Motor bude stejný pro všechny týmy a bude dodán pořadatelem soutěže za zálohu 1 000 Kč při registraci na finálovém dni. Motor musí být vrácen pořadateli. Záloha je vratná při vrácení motoru v řádném stavu v den startu. Soutěžící musí zajistit, aby se motor vůči raketě nepohyboval v axiálním ani radiálním směru a neuvolnil se či nevypadl během zážehu a letu. Motor musí být instalován bez použití hrubé síly. Specifikace naleznete v **Příloze A**.

### Trup

Trup může být vyroben z téměř jakéhokoliv materiálu, výjimku tvoří papír a karton. Ty lze použít pouze ve formě speciálních trubek určených na stavbu raket zakoupených ve specializovaných internetových obchodech. Materiál musí zajistit dostatečnou tuhost a bezpečnost, aby se raketa nezlomila. Při konstrukci nezapomínejte, že i když raketový motor hoří pouze po krátkou dobu, sálá teplo a vnější povrch komory se může zahřát až na 120 °C. Musí tedy být zajištěna dostatečná izolace (a uložení motoru apod.) tak, aby se blízké okolí motoru nepoškodilo. Volba velikosti, tloušťky stěny trubky, průměru, hmotnosti a dalších parametrů je na soutěžících dle pravidel soutěže.

### Velikost rakety

V kategorii *začátečníků* musí mít raketa minimálně 60 mm vnějšího průměru po celé délce, s výjimkou koncové části rakety, kde jsou uchyceny stabilizátory (tzv. boat tail) a hlavice, jinak hrozí penalizace až 200 bodů (viz kapitola **Penalizace**). Pro kategorii *pokročilých* toto pravidlo neplatí a velikost průměru je libovolná. Nezapomínejte ale na to, že náhlé změny v průměru jsou problematické z pohledu aerodynamiky.

### Hlavice

Hlavice nesmí být z bezpečnostních důvodů vyrobena z kovových materiálů. Hlavice (nose cone) se dá využít jako volný prostor. Pro co nejlepší dostup je podstatné zvolit ideální tvar s co nejvhodnějším koeficientem odporu a aerodynamickými vlastnostmi. Hlavice nesmí padat

volným pádem.

### Materiály

Raketa nesmí využívat toxické či reaktivní materiály ani svépomocí vyráběné kartonové nebo papírové trubice a komponenty (viz kapitola **Trup**). Volbu materiálu raději konzultujte s pořadatelem soutěže.

### Avionika

Elektronické systémy, jako jsou případná záznamová zařízení, desky plošných spojů, Arduino, systém pro vypuštění padáku či startovací systém, musí být pevně zajištěny v trupu, aby nedošlo k uvolnění a poškození zbylých částí rakety během letu. Povinnou součástí každé rakety je také použití buď zvukového, nebo jiného navigačního indikátoru pro nalezení rakety po dopadu. Může se stát, že vítr při sestupu zanese raketu daleko od odpaliště nebo do hůře přístupných oblastí a nemusí se už nikdy najít. **V raketě je zakázáno využití LiPol baterií.**

### Groundstation

Dálková komunikace s raketou pomocí groundstation je povolena a vítána. Týmy se ale musí řídit následujícími podmínkami. Jejich nedodržení může vést k nepovolení využívání groundstation na finálovém dni. Je zakázáno vysílat na frekvencích 2,4 GHz a 136-174 MHz z důvodu interference s vybavením pořadatelů soutěže. Na finálovém dni je ve startovacím oknu povoleno vysílat pouze startujícím týmům, aby bylo minimalizováno riziko rušení. Signál z groundstation nelze využít jako primární ani sekundární podmínku spuštění záchranného systému nebo detekci startu.

### Stabilita a stabilizátory

Stabilita rakety musí být zajištěna pasivně a nesmí být závislá na aktivních řídicích systémech. Pro konstrukci stabilizátorů je zakázáno využití papíru či kartonu. Pevnost stabilizátorů je ověřena standardizovaným testem **Test pevnosti stabilizátorů**. Centrum tlaku $C_p$ musí být za těžištěm rakety $C_g$. Minimální aerodynamická stabilita musí být větší než 1 cal v okamžiku opuštění rampy (pozn.: $C_p$ by mělo být minimálně o velikost průměru rakety za $C_g$). Stabilita je vypočítána pomocí programu OpenRocket. Stabilita při opouštění rampy je dána parametry: **úhel naklonění rampy = 1°; délka odpalovací rampy = 240 cm; rychlost větru = 5 m/s.** Je zakázáno aktivní řízení stabilizátorů či jejich částí.

### Záchranný systém

Pro kategorii *začátečníků* je povolen pouze jeden padák jako záchranný systém. Kategorie *pokročilých* je bez omezení, ale jiné alternativní způsoby budou pečlivě přezkoumány. Padák musí mít červenou nebo oranžovou barvu pro lepší sledování rakety. Záchranný systém musí zajistit kontrolované a nebalistické klesání rakety a všech jejích částí a dílů po startu, kromě částí odpadávajících před opuštěním odpalovací rampy a při něm (jako jsou například vodicí členy). V případě využití ejection charge pro vyhození je povinnost řídit se **Přílohou E**.

### Spuštění záchranného systému

Všechny týmy, bez ohledu na kategorii, musí z důvodu bezpečnosti mít i sekundární systém pro spuštění vyhození záchranného systému. Například tedy spuštění vyhození dle měření barometru jako primární a v podobě jednoduchého časovače (timeru) jako sekundární. Spuštění záchranného systému, zejména pak padáku nebo stuhy, musí proběhnout při rychlosti menší než 15 m/s. U alternativních způsobů se rychlost pádu může změnit na základě povolení od organizátorů. Signál z groundstation nelze započítat jako jeden z povinných způsobů spuštění.

### Detekce startu

Detekce startu je pro úspěšný let jednou z klíčových součástí. Proto z důvodu bezpečnosti musí každá raketa obsahovat i sekundární systém pro detekci startu, např. breakaway wire, který při startu mechanicky odjistí letový počítač. Signál z groundstation nelze započítat jako jeden z povinných způsobů detekce.

### Rychlost sestupu

Rakety musí sestupovat rychlostí 5–9 m/s. Satelit (payload) vypuštěný z rakety musí sestupovat rychlostí v rozmezí 10–15 m/s, je-li hmotnost satelitu 150 g nebo nižší. Pro satelity těžší než 150 g musí být rychlost sestupu v rozmezí 6–9 m/s.

### Externí pohon

Raketa nesmí použít žádný další pohonný systém, který by jí pomohl k dosažení vyššího apogea.

### Záznam výšky letu

Raketa musí obsahovat výškoměr poskytnutý organizátory soutěže pro záznam výšky letu. Pamatujte na nutnost snadného přístupu k výškoměru při přípravě ke startu na odpalovací rampě. Více v **Příloze C**. Výškoměr bude soutěžícím poskytnut za zálohu 1 000 Kč při registraci na finálovém dni. Záloha je vratná při vrácení výškoměru v řádném stavu. Další měřicí přístroje a senzory jsou vítány.

### Náklad

Náklad pro soutěžící je předepsán v rámci challenge. Povinným nákladem je výškoměr, který je popsán výše a v **Příloze C**. Raketa ale může nést další náklad, přístroje nebo techniku, za které mohou být udělené body v rámci designu rakety. Náklad rakety nesmí obsahovat živé tvory, hořlaviny nebo výbušniny.

### Modulárnost a smontovatelnost

Při návrhu rakety by měl být kladen důraz na snadnou a rychlou smontovatelnost. Během finálních příprav na startovací rampě je nutné během deseti minut zapnout celou avioniku, zapnout výškoměr i vložit motor. Je tedy vhodné raketu řešit modulárně, omezit množství nutného spojovacího materiálu a pro klíčové komponenty vytvořit přístupové kryty.

### Procedury odpálení rakety

Každý tým si musí napsat vlastní procedury pro správné odpálení své rakety. Procedury musí zahrnovat veškeré informace nutné k sestavení rakety, od zašroubování součástek, spojení jednotlivých částí přes zapnutí systému až po vmontování motoru a umístění na rampu. Ve finálovém reportu bude vyžadována procedura o minimálně 30 krocích. Procedury jsou povinnou součástí finálového reportu.

### Výdrž zapnutého systému

Každý tým musí poskytnout důkaz, že jeho letový systém dokáže vydržet minimálně 120 minut v zapnutém stavu a poté provést požadované úkony. Tento důkaz je součástí **Testu funkčnosti vypuštění záchranného systému.** Tento požadavek je z důvodu možnosti, že připravená/zapnutá raketa bude na rampě stát delší časový úsek, než bude okolí připraveno ke startu, ať už kvůli ostatním startujícím týmům, opravě odpalovacího zařízení nebo čekání na povolení ke startu od řídicí věže letiště.

### Odpalovací rampa a vodicí člen

Všechny rakety budou startovat ze stejné odpalovací rampy, která bude zajištěna a poskytnuta pořadatelem soutěže. Technické detaily jsou poskytnuty v **Příloze B**. Aby raketa letěla přesně podél rampy a ta tak splnila svůj účel, musí být na raketu připevněné vodicí členy. Členy musí být dostatečně pevné, aby se při startu neulomily a nestočily tak raketu špatným směrem. Členy by se v drážce rampy měly volně pohybovat, aby nedošlo k jejich vzpříčení během startu. Vzhledem k materiálu odpalovací rampy je zakázáno vodicí členy vyrábět ze slitin hliníku. Raketa musí mít minimálně dva vodicí členy rozmístěné po délce trupu.

### Mějte na paměti:

- Skutečný výkon raketových motorů nikdy přesně neodpovídá hodnotám uvedeným ve specifikacích motoru.
- Koeficient odporu používaný ve výpočtech je taktéž proměnný v závislosti na okolních podmínkách. Koeficient odporu ovlivňuje nejen každá součást rakety (hlavice, stabilizátory apod.), ale i aktuální okolní podmínky.
- Síla větru je mnohdy mnohem důležitější než o setinu lépe vycházející koeficient odporu nebo o metr vyšší dostup v simulaci OpenRocket.
- Pokud raketa neletí přímo vertikálně vzhůru, její dostup se zmenšuje.

**Poznámka**: Nedodržení jakéhokoliv pravidla zmíněného výše může vést k okamžitému vyloučení provinilého týmu ze soutěže.

*Pořadatel si vyhrazuje právo na změnu pravidel.*

# 4 Bodování

Všechny kategorie mají své vlastní bodování. Aby bylo možné určit vítěze soutěže, týmy budou ohodnoceny podle několika různých kritérií, přičemž tři hlavní oblasti jsou **Teoretická část**, **Letová část** a **Challenge**. Maximální dosažitelná hranice je 1 000 bodů. *Report* se týká zejména podkategorií Design & inovace; Analýza, simulace & report. **Tabulka 4.1** poskytuje přehled metodiky hodnocení.

Bodování bude mít na starost tým rozhodčích z CRS, akademické sféry a průmyslu, kteří nestranně a nezávisle na sobě ohodnotí každou kategorii každého týmu a poté se jejich výsledky zprůměrují. Podrobnosti budou zveřejněny v předstihu před odevzdáním finálového reportu.

Tabulka 4.1: Metodika hodnocení

| Kritérium | SŠ Začátečníci | SŠ Pokročilí | VŠ Pokročilí |
|---|---|---|---|
| **Teoretická část** | | | |
| Design & inovace | 300 | 300 | 200 |
| Analýza, simulace & report | 150 | 150 | 150 |
| PR Challenge | 50 | 50 | 50 |
| **Letová část** | | | |
| Přesnost predikované výšky | 200 | 100 | 100 |
| Nejvyšší dosažená výška | 100 | 100 | 100 |
| **Challenge** | | | |
| Prezentace satelitu | 0 | 50 | 50 |
| Design & náklad | 200 | 100 | 200 |
| Vypuštění satelitu | 0 | 150 | 150 |
| **Celkem** | **1 000** | **1 000** | **1 000** |

## Teoretická část

Jak již bylo zmíněno v **kapitole 2**, po týmech bude vyžadován *report* o raketě, který se bude týkat právě této části hodnocení. Report by měl popsat fungování a návrh jednotlivých částí (konstrukce, padáku, stabilizátorů apod.), ukázat simulace a výpočty rakety a splnění předepsaných testů. Za teoretickou část hodnocení mohou týmy získat až 500 bodů v kategoriích středoškolští začátečníci a středoškolští pokročilí a až 400 bodů v kategorii vysokoškolští pokročilí. Tato část je dále rozdělena do 3 menších podskupin.

### Design & inovace

Inovace jsou faktorem, který vyzdvihuje některé inženýrské firmy nad ostatní. Například SpaceX nebo NASA neustále posouvají hranice vědy a možnosti raket. Proto jsou týmy motivovány přijít s inovativním řešením daných problémů a vyniknout nad ostatními. Inovace mohou být

v jakékoliv formě – od zajímavého návrhu, který vyřeší nějaký složitý problém, po aplikaci nové technologie. Jakákoliv sekce rakety může být inovována. *Design & inovace* je nejvýše bodovaná kategorie s maximálním počtem 300 / 200 bodů v pořadí *začátečníci* a *SŠ pokročilí* / *VŠ pokročilí*, což je zhruba třetina / pětina celkového počtu.

### Analýza, simulace & report

Analýza, simulace a psané reporty jsou tři klíčové komponenty v moderním inženýrství. Použití technologií jako metoda konečných prvků nebo počítačové simulace dovoluje inženýrům modelovat působení sil či celkové působení jednotlivých komponentů. Týmy musí ukázat pevnost a bezpečnost rakety splněním standardizovaných testů (viz **kapitola 5**). Mohou si také pomoci pevnostními analýzami, vlastnoručními výpočty nebo použitím softwaru (MATLAB, Python atd.). Report by měl být přehledný a ne příliš dlouhý, ale zároveň by měl obsahovat vše potřebné a dobře ”prodat” vaši práci. Soutěžícím budou předloženy ukázkové reporty a seznam položek, které se musí v reportu objevit. Maximum 150 bodů je uděleno za tuto sekci, rovnoměrně rozložených mezi analýzu, simulaci a report.

### PR Challenge

Komunikace vědy a inovací je nedílnou součástí moderního vývoje. Pokud chceme získat peníze na nějaký projekt, musíme jej odprezentovat. V rámci kosmických misí to platí ještě více, jelikož jsou mnohdy sponzorovány veřejnými financemi, a je tak důležité, aby lidé chápali, do čeho jejich peníze jdou. Proto je součástí CRC PR Challenge, která bude probíhat během soutěže. Týmy mají za úkol na Instagramu sdílet příběhy (stories) v průběhu soutěže a tagovat @czechrocketchallenge a příspěvky s #CRC27, #czechrocketchallenge a #CzechRocketSociety. ”*Storíčka*” a příspěvky pak budou organizátory přesdíleny a hodnoceny. Pro účely bodování týmy prosíme, ať sdílené příběhy shrnují v jednom “*výběru*”. PR Challenge bude hodnocena až 50 body.

## Letová část

Druhá oblast, za kterou týmy získají hodnocení, je provedení letu v den odpalu. Za tuto část je možné získat až 300/200 bodů, přičemž je rozdělena do dvou menších podskupin.

### Přesnost predikované výšky

Predikce apogea je v této soutěži důležitějším faktorem při návrhu rakety než její maximální dosažená výška. Přesná predikce je dobrá indikace kvalitního modelování, simulací a výpočtů. Jako paralela může sloužit představa plnění vesmírné mise s dopravením na specifickou oběžnou dráhu – poskytovatel nosiče musí být schopen dosáhnout takového cíle, o jaký žádá zákazník. Týmy jsou proto povinny predikovat apogeum své rakety před startem v den soutěže. Pro predikci může být použit software (OpenRocket) nebo vlastnoruční výpočty. Za tuto kategorii je možné získat až 200 / 100 bodů. Body budou rozděleny podle následující rovnice:

$$Points = \frac{P_{pred,max}}{1 + 0{,}0002 \times (Reality - Prediction)^2}$$

$P_{pred,max}$ je maximální počet bodů za přesnost predikce (200 nebo 100 b),
*Reality* je skutečně dosažená výška (apogeum) v metrech,
*Prediction* je týmem nahlášená predikovaná výška v metrech.

## Nejvyšší apogeum

Dosažení nejvyššího apogea je jedním z nejlákavějších cílů všech začínajících raketových inženýrů. Přesto rakety nelétají vždy proto, aby doletěly co nejvýše. Naším cílem je soutěžící motivovat, aby věnovali větší pozornost bezpečnosti, letuschopnosti a misi rakety než jen bezduchému pokoření hranice X metrů za cenu malé, úzké, rychlé rakety. Zároveň ale dosaženou výšku chceme spravedlivě odměnit. Všechny týmy, které dosáhnou 500 a více metrů nad startovací plochou, si tak odnesou plný počet bodů. Tým s prvním nejvyšším dosaženým apogeem pod 500 m obdrží 80 bodů. Zbylé týmy si proporcionálně rozdělí body od 0 do 80, které se určí poměrně v den startu podle aktuálního počtu týmů.
Body za predikci apogea a nejvyšší apogeum jsou započítány pouze tehdy, vrátí-li se raketa v pořádku zpátky na zem a vzlétla-li alespoň do 50 m nad zemí. Soutěžící po přistání ukáží hodnotu výškoměru rozhodčím.

Tabulka 4.2: Metodika bodování nejvyššího apogea

| Body uděleny | Nejvyšší apogeum |
|---|---|
| 100 | Apogeum 500 m + |
| 80 | První nejvyšší dosažené apogeum pod 500 m |
| – | Zbylé týmy si proporcionálně rozdělí body od 0 do 80 bodů |
| 0 | Nejnižší dosažené apogeum |

## Challenge pro začátečníky

Cílem je vynést klasické slepičí vajíčko a dopravit ho zpátky na zem, aniž by se rozbilo. Vajíčka velikosti M budou poskytnuta pořadatelem na místě soutěže. Pokud bude vajíčko neporušené, tým získává plný počet bodů. Při rozbití vajíčka (vytečení vajíčka ze skořápky) získává tým 0 bodů. V případě naprasknutí vajíčka počet bodů určí tým rozhodčích na místě.

## Challenge pro pokročilé

Vynesení užitečného nákladu je primární funkcí většiny civilních raket. V mnoha případech je tímto nákladem jeden či více satelitů. V kategorii malých satelitů (které již zvládnou navrhnout a vypustit i studentské týmy) je nejznámější CubeSat. Ten má ovšem i ještě menšího příbuzného - PocketQube. PocketQubů bylo již na orbitu vypuštěno přes 100 kusů. Nejmenší z rozměrů v tomto standardu - 1P - měří pouhých 50×50×50 mm.

V letošní výzvě bude vaším primárním úkolem navrhnout satelit tohoto typu v rozměru 1P

a úspěšně ho z rakety vypustit v apogeu. Jako základ pro podobu satelitu slouží oficiální PocketQube standard v prvním vydání ze 7. 6. 2018. Protože ovšem vaše družice nebudou cestovat do vesmíru, jsou na ně kladené požadavky značně nižší. V rámci CRC tedy vaše družice musí splňovat tyto požadavky:

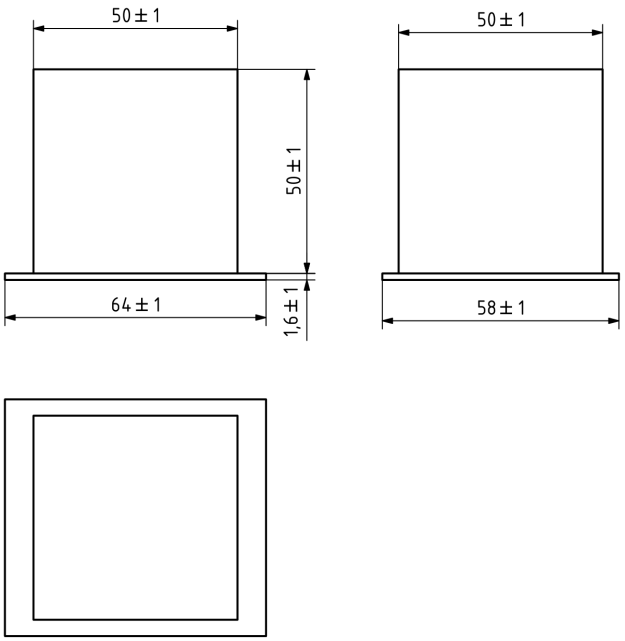
**PQ-Gen-01:** Konstrukce PocketQubu musí zajistit, že během jeho celé mise (start, vypuštění, operace na orbitě) nedojde k úmyslnému oddělení jakýchkoliv komponentů.

CRC upřesnění - mise v našem případě je start, vypuštění a návrat na padáku. Pravidlo se nevztahuje na oddělení PocketQubu od rakety.

**PQ-Gen-02:** Není povoleno mít na palubě pyrotechniku.

CRC upřesnění - je možné využít ejection charge pro vyhození satelitu, ale je zakázáno, aby pyrotechnika byla součástí samotného satelitu.

**PQ-Mech-01:** Konfigurace a rozměry PocketQubu musí odpovídat obrázku 4.1.




Obrázek 4.1 - Rozměry 1P PocketQube satelitu

**PQ-Mech-02:** 1P PocketQube musí být 51,6 ± 0.1 mm vysoký (rozměr Y dle obrázku 4.2). To je složeno z 50,0 mm + 1,6 mm tloušťky vypouštěcího plátu.

CRC upřesnění - celková povolená tolerance tohoto rozměru v rámci CRC je ±2 mm. Vypouštěcí plát musí být součástí satelitu - při vypouštění nesmí odpadnout.

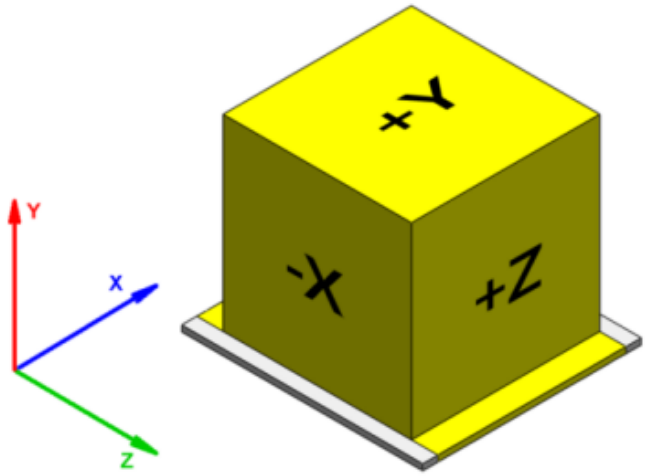
**PQ-Mech-03:** 1P PocketQube musí mít šířku 50,0 ± 0,1 mm (rozměry X podle obrázku 4.2) s vypouštěcím plátem o rozměru 58,0 ± 0,1 mm ve stejném směru.

CRC upřesnění - povolená tolerance tohoto rozměru v rámci CRC je ±1 mm.

**PQ-Mech-04:** 1P PocketQube musí mít délku 50,0 ± 0,1 mm (rozměry Z podle obrázku 4.2) s rozměry vypouštěcího plátu 64,0 ± 0,1 mm ve stejném směru.

CRC upřesnění - povolená tolerance tohoto rozměru v rámci CRC je ±1 mm.

**PQ-Mass-01:** Každá PocketQube jednotka (1P) nesmí přesáhnout hmotnost 250 g.




Obrázek 4.2 - Souřadný systém PocketQubu

**Dodatečná CRC pravidla:**

**PQ-CRC-01:** PocketQube musí mít vlastní záchranný systém. Povolená rychlost pádu je 10–15 m/s, je-li hmotnost satelitu 150 g nebo nižší. Pro satelity těžší než 150 g musí být rychlost sestupu v rozmezí 6–9 m/s.

**PQ-CRC-02:** PocketQube musí být z rakety vypuštěn v apogeu.

**PQ-CRC-03:** PocketQube musí mít vlastní letový počítač, nezávislý na letovém počítači rakety.

**PQ-CRC-04:** PocketQube musí mít vlastní lokalizační systém pro nalezení po dopadu.

**PQ-CRC-05:** PocketQube musí po vyhození měřit minimálně výškový profil pádu pomocí barometru. Rychlost snímání musí být minimálně 2 Hz.

**PQ-CRC-06:** Výdrž baterie musí být minimálně 120 minut.

### Hodnocení

Hodnocení probíhá ve třech částech:

1. **Prezentace satelitu**
   - Hodnoceno bude, jak dobře tým zvládne odborné komisi prezentovat a obhájit návrh svého satelitu.

2. **Design satelitu**
   - Je kontrolováno, zda satelit odpovídá požadavkům a pravidlům.
   - Odborná komise hodnotí návrh celého satelitu, včetně způsobu vypuštění.

3. **Vypuštění, funkčnost a nalezení satelitu**
   - Průběh vypuštění a letu je hodnocen letovým rozhodčím.
   - Satelit musí opustit raketu v apogeu.
   - Pro VŠ týmy je funkčnost za letu hodnocena na základě poletové prezentace před odbornou komisí.
   - V případě nenalezení satelitu po přistání není tým v této kategorii hodnocen.

## Technologie záchranného systému

V kosmonautice je záchranný systém mnohdy stejně důležitý jako ten pohonný. V Czech Rocket Challenge je však záchranný systém nejdůležitější. Proto velmi dbáme na jeho kvalitní zpracování a snažíme se o minimalizaci jeho selhání během letu. V momentě, kdy raketa nemá funkční záchranný systém, představuje vážné bezpečnostní riziko pro ostatní a může potenciálně způsobit zničení celé rakety. V případě použití akcelerometru pro detekci startu musí být podmínka detekce nastavena maximálně na zrychlení 2 g (19,61 $m/s^2$).

**Záchranný systém musí fungovat. Pokud ano, můžete pak získat body za letovou část. Pokud ne, tak je let neúspěšný a tým bude penalizován v podobě označení DNR.**

## Penalizace

V případě selhání záchranného systému je tým označen jako DNR (did not recover). Pokud tým obdrží penalizaci DNR, nejsou mu započteny body za letovou část.

V případě nestabilního letu je týmu udělen trest až 200 bodů podle posouzení rozhodčích.

V případě, že se tým na odpalovací den dostaví s jinou raketou, než je ve finálovém reportu, je tým automaticky diskvalifikován.

Pokud se na trupu rakety v kategorii začátečníků nachází část s průměrem menším než 60 mm (s výjimkou koncové části trupu, kde jsou uchyceny stabilizátory, a hlavice), je tým penalizován odečtením 200 bodů nebo v případě rozsáhlého úseku s menším průměrem diskvalifikován.

V případě pozdního příchodu k odborné komisi může být udělen trest až 200 bodů v závislosti na délce zpoždění. Podrobnosti o organizaci odpalovacího dne lze nalézt v **kapitole 6**.

V případě, že se tým není schopen dostavit po předvolání k předletové kontrole, bude proporčně penalizován až 200 body v závislosti na délce zpoždění.

V případě příliš dlouhé prodlevy během přípravy na start v okolí rampy (více než 10 minut) bude týmu odečteno až 100 bodů podle posouzení operátorů rampy a rozhodčích. Více o podobě finálového dne v **kapitole 6.**

V případě pozdě dodaného *finálového reportu* je možný odečet bodů nebo dokonce až diskvalifikace týmu ze soutěže.

V případě udání lživých parametrů ve finálovém reportu bude tým penalizován 50-100 body za každý porušený parametr. Pokud budou lživé všechny uvedené parametry či zfalšované výsledky standardizovaných testů, tým bude diskvalifikován (DSQ).

Při překonání omezení výšky je týmu udělena penalizace v podobě nezapočítání bodů za letovou část.

Nesportovní chování během návrhu nebo stavby rakety či v soutěžní den bude mít za následek diskvalifikaci (DSQ) týmu ze soutěže.

V případě odevzdání reportu v jiném formátu než PDF nebo při nesprávném pojmenování bude tým penalizován až 50 body za každý takto odevzdaný report.

Raketová věda je i na této úrovni nebezpečná aktivita. Jsou využívány hořlavé látky, pyrotechnika a letící raketa může velmi snadno poškodit majetek či zranit člověka. Měla by být proto brána seriózně. Jakékoliv nepřijatelné chování v kterémkoli okamžiku během projektu, které bude považováno za nebezpečné a/nebo bude představovat potenciální hrozbu pro ostatní, bude mít za následek vyloučení týmu ze soutěže.

| Zkratka | Popis zkratky | Následky |
|---|---|---|
| DNR | Neúspěšný let | Nezapočtení bodů z letové části a vyřazení z hlavní kategorie. |
| DNL | Tým odstoupil od startu | Nezapočtení bodů z letové části a vyřazení z hlavní kategorie. |
| DSQ | Diskvalifikace týmu | Nepřipuštění ke startu a diskvalifikace ze všech kategorií. |

# 5 Standardizované testy

V rámci *finálového reportu* bude úkolem týmů odevzdat i reporty ze standardizovaných testů. Ty mají za úkol zajistit základní úroveň bezpečnosti rakety, a tedy i celé soutěže. V rámci workshopů dostanou týmy konkrétní a přesné požadavky na obsah, parametry a formu reportů. Součástí poskytnutých materiálů bude i šablona pro sepsání reportu z testů. Týmy se této šablony musí povinně držet. Testy je povinné odevzdat jako samostatný PDF soubor společně s finálovým reportem. Níže je uveden obecný přehled testů. Samostatná *Příručka standardizovaných testů,* ve které je podrobnější popis, bude poskytnuta týmům přijatým do soutěže.

## 5.1 Test pevnosti stabilizátorů

Cílem tohoto testu je ověřit, že stabilizátory mají dostatečnou pevnost, aby se neutrhly za letu v důsledku aerodynamických sil.

## 5.2 Test pevnosti vodicích členů

Během startu rakety může v krajních případech dojít k zaseknutí ve startovací koleji. Cílem testu je ověřit, že se vodicí členy neutrhnou a nevychýlí tak raketu, což by mohlo ohrozit přítomné diváky, soutěžící i okolní majetek.

## 5.3 Test funkčnosti vypuštění záchranného systému

V tomto testu je cílem týmu ukázat, že jím zvolený systém je schopný úspěšně a plně otevřít záchranné zařízení. Součástí tohoto testu je také ověření výdrže avioniky 120 minut v zapnutém stavu. Pro systémy využívající ejection charge bude test rozšířen o test funkčnosti RBF pinu.

## 5.4 Test pádu záchranného zařízení

V rámci tohoto testu musí tým prokázat, že jím zvolené řešení dosahuje požadované rychlosti sestupu. V případě netradičních systémů je také cílem ukázat základní funkčnost tohoto principu.

## 5.5 Test pevnosti uchycení motoru a záchranného zařízení

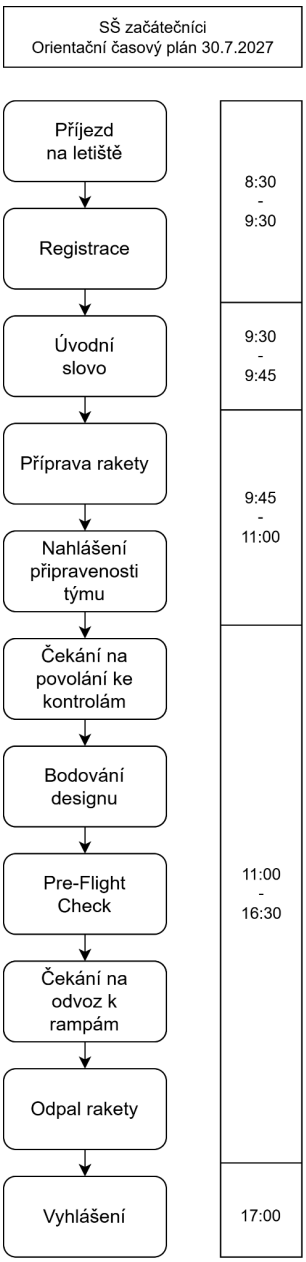
Hlavním cílem tohoto testu je zatížit uchycení motoru a záchranného zařízení a prokázat, že nedojde k deformacím, které by ohrozily bezpečnost letu.

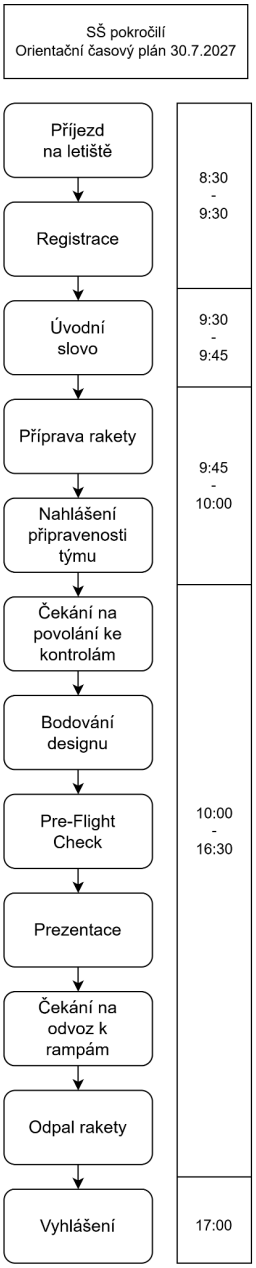
## 5.6 Test pevnosti padáku

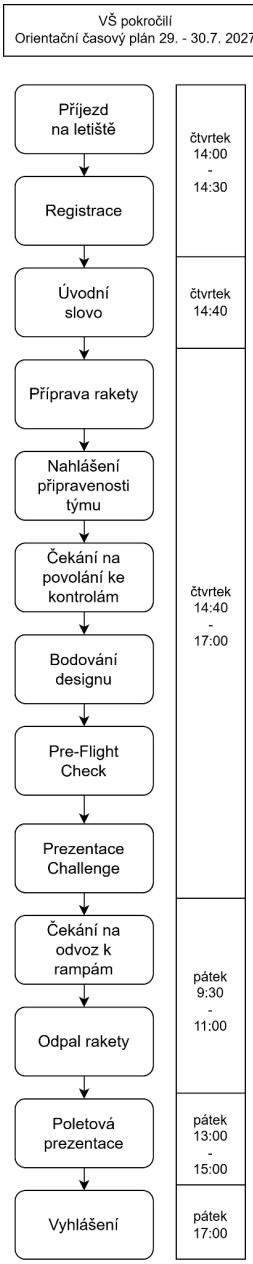
Při otevření záchranného zařízení vznikají značné síly, které nepůsobí pouze na jeho uchycení, ale také na samotný brzdicí prostředek (padák, stuhu apod.). Je proto nezbytné ověřit pevnost všech komponent vystavených tomuto zatížení, jako jsou lanka, padáková tkanina či úvazy.

# 6 Cesta týmu na finálovém dni

Bližší detaily finálového dne budou účastníkům oznámeny dostatečně dopředu, každopádně filosofie finálového dne je následující:



1. Pozvané vysokoškolské týmy se dostaví již 1. den soutěže (**29. 7. 2027**) odpoledne do Moravské Třebové. Zde dojde k jejich registraci. Dále projdou všemi třemi typy kontrol/ komisí. Nejprve tým navštíví hodnoticí komisi, která požaduje představení challenge, rakety a týmu jako celku. Tato komise uděluje finální body za kategorii Design a inovace. Dále se přesune k technické předletové kontrole. Ta prověří technickou letuschopnost rakety a uděluje povolení ke startu (organizátor si vyhrazuje právo na zabavení rakety do doby odpalovací vlny týmu). Jako poslední navštíví tým challenge komisi, složenou z odborníků a vědců, která bude hodnotit návrh PocketQubu. Zde bude mít tým cca 15minutovou prezentaci.
2. Ostatní týmy se shromáždí v den odpalu (**30. 7. 2027**) na letišti. Všechno svoje potřebné nářadí a rozloženou raketu mají u sebe.
3. Po příjezdu se tým zaregistruje. Zaplatí zálohu za motor a výškoměr. Výměnou za zálohu dostane výškoměr. Nabitý motor dostane až u odpalovací rampy, ale u předletové kontroly a v přípravných stanech budou dostupné makety motorů pro vyrovnání těžiště, vyzkoušení závitu nebo zkušební sestavení rakety.
4. V 9:45 se otevře technická předletová kontrola.
5. Do 10:00 budou muset všechny středoškolské pokročilé týmy a do 11:00 všechny středoškolské začátečnické týmy nahlásit svou připravenost koordinátorovi týmů. Neučiní-li tak, bude tým penalizován. Poté budou koordinátorem z řad organizačního týmu předvolány k bodovací komisi. Není tedy potřeba, aby týmy čekaly před stanem bodovací komise.
6. Zde bude tým muset svoji raketu obhájit před komisí složenou z odborníků a členů spolku. S týmem se projde finálový report a budou pokládány otázky ohledně challenge, systémů a funkce rakety. Za tuto kontrolu bude týmu udělen konečný počet bodů v kategorii *Design a inovace*.
   Po bodovací komisi se tým přesouvá k předletové kontrole, která je ve vedlejším stanu.
7. Poté bude tým předvolán na technickou předletovou kontrolu, která se skládá ze tří částí. Nebude-li tým schopen se ve chvíli předvolání dostavit ke kontrole, bude penalizován. V první části bude posouzen technický stav rakety, změřeno těžiště, hmotnost a základní rozměry. Dále se přezkoumá letová simulace v OpenRocket dle aktuálních podmínek počasí a větru. Třetí částí je zhodnocení rakety bezpečnostním technikem. V případě pochybností si mohou rozhodčí na místě vyžádat rekonstrukci testu nebo ukázání jednotlivých systémů rakety. Pokud bude nalezena závada nebo nefunkční či nebezpečný systém, má rozhodčí právo na místě tým automaticky diskvalifikovat. Je-li vše v pořádku, dostane tým potvrzení o letuschopnosti rakety.
8. Po technické předletové kontrole nesmí tým provádět žádné konstrukční změny ani jiné neautorizované úpravy rakety. Povoleny jsou pouze úkony uvedené ve schválené odpalovací proceduře, zejména příprava elektroniky, instalace výškoměru a vložení motoru na odpalovací rampě. Jakákoli další změna musí být schválena rozhodčím a může vyžadovat opakování předletové kontroly.
9. V čase od 9:45 do 12:30 budou středoškolské pokročilé týmy předvolávány ještě k třetí disciplíně, kterou je 15minutová prezentace challenge a experimentu před publikem a vědeckou komisí. K této disciplíně mohou být týmy předvolány kdykoliv v tomto čase, pokud tým zrovna nebude u jedné ze dvou kontrol.
10. V době od 9:30 do 11:00 budou probíhat starty vysokoškolských týmů.

11. Jakmile je raketa zkontrolovana, ohodnocena a prohlášena za letuschopnou, může tým čekat na svou startovací vlnu. Pro středoškoláky pokročilé je toto časové okno od 12:30 do 14:00, pro začátečnické středoškolské týmy pak od 14:00 do 16:00.
12. Po předvolání týmu na odpaliště se celý tým shromáždí u místa odjezdu transportu na odpaliště. Po příjezdu transportu tým nastoupí a bude přepraven k odpalovacím rampám.
13. Tým s připravenou a vypnutou raketou čeká na pokyn od odpalovací rampy.
14. Jakmile tým dostane pokyn od koordinátora týmů, přesouvá se k rampě.
15. U rampy tým dostane nabitý motor a připraví raketu na odpalovací rampu (zapne elektroniku, výškoměr aj.). Tým má na přípravu 10 minut. Pokud tým překročí tento limit, bude penalizován. V ideálním případě by tým měl s raketou co nejméně operovat, protože už bude připravená z předešlé kontroly.
16. Tým se vzdálí do bezpečné vzdálenosti a vyčká na zbylé týmy ze stejné vlny odpalů. Ty se ale mohou zdržet, proto by raketa v zapnutém stavu měla vydržet nejméně 120 minut.[1]
17. Budou odpáleny všechny rakety z jedné vlny postupně za sebou. AŽ POTÉ budou týmy vyzvány, aby si svoji raketu našly a sebraly. Výškoměr s naměřenou výškou ukáží přítomnému letovému rozhodčímu. Výškoměr i motor vrátí pořadateli.
18. Již odstartované týmy si mohou krátit čas ve fun zóně nebo sledováním soupeřů a jejich prezentací.
19. Od 13:00 do 15:00 budou probíhat poletové prezentace vysokoškolských týmů. Vysokoškolské týmy budou k prezentacím předvolávány koordinátorem týmů nebo moderátorem.
20. Vyhlášení výsledků proběhne společně po startu všech způsobilých raket.

[1] Pokud daný tým nedodrží 10minutový limit ani přidaný čas, může ho pořadatel vyloučit z vlny odpalu a přesunout do jiné.

# 7 Dodatečné informace

## 7.1 Co bude poskytnuto

Během návrhu rakety proběhne několik workshopů. Ty by týmům měly pomoci si rozdělit role v týmu, začít s návrhem jednotlivých komponentů a porozumět různým aspektům rakety, jako je aerodynamika, simulace letu nebo strukturální analýza. Dále budou poskytnuty tzv. úřední hodiny, kde budou moci soutěžící konzultovat dotazy či problémy se svou konkrétní raketou. Soutěžící se taktéž budou moci na organizátory obracet na CRC serveru na platformě Discord.

V den odpalu na místě bude poskytnut krytý pracovní prostor (stůl o rozměrech zhruba 200 × 50 cm) s elektrickým připojením, motor, výškoměr a odpalovací rampa.

## 7.2 Kontaktní informace

Všechny veřejné potřebné informace jsou na webu: **www.czeroc.cz**

Zodpovědná osoba je Eva Hrnčířová: **crc@czechrockets.com**

# A Motor Gragas

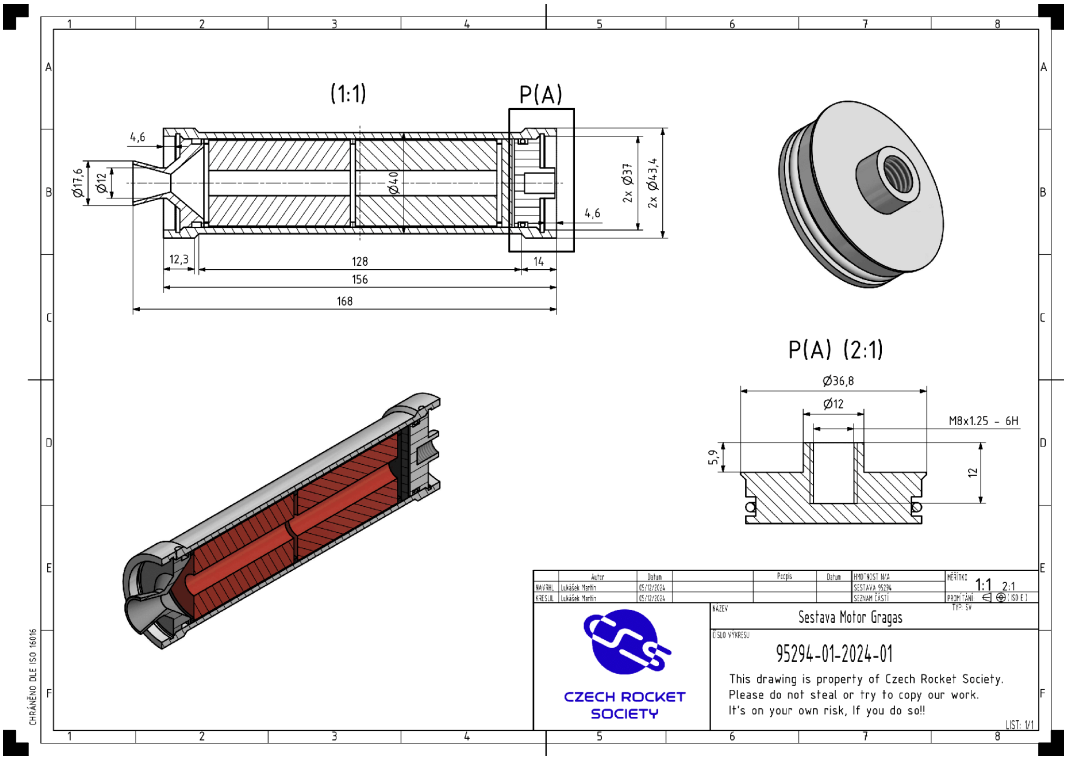
## Parametry motoru

Hlavní parametry motoru Gragas.

Tabulka A.1: Geometrické parametry motoru Gragas

| Parametry motoru Gragas | |
|---|---|
| Vnější průměr motoru | 43,4 mm |
| Délka motoru (bez trysky) | 155,6 mm |
| Délka motoru (s tryskou) | 167,7 mm |
| Vnější teplota motoru | 120 °C |

Motor se skládá ze 3 obráběných dílů: trysky, zátky a komory. Pro ilustraci je níže na **obrázku A.1** výkres sestavy motoru a výkres zátky.




Obrázek A.1: Výkres motoru Gragas

Technické výkresy motoru jsou majetkem Czech Rocket Society a je zakázáno je dále šířit bez svolení Czech Rocket Society.

## Vlastnosti motoru

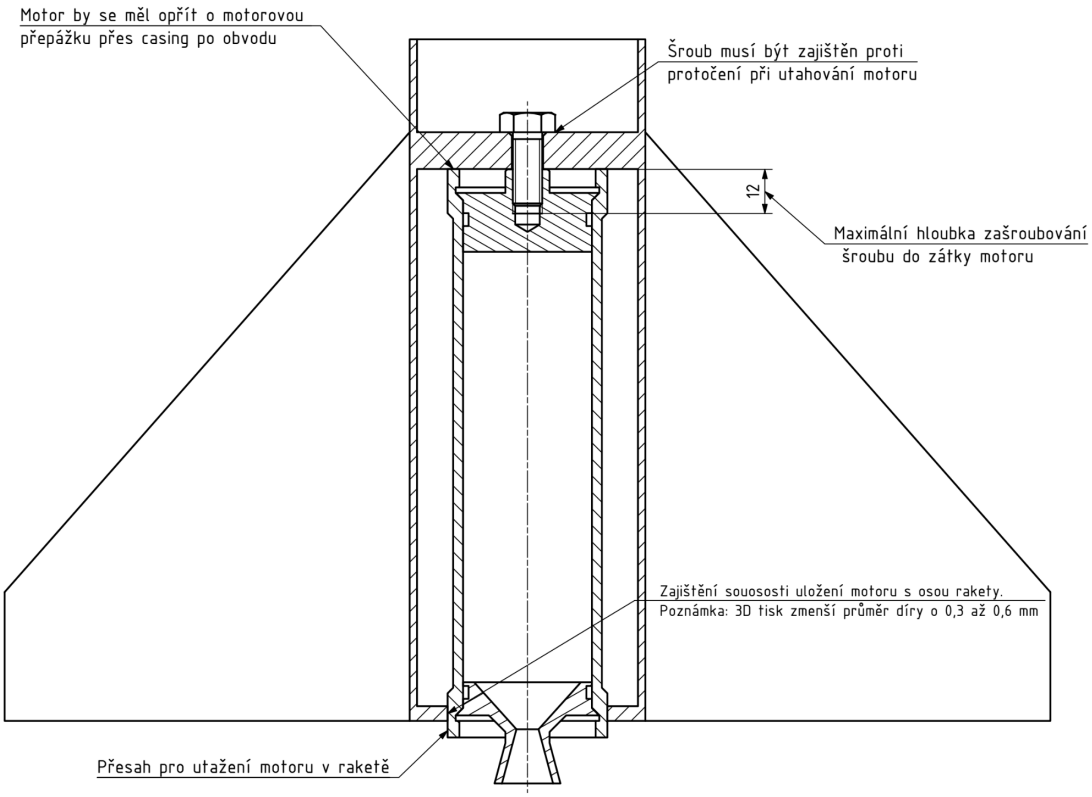
Tabulka A.2: Výkonnostní parametry motoru Gragas

| Výkonnostní parametr motoru Gragas | Hodnota |
|---|---|
| Celkový impuls | 166 [N·s] |
| Doba hoření | 1,59 [s] |
| Nejvyšší tah | 138 [N] |
| Hmotnost paliva | 158 [g] |
| Hmotnost prázdného motoru | 209 [g] |

*Pořadatel si vyhrazuje právo na změnu parametrů motoru.*

## Uložení motoru v raketě

Na obrázku níže je doporučený způsob uložení motoru v raketě. Pokud se tým rozhodne pro jiný způsob, musí ho podrobně popsat ve finálovém reportu a zajistit rychlé vmontování motoru.

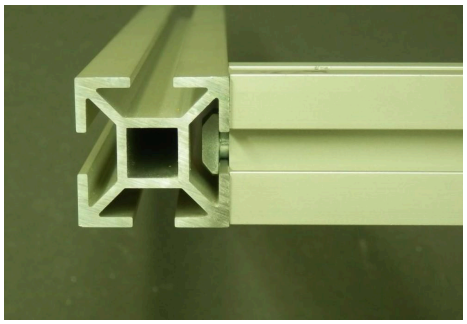



Obrázek A.2: Uložení motoru v raketě

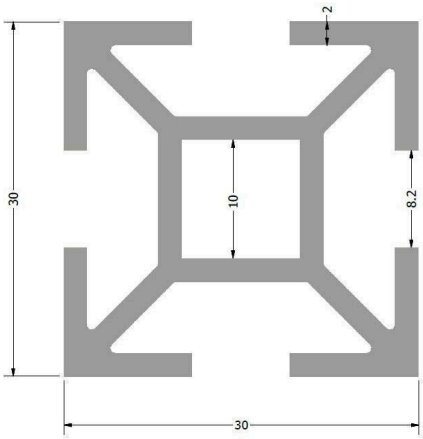
# B Odpalovací rampa

Délka vedení odpalovací rampy je 2,4 metru.

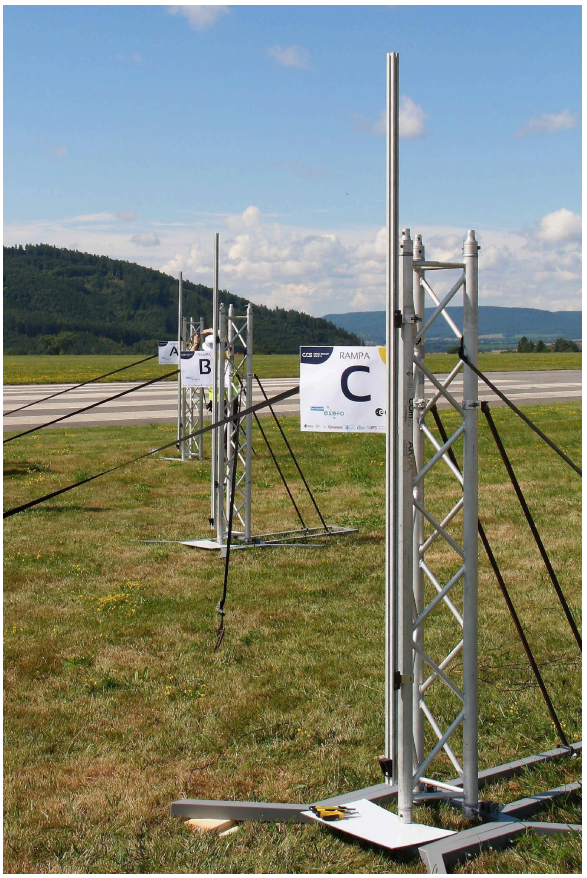
Profil vedení odpalovací rampy je ”Alutec”, konkrétně *systém Kombi 30x30*, jak je vidět na **obrázku (b)** níže. Fotografie profilu je vidět na **obrázku (a)** níže. Na konci profilu je 3D tištěná zarážka, která drží raketu v profilu. Uchycení profilů je navrženo k eliminaci možných dotyků s raketou. Fotku rampy můžete vidět na **obrázku (c)**.



(a) Fotografie profilu ”Alutec”




(b) Profil odpalovací rampy




(c) Fotografie rampy

Obrázek B.1: Přehled rampy a jejích profilů

Obrázky jsou převzaté ze stránek výrobce Alupa s.r.o., **zde** a **zde**.

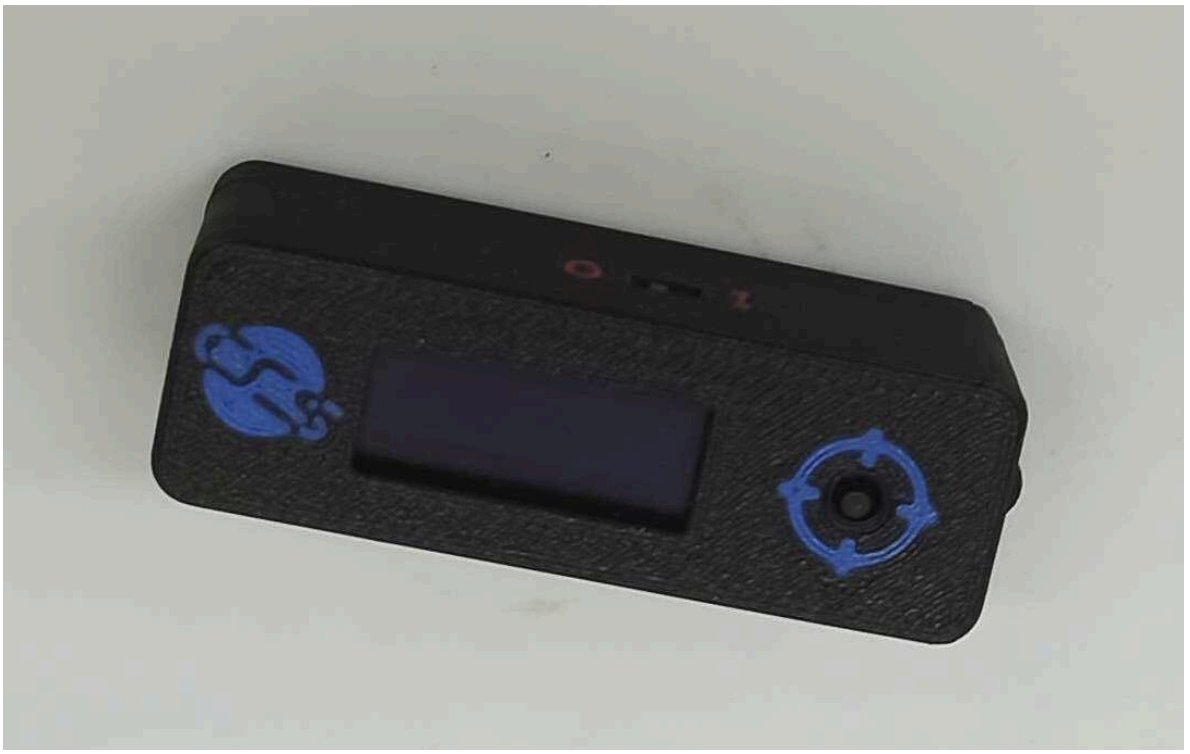
Raketa musí být vedena drážkou. Nedoporučuje se vyrábět vodicí členy s tvarem přesně kopírujícím průřez drážky profilu, jinak hrozí jejich zaseknutí v profilu během startu, nebo se do drážky nemusí vůbec vejít.

*Pořadatel si vyhrazuje právo na změnu parametrů odpalovací rampy.*

# C Výškoměr

Výškoměr má maximální rozměr (58+2)×21×15,5 mm (D+očko × Š × V). Na jedné straně je opatřen očkem. Nachází se na něm dvoupolohový spínač, kterým se výškoměr zapne a aktivuje se měření výšky. Výškoměr funguje na bázi snímání barometrického tlaku, tudíž potřebuje, aby kolem něj mohl volně proudit vzduch. Výškoměr vydrží minimálně 3 hodiny v zapnutém stavu. Dále je vhodné, když je výškoměr po přistání rakety snadno dostupný, aniž by se musela raketa složitě rozdělávat (zapnutí výškoměru probíhá až na startovací rampě). Doporučujeme výškoměr přivázat k pevné části rakety, aby při případném rozbití rakety nárazem nedošlo ke ztrátě výškoměru. Při registraci je vybírána vratná záloha 1 000 Kč za propůjčení výškoměru.
Hmotnost výškoměru je 18 g.

*Pořadatel si vyhrazuje právo na změnu výškoměru v rámci uvedených parametrů.*



# D Aktivní řízení rotace

## Definice

Systémy aktivního řízení rotace jsou definovány jako systémy, jejichž primárním účelem je řízení úhlové rychlosti kolem podélné osy rakety. Je zakázáno řídit rotaci kolem jiné z os. Vzhledem k dopadu na bezpečnostní perimetr je zakázáno tohoto dosáhnout pomocí řiditelných stabilizátorů či jejich částí.

## Požadavky

V této kapitole jsou vyjmenovány všechny požadavky týkající se aktivního řízení:

1. Systémy aktivního řízení rotace jsou povoleny pouze v kategorii *pokročilí*.
2. Stabilizátory, které zajišťují stabilitu rakety, nesmí být ovládané.
3. Raketa s vypnutým systémem v neutrální poloze musí stále splňovat podmínky stability.
4. Aktivní prvky mohou být aktivovány až po opuštění rampy. V případě přímé detekce (například správně dlouhý breakaway wire) je možná aktivace ihned s opuštěním. Pro nepřímou detekci (časovač od detekce startu) je povinná prodleva 0,5 s.
5. Aktivní prvky musí být mechanicky zajistitelné v neutrální pozici pro případ, že tým neobdrží povolení k aktivnímu letu. Možná alternativa je odmontování systému.
6. Aktivní systémy řízení musí být podrobně popsány ve finálovém reportu, včetně principu řízení, plánované řídicí účinnosti a trajektorie letu. Pořadatelé mají právo požadovat doplňující informace a uvalit dodatečná omezení.

# E Ejection charge

## Definice

Ejection charge, nebo také výmetná nálož, je malá nálož střelného prachu využívaná pro vyhození záchranného zařízení.

## Požadavky

V této kapitole jsou vyjmenovány všechny požadavky týkající se ejection charge:

1. Celková nálož nesmí přesáhnout **0,5 g** střelného prachu.
2. Doporučený způsob určení množství prachu je uveden na https://rocketrycalculator.com/rocketry-calculator/bp-estimator/. Je možné použít vlastní způsob kalkulace. Ten je ale nutné důkladně zdokumentovat ve *finálovém reportu*.
3. Ejection charge je nutné převážet vyzkratovanou.
4. Při práci s ejection charge musí mít všichni přítomní nasazené ochranné brýle či štíty. Dbejte na osobní bezpečnost.
5. Je zakázáno používat podomácku vyráběný střelný prach.
6. Je nutné zabudovat do obvodu palníku RBFP (remove before flight pin). Ten při vložení fyzicky oddělí palník od baterie. Zajistí se tak, že nedojde k předčasnému odpálení při chybném signálu z avioniky.
7. RBFP musí být vložený po celou dobu, kdy je palník připojen, až do okamžiku odchodu od startovací rampy.
8. Při vytažení RBFP musí zaznít unikátní zvukový signál dlouhý alespoň 2 sekundy. Stav *Odjištěno* by měl být poté kontinuálně indikován světelnou signalizací. Systém signalizace RBFP musí být podrobně popsán ve finálovém reportu.
9. Padáky a další náchylné systémy musí být chráněny proti horkým spalinám z aktivace ejection charge.
10. Ejection charge musí být podrobně popsána ve finálovém reportu. Musí být zdokumentované množství prachu, konstrukce celé ejection charge, způsob zapojení s RBFP a ochrana záchranného zařízení před spalinami.

## Standardizované testy

Rakety využívající ejection charge budou podrobeny dodatečnému kroku ve standardizovaném testu Test funkčnosti vypuštění záchranného systému. Podrobnosti budou k nalezení v Příručce standardizovaných testů.