

# Czech Rocket Challenge - Příručka soutěže



*Autor*

CRC organizační tým

17. března 2024



CZECH ROCKET  
SOCIETY



Adresa Polní 358  
530 03 Pardubice  
Telefon +420 774 346 845  
Email crc@czechrockets.com  
Web czechrocketchallenge.cz

**CRC** CZECH ROCKET  
SOCIETY

## Obsah

<b>1 Úvod</b>	<b>1</b>
1.1 Cíl	1
1.2 Přehled soutěže	1
<b>2 Časový harmonogram projektu</b>	<b>2</b>
2.1 Registrace	2
2.2 Design	2
2.3 Odpalovací den	3
<b>3 Organizace týmu</b>	<b>4</b>
3.1 Týmová struktura	4
3.2 Týmová aktivita	4
<b>4 Pravidla a požadavky soutěže</b>	<b>5</b>
<b>5 Bodování</b>	<b>7</b>
<b>6 Standardizované testy</b>	<b>10</b>
6.1 Test pevnosti stabilizátorů	10
6.2 Test pevnosti vodících členů	10
6.3 Test funkčnosti vypuštění záchranného systému	10
6.4 Test pádu záchranného zařízení	10
6.5 Test pevnosti uchycení motoru a záchranného zařízení	10
6.6 Test vypnutí aktivního řízení	10
<b>7 Základní části a funkce rakety</b>	<b>11</b>
<b>8 Cesta týmu na finálovém dni</b>	<b>13</b>
<b>9 Dodatečné informace</b>	<b>14</b>
9.1 Co bude poskytnuto	14
9.2 Kontaktní informace	14
<b>Přílohy</b>	<b>i</b>
<b>Příloha A Motor Gragas</b>	<b>i</b>
<b>Příloha B Odpalovací rampa</b>	<b>iv</b>
<b>Příloha C Výškoměr</b>	<b>v</b>
<b>Příloha D Aktivní řízení letu</b>	<b>vi</b>
<b>Příloha E Ejection charge</b>	<b>vii</b>
<b>Příloha F Groundstation</b>	<b>viii</b>



Adresa Polní 358  
530 03 Pardubice  
Telefon +420 774 346 845  
Email crc@czechrockets.com  
Web czechrocketchallenge.cz

**CRS** CZECH ROCKET  
SOCIETY

# 1 Úvod

Czech Rocket Challenge (CRC) je raketová soutěž spojující studenty, profesionály a firmy, zajímající se o rozvoj kosmonautiky v České republice. Přináší studentům příležitost vyzkoušet si skutečnou práci raketových inženýrů i se všemi jejími povinnostmi.

## 1.1 Cíl

Cílem Czech Rocket Challenge je spojit zájemce – zejména studenty – o rakety a kosmonautiku v České republice a poskytnout jim příležitost postavit si vlastní funkční raketu. Soutěž by jednotlivce měla naučit pracovat v týmu na novém inženýrském projektu a poskytnout mu mnoho nových zkušeností od počátečních návrhů, až po testování rakety.

## 1.2 Přehled soutěže

Soutěž je rozdělená do 3 kategorií:

- Středoškoláci - nováčci
- Středoškoláci - pokročilí
- Vysokoškoláci - pokročilí

Týmy mohou vyhrát jednu z následujících kategorií:

- Středoškoláci - nováčci
- Středoškoláci - pokročilí
- Vysokoškoláci - pokročilí
- Nejlepší report
- Nejlepší design rakety
- Nejlépe predikovaná výška

Rozdělení středoškoláků a vysokoškoláků je poměrně jasné. Pokud je tým smíšený a je v něm 2 a více vysokoškoláků, tak tým spadá automaticky do kategorie vysokoškoláků.

Kategorie se liší např.: v pravidlech, bodování nebo výzvě (challenge). Více podrobností naleznete v následujících kapitolách. Všechny vysokoškolské týmy se automaticky účastní kategorie *pokročilí*. Každý nový středoškolský tým bude zařazen do kategorie *nováčci*. Pokračující týmy z minulých ročníků budou zařazeny do kategorie *pokročilí*. Pokud je tým namixovaný a je v něm 2 a více studentů, kteří se zúčastnili alespoň jednoho z minulých ročníků a odpálili svoji raketu, tým spadá automaticky do kategorie *pokročilí*.

Po všech týmech je požadováno, aby navrhly takovou raketu, která bude splňovat misi níže:

Motor bude poskytnut organizátory soutěže. Jeho tahové charakteristiky, impuls a další potřebná data jsou v **Dodatku A**. Každá raketa musí použít – a tudíž mít prostor pro – kalibrovaný certifikovaný výškoměr, který bude také poskytnut organizátory. Týmy dostanou hrubý návod pro stavbu své rakety, nicméně samostatná práce je ve velké míře očekávána. 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 pořádán i sled workshopů, které budou probíhat během jara.

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.



Adresa Polní 358  
530 03 Pardubice  
Telefon +420 774 346 845  
Email crc@czechrockets.com  
Web czechrocketchallenge.cz

**CRC** CZECH ROCKET SOCIETY

## 2 Časový harmonogram projektu

### 2.1 Registrace

Registrace týmů probíhá do 29. února 2024 na stránkách [czechrocketchallenge.cz](http://czechrocketchallenge.cz). Součástí je i zaplacení registračního poplatku ve výši 300 Kč na účet: 42637800/2010 splatného do 10. března. Variabilní symbol: 20240229. Zpráva pro příjemce: Czech Rocket Challenge [jméno týmu].

### 2.2 Design

Během března, dubna, května a června budou mít týmy čas navrhnout, postavit a otestovat funkční raketu. Oproti minulému ročníku mají soutěžící o měsíc práce navíc, proto se očekává vyšší úspěšnost raket navrácených zpátky na zem. Pro plynulejší začátek je naplánováno **několik workshopů v průběhu března a dubna a jeden workshop vyhrazený na vaše dotazy**. Workshopy budou pravděpodobně trvat 1-2 hodiny v jeden den z dále zmíněných termínů a budou online z důvodu lepší dostupnosti pro všechny přihlášené týmy z různých koutů České republiky. Detaily Vám upřesníme později, ale s termíny už můžete dopředu počítat. Workshopy by měly účastníkům umožnit lépe pochopit hlavní komponenty rakety, jak začít s jejím návrhem nebo jak si rozdělit role v týmu. Workshopy budou nahrávané.

Na **prvním workshopu (9.-10. března)** si představíme soutěž, vysvětlíme pravidla, projdeme příručku, zkušenosti z minulého roku a představíme si harmonogram soutěže. Na **druhém workshopu (16.-17. března)** si vyzkoušíte raketový simulátor OpenRocket a naučíme Vás s ním pracovat. Tento software je opravdu klíčový. Na **třetím workshopu (23.-24. března)** Vám své zážitky, úspěchy i překážky popíší soutěžící z minulých ročníků. Na **čtvrtém workshopu (6.-7. dubna)** si vysvětlíme, jak správně a bezpečně navrhnout avioniku a recovery systém. Během **pátého workshopu (13.-14. dubna)** Vám předvedeme a vysvětlíme standardizované testy, jejichž splnění je povinné pro pozvání na finálový den. Následně se budete moci zeptat na cokoliv ke svým návrhům.

Design rakety by měl zabrat cca první dva měsíce a poté by se už týmy měly posunout do fáze počátečního stavění a testování. Proto je **30. dubna** termín pro zaslání dosavadního postupu a návrhu rakety tzv.: *Koncepční report*. Všechny reporty budou očekávány ve formátu PDF + přiložené soubory jako fotky, videa, prezentace, simulace nebo výpočty. Koncepční report nebude započítán do závěrečného hodnocení, je ale vyžadován, aby byla zajištěna větší bezpečnost raket a týmy nenechávaly práci na poslední chvíli.

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

Pro větší bezpečnost a lepší hodnocení v jednotlivých kategoriích (viz **kapitola 5**) je vyžadován *Finální 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 popsány více v **kapitole 6**. 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 během workshopů. *Report* by měl soutěžícím sloužit jako vlastní kritické přezkoumání 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 finálního reportu do 11. června** ke kterému vám následně dáme své poznámky. *Draft* se také ještě nebude započítávat do závěrečného hodnocení. Posláním *draftu* dáváte najevo, že se opravdu chystáte zúčastnit finálového dne, pokud budete vybráni.

**Termín odevzdání finálního reportu je 30. června 2024.** Pokud bude *report* v pořádku a raketa uznána jako letuschopná, tým může být pozván na odpalovací den.



Adresa Polní 358  
530 03 Pardubice  
Telefon +420 774 346 845  
Email [crc@czechrockets.com](mailto:crc@czechrockets.com)  
Web [czechrocketchallenge.cz](http://czechrocketchallenge.cz)

**CRC** CZECH ROCKET SOCIETY

Na závěr, během června plánujeme také osobní setkání se soutěžícími v Praze a v Brně. Během setkání můžeme společně prodiskutovat Vaše nápady, dotazy, nebo možná řešení, prohlédnout vaši raketu, či projít *report* a případné poznámky k *draftu*.

Pro bezpečnost soutěží, pořadatelů i diváku na finálovém dni jsou *konceptní report*, *draft finálového reportu* 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 jako neletuschopnou a nepustit tým na startovací rampu.

## 2.3 Odpalovací den

Odpalovací den je naplánován na pátek 12. července 2024 pro **cca 20 týmů**, které budou pozvány na základě *finálového reportu*. Podle množství přihlášek se soutěž může rozšířit na dva odpalovací dny – čtvrtek 11. a pátek 12. července nebo pátek 12. a sobota 13. července. O podobě odpalovacího dne budou všichni přihlášení soutěžící informováni po skončení registrace (29. 2. 2024). Termín odpalovacího dne se podle počasí může  $\pm$  o 1 týden změnit.

Tabulka 2.1: Harmonogram soutěže Czech Rocket Challenge 2024

Harmonogram soutěže	
Registrace	do 29. února
Workshop 1	9.-10. března
Workshop 2	16.-17. března
Workshop 3	23.-24. března
Workshop 4	6.-7. dubna
Workshop 5	13.-14. dubna
Konceptní report	do 30. dubna
Draft finálového reportu	do 11. června
Osobní setkání se soutěžícími	během června
Finální report	do 30. června
Odpalovací den	12. července (druhý - 11. nebo 13. července)



Adresa Polní 358  
530 03 Pardubice  
Telefon +420 774 346 845  
Email crc@czechrockets.com  
Web czechrocketchallenge.cz

**CRC** CZECH ROCKET  
SOCIETY

## 3 Organizace týmu

### 3.1 Týmová struktura

Pro dosažení úspěšného projektu musí být každý tým dobře organizovaný, proto by měl mít projektového manažera. Ten bude zodpovědný za komunikaci v týmu i mimo něj s organizátory a bude dbát na dodržení termínů. Pro zbytek týmu neexistuje žádná pevně daná struktura, jednotlivé role tudíž mohou být rozděleny libovolně.

Přesto je vhodné si role rozdělit tak, aby odpovídaly podsekcím typického rozložení rakety. Základní role jsou v seznamu níže:

- Avionika (Avionics)
- Náklad (Challenge - Payload)
- Konstrukce (Structures)
- Záchranný systém (Recovery)

Doporučujeme, aby si členové vzali další, druhotné role, které jsou nezbytné pro chod týmu a start rakety jako jsou například:

- Aerodynamika
- Akvizice dílů
- Příprava reportu

Samozřejmě také záleží na celkovém počtu členů. Vzhledem k velikosti projektu si například projektový manažer může vzít další hlavní nebo druhotné role. Toto rozdělení rolí je pouze doporučení a nemusí být následovány.

### 3.2 Týmová aktivita

Czech Rocket Challenge je týmová soutěž, tím pádem je angažovanost očekávána od všech členů týmu. V případě, že se někteří členové týmu přestanou účastnit projektu, měl by tým informovat pořadatele soutěže. V případě několika týmů s nedostatkem aktivních členů, je možné - po domluvě obou stran - týmy sloučit. Alespoň jedna raketa tak bude mít příležitost odstartovat.



Adresa Polní 358  
530 03 Pardubice  
Telefon +420 774 346 845  
Email crc@czechrockets.com  
Web czechrocketchallenge.cz

**CRC** CZECH ROCKET SOCIETY

## 4 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.

### Velikost motoru

Motor bude stejný pro všechny týmy a bude dodán pořadatelem soutěže v den startu. Specifikace naleznete v **Dodatku A**.

### Velikost rakety

V kategorii *nováčků* musí mít raketa minimálně 60 mm vnějšího průměru. Pro kategorii *pokročilých* toto pravidlo neplatí a velikost průměru je libovolná.

### Ostatní materiály

Raketa nesmí využívat toxické či reaktivní materiály. Vždy raději konzultujte s pořadatelem soutěže.

### Náklad

Náklad rakety, zejména pro kategorii *pokročilých*, nesmí obsahovat živé tvory, hořlaviny nebo výbušniny.

### Stabilita

Centrum tlaku  $C_p$  musí být za těžištěm rakety  $C_g$ . Minimální aerodynamická stabilita musí být větší než 1 v okamžiku opuštění rampy (pozn.:  $C_p$  by mělo být minimálně velikost průměru rakety za  $C_g$ ).

### Záchranný systém

Pro kategorii *nováčků* jsou povoleny pouze padák nebo stuha jako záchranný systém. Kategorie *pokročilých* je bez omezení, ale jiné alternativní způsoby budou pečlivě přezkoumány. Záchranný systém musí zajistit kontrolované a nebalistické klesání rakety a všech jejích částí a dílů po startu. V případě využití ejection charge pro vyhození je povinnost řídit se **Dodatkem E**.

### Spuštění záchranného systému

Spuštění záchranného systému, zejména pak padáku nebo stuhu, musí proběhnout při rychlosti menší než 15 m/s. U alternativních způsobu se rychlost pádu může měnit.

### Rychlost sestupu

Raketa a všechny její části musí sestupovat rychlostí v rozmezí 5–9 m/s. Satelit (payload) vypuštěný z rakety musí sestupovat rychlostí v rozmezí 5–15 m/s.

### Odpalovací rampa

Všechny rakety budou startovat ze stejné odpalovací rampy, která bude zajištěna a poskytnuta pořadatelem soutěže. Více o rozměrech odpalovací rampy v **Dodatku B**.



Adresa Polní 358  
530 03 Pardubice  
Telefon +420 774 346 845  
Email crc@czechrockets.com  
Web czechrocketchallenge.cz

**CRS** CZECH ROCKET SOCIETY

### Externí pohon

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

### Záznam nadmořské výšky

Raketa musí obsahovat výškoměr poskytnutý organizátory soutěže pro záznam nadmořské výšky. Více v **Dodatku C**. Výškoměr bude soutěžícím poskytnut za zálohu 1 000 Kč v den soutěže. Záloha je vrátná při vrácení výškoměru v řádném stavu. Další měřicí přístroje a senzory jsou vítány.

### Procedury odpálení rakety

Každý tým si musí napsat vlastní procedury pro správné odpálení své rakety. Procedury by měly zahrnovat veškeré informace nutné k sestavení rakety, od zašroubování součástí, spojení jednotlivých částí přes zapnutí systému, až po vmontování motoru a umístění na rampu.

### Výdrž zapnutého systému

Každý tým musí poskytnout důkaz, že jeho letový systém dokáže vydržet minimálně 30 minut v zapnutém stavu a poté udělat požadované úkony. 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 z důvodu ostatních startujících týmů, opravy odpalovacího zařízení nebo čekání na povolení ke startu od řídicí věže letiště.

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

*Pořadatel si vyhrazuje právo na změnu pravidel.*





Adresa Polní 358  
530 03 Pardubice  
Telefon +420 774 346 845  
Email crc@czechrockets.com  
Web czechrocketchallenge.cz

**CRS** CZECH ROCKET SOCIETY

## 5 Bodování

Kategorie *nováčků* a *pokročilých* mají své vlastní bodování. Aby bylo možné určit vítěze soutěže, týmy budou ohodnoceny podle několika různých kritérií, přičemž dvě hlavní oblasti jsou **design rakety** a **provedení letu rakety v den odpalu**. Maximální dosažitelná hranice je 1000 bodů. *Report* se týká zejména podkategorií Design, inovace & náklad; Analýza, simulace & report. **Tabulka 5.1.** 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 představeny v předstihu finálového reportu.

Tabulka 5.1: Metodika hodnocení

Kritérium	Nováčci	Pokročilí
<b>Design rakety</b>		
Design, inovace & náklad	330	250
Analýza, simulace & report	170	150
<b>Provedení letu</b>		
Přesnost predikované výšky	200	200
Nejvyšší dosažená výška	100	150
Challenge	200	250
<b>Celkem</b>	<b>1000</b>	<b>1000</b>

### Design rakety

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, finů apod.), ukázat simulace a výpočty rakety a splnění předepsaných testů. Za design rakety popsaný v *reportu* mohou týmy získat až 500 bodů v kategorii *nováčků* a až 400 bodů v kategorii *pokročilých*. Tato část je dále rozdělena do 2 menších podskupin.

#### Design, inovace & náklad

Inovace je to, co vyzdvihuje některé inženýrské firmy nad ostatní. Například SpaceX nebo NASA neustále posouvají hranice vědy a možností raket. Proto jsou týmy motivovány přijít s inovativním řešením daných problémů a vyzdvihnout se nad ostatní. Inovace mohou být v jakékoliv formě – od zajímavého návrhu, který vyřeší nějaký složitý problém, po aplikaci nové technologie. Jakákoliv sekce rakety může být inovována. Tento rok je pro soutěžící vymyšlená challenge, tudíž nemusí vymýšlet vlastní payload. I tak se ale challenge dá vzít za různé konce a soutěžící mohou být tvořiví a vynalézaví. *Inovace, design & náklad* je nejvíce ohodnocená kategorie s maximálním počtem příslušných 330 / 250 bodů v pořadí *nováčci* / *pokročilí*, což je zhruba třetina / čtvrtina 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 dovolují inženýrům modelovat působení sil, či celkové působení jednotlivých komponentů. Týmy musí ukázat pevnost a bezpečnost rakety splněním standardizovaných testů viz **Kapitola 6**. 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



Adresa Polní 358  
530 03 Pardubice  
Telefon +420 774 346 845  
Email crc@czechrockets.com  
Web czechrocketchallenge.cz

**CRC** CZECH ROCKET SOCIETY

by měl obsahovat vše potřebné a "prodat" dobře vaši práci. Soutěžícím budou předloženy ukázkové reporty a list položek, které se musí v reportu objevit. Maximum 150/170 bodů je uděleno za tuto sekci, rovnoměrně rozložených mezi analýzu, simulaci a report.

## Provedení letu

Druhá oblast, za kterou týmy dostanou hodnocení, je provedení letu v den odpalu. Za tuto část je možné získat následně až příslušných 500 / 600 bodů a je rozdělena do 3 menších podskupin.

### Přesnost predikované výšky

Predikce apogea je v této soutěži důležitějším faktorem při designu 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 bodů. Body budou rozděleny podle následující rovnice:

$$\text{Body} = 200 \times \frac{\left(-(\text{Predikce})^2 + 2 \times \text{Predikce} \times \text{Realita}\right)^3}{\left(-(\text{Realita})^2 + 2 \times \text{Realita} \times \text{Realita}\right)^3} \quad (5.1)$$

Za nepřesnou predikci výšky nebudou udělovány záporné body.

### 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 dbali větší pozornosti na bezpečnost, letuschopnost a misi rakety než jen bezduché pokoření hranice X metrů za cenu malé, úzké, rychlé rakety. Proto je za tuto kategorii v soutěži možné získat maximálně 100/150 bodů. Zároveň ale dosaženou výšku chceme spravedlivě odměnit. Všechny týmy, které překonají 750 metrů nad startovací plochou si tak odnesou plný počet bodů. Body pro týmy, které se umístí na třetím až předposledním místě se určí poměrně v den startu podle aktuálního počtu týmů.

Tabulka 5.2: Metodika bodování nejvyššího apogea

Body uděleny		Nejvyšší apogeum
100	150	Apogeum 750m +
80	120	Druhé nejvyšší dosažené apogeum pod 750m
-	-	Zbylé týmy si proporcionalně rozdělí body od 0 do 80 (120) bodů
0	0	Nejnižší dosažené apogeum
diskvalifikace		Neúspěšný let

Body za predikci apogea a nejvyššího apogea jsou započítány pouze vrátí-li se raketa v pořádku zpátky na zem a vzlétla-li alespoň do 50 m nad zem. Soutěžící po přistání ukáží hodnotu výškoměru rozhodčím.

### Challenge pro nováčky

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 200 bodů. Při rozbití vajíčka (vytečení vajíčka ze skořápky) získává tým 0 bodů. V případě naprasknutí vajíčka počet bodů určí tým rozhodčích ad hoc na místě.



Adresa Polní 358  
530 03 Pardubice  
Telefon +420 774 346 845  
Email crc@czechrockets.com  
Web czechrocketchallenge.cz

**CRS** CZECH ROCKET SOCIETY

## Challenge pro pokročilé

Tento ročník jsme se rozhodli zavést dvě různé challenge. Soutěžící si ve *konceptním reportu* vyberou, za kterou chtějí být bodováni v rámci challenge. Pokud zakomponují prvky z obou výzev, tak dle jejich výběru bude jedna hodnocena jako challenge a druhá bude stále zohledněna v rámci kategorie Design rakety

**Ground station challenge** spočívá ve vytvoření funkční groundstation. Hodnocena bude na základě funkčnosti při letu rakety. Je tedy nutné po odpalu dodat organizátorům její záznam (ať už formou screencapture, nebo dostatečně kvalitním natočením). Čím pokročilejší groundstation bude (více přenášených dat, vizualizace atd), tím více bodů tým obdrží. Týmy budou hodnoceny relativně vůči sobě. Podobně jako u dosažené výšky, nejlepší tým dostane maximální počet bodů a zbytek bude proporcionálně rozdělen. Poslední tým za challenge obdrží 0 bodů. Nezapomeňte předem otestovat dosah signálu z rakety, neboť se bude hodnotit reálná funkčnost, ne maximální teoretická. Pamatujte, že se budete muset držet pravidel v **Dodatku F**.

**Active roll challenge** spočívá ve vytvoření systému, který bude schopný řídit rotaci rakety podle podélné osy. Cílem bude v době od 1s po dohoření motoru do 1s před dosažením apogea rotovat rychlostí co nejbližší 90°/s libovolným směrem. Tým po letu odevzdá naměřená data z letu, která budou obsahovat záznam rychlosti rotace s frekvencí alespoň 10 Hz. Z těchto dat bude vypočítána průměrná odchylka, přičemž cílem je dosáhnout co nejnižší hodnoty. Podobně jako u dosažené výšky, nejlepší tým dostane maximální počet bodů a zbytek bude proporcionálně rozdělen. Pamatujte, že se budete muset držet pravidel v **Dodatku D**.

## 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, může představovat vážné bezpečnostní riziko pro ostatní a potenciálně způsobit zničení celé rakety.

Za záchranný systém budou uděleny body v rámci kategorie Design, inovace & náklad. V kategorii *nováčeků* je povoleno pouze využití padáku nebo stuh jako záchranného systému. V kategorii *pokročilých* je povoleno použití i jiných typů záchranného systému. Vždy ale raději konzultujte s pořadatelem.

**Záchranný systém musí fungovat. Pokud ano, můžete pak získat body za predikci, výšku nebo challenge. Pokud ne, tak pak let bude pravděpodobně neúspěšný a týmu bude hrozit diskvalifikace.**

## Penalizace

V případě selhání záchranného systému je tým diskvalifikován ze soutěže.

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

V případě pozdního příchodu na předletovou kontrolu může být udělen trest až 200 bodů v závislosti na délce zpoždění. Podrobnosti o organizaci odpalovacího dne lze nalézt v **kapitole 8**.

V případě příliš dlouhé prodlevy během přípravy na start v okolí rampy (více než 10 minut) je možné týmu odečíst až 100 bodů podle posouzení operátorů rampy a rozhodčích. Více o podobě finálového dne v **kapitole 8**.

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

Nesportovní chování během návrhu nebo stavby rakety či v soutěžní den bude mít za následek diskvalifikace týmu ze soutěže.

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 jednotlivců nebo týmů ze soutěže.

**Poznámka:** Počasí a povětrnostní podmínky budou brány v potaz v den startu a všechny týmy budou hodnoceny relativně k sobě.



Adresa Polní 358  
530 03 Pardubice  
Telefon +420 774 346 845  
Email crc@czechrockets.com  
Web czechrocketchallenge.cz

**CRC** CZECH ROCKET SOCIETY

## 6 Standardizované testy

V rámci *finálního 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 ovšem mohou použít i vlastní šablonu, budou-li v ní přehledně obsaženy veškeré požadavky. Níže je uvedený obecný přehled testů. Samostatná *Příručka standardizovaných testů* bude poskytnuta týmům přijatým do soutěže.

### 6.1 Test pevnosti stabilizátorů

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

### 6.2 Test pevnosti vodících členů

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

### 6.3 Test funkčnosti vypuštění záchranného systému

V tomto testu je cílem týmu ukázat, že jím zvolený systém je schopný úspěšně a plně otevřít záchranné zařízení. Pro systémy využívající ejection charge bude test rozšířen o test funkčnosti RBFP.

### 6.4 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.

### 6.5 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.

### 6.6 Test vypnutí aktivního řízení

Hlavním cílem tohoto testu je se ujistit, že při přesažení úhlu 30° od vertikály dojde k deaktivaci aktivního řízení letu.



Adresa Polní 358  
530 03 Pardubice  
Telefon +420 774 346 845  
Email crc@czechrockets.com  
Web czechrocketchallenge.cz

**CRC** CZECH ROCKET SOCIETY

## 7 Základní části a funkce rakety

### Motor

Raketový motor bude dodán organizátory soutěže a bude tak pro všechny týmy stejný. Motor bude mít celkový impuls do 140 Ns. 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 a po soutěži musí být vrácen pořadateli. Rozměry motoru a další charakteristiky jsou poskytnuty v **Dodatku A**.

### Stabilizátory

Stabilizátory (či finy nebo křídélka) jsou nutné pro správnou orientaci a stabilizaci modelu. Jejich velikost a materiál je opět na soutěžích. Finy musí být zajištěny k modelu napevno a nesmí odpadnout. Pozor na výběr materiálu, papír či karton mohou zvlhnout a ztratit pevnost. V případě řízených stabilizátorů platí pro tým pravidla v **Dodatku D**.

### Trup

Trup může být vyroben z jakéhokoliv materiálu. Musí však zajistit dostatečnou tuhost a bezpečnost, aby se raketa nezlomila. V případě použití papírových trubek a jiných papírových dílů nezapomeňte, že i když raketový motor hoří pouze po krátkou dobu, sálá a může se vnější strana komory zahřát na několik desítek stupňů. Musí tedy být zajištěna dostatečná izolace (a uložení motoru apod.) tak, aby se blízké okolí motoru nepoškodilo. Dále obdobně jako v případě finů může papír navlhknout. Volba velikosti, síly trubky, průměru, hmotnosti a dalších parametrů je na soutěžících dle pravidel soutěže.

### Hlavice

Tvar, materiál a jiné vlastnosti nejsou nijak limitovány. Hlavice (Nose cone) se dá využít jako volný prostor. Pro co nejlepší dolet je podstatné zvolit ideální tvar s co nejvhodnějším koeficientem odporu a aerodynamickými vlastnostmi. Hlavice nesmí padat volným pádem.

### Avionika

Elektronické systémy, jako jsou případná záznamová zařízení, desky plošných spojů, Arduino, systém pro vypuštění padáku, či startovací systém, by měly být pevně zajištěny v trupu, aby nedošlo k uvolnění a poškození zbylých částí rakety během letu. Povinnost každé rakety je také použití buď zvukového, světelného, nebo jiného navigačního indikátoru pro nalezení rakety po dopadu. Může se stát, že vítr zanesení při plachtění k zemi raketu daleko od odpaliště anebo do hůře přístupných oblastí a nemusí se už nikdy najít. Pokud navíc je součástí vaší avioniky i groundstation, je povinnost řídit se **Dodatkem F**.

### Náklad

Letos je náklad pro soutěžící předepsán v rámci challenge pro nováčky. Raketa ale může nést další náklad, přístroje nebo techniku za kterou mohou být udělené body v rámci designu rakety.



Adresa Polní 358  
530 03 Pardubice  
Telefon +420 774 346 845  
Email crc@czechrockets.com  
Web czechrocketchallenge.cz

**CRS** CZECH ROCKET SOCIETY

## Záchranný systém

Raketa musí mít funkční záchranný systém jako je padák, „streamer“ neboli stuhu, sama fungovat jako vírník, či jakkoliv jinak zajistit bezpečnost pomalého návratu na zem. Volný pád rakety a jakékoliv její části není přípustný! Přistávací zařízení může být instalováno v hlavici, trupu nebo v jiných částech rakety. Mechanismus vystřelování padáku je ponechán na kreativě soutěžících. V případě selhání záchranného systému je tým diskvalifikován.

## Odpalovací rampa

Odpalovací rampa bude připravena pořadatelem. Technické detaily jsou poskytnuty v **Dodatku B**.

## Vodící členy

Aby raketa letěla přesně podél rampy, a ta tak splnila svůj účel, musí být na raketu přidělané vodící 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.

## Procedury

Od všech týmů budou vyžadovány procedury odpalu rakety. Stručně a jasně popsány všechny kroky nutné před startem, které tým předá organizátorům soutěže.

### Mějte na paměti:

- Výkon raketových motorů není nikdy na 100% shodný s výkonem uvedeným v prospektech o motoru
- Koeficient odporu, používaný ve výpočtech je taktéž proměnný v závislosti na okolních podmínkách. Každý komponent jako je hlavice, stabilizátory apod. ovlivňuje koeficient odporu, ale i další momentální proměnné podmínky.
- Síla větru je mnohdy mnohem důležitější než o setinu lépe vycházející koeficient odporu nebo o metr lepší OpenRocket.
- Pokud raketa neletí přímo vertikálně vzhůru její dostup se zmenšuje.



Adresa Polní 358  
530 03 Pardubice  
Telefon +420 774 346 845  
Email crc@czechrockets.com  
Web czechrocketchallenge.cz

**CRC** CZECH ROCKET SOCIETY

## 8 Cesta týmu na finálovém dni

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

1. Pozvané týmy se shromáždí v den odpalu v Medláncích. Všechno svoje potřebné nářadí a raketu na několik částí mají u sebe.
2. Po příjezdu se tým zaregistruje. Výměnou za zálohu dostane výškoměr. Nabitý motor dostane až u odpalovací rampy, ale na místě budou dostupné makety motorů pro vyrovnání těžiště, ozkoušení závitu nebo zkušební sestavení rakety.
3. Týmy budou rozděleny do několika větších skupin na předletovou kontrolu. Je na týmech kdy se rozhodnout dostavit ve svém okně, ale pozdní příchod bude bodově penalizován.<sup>1</sup>
4. Během před-letové kontroly (cca 20 minut) tým pořadatelů a odborných rozhodčích posoudí technickou způsobilost rakety a jejich systémů, projde report a standardizované testy a zkontroluje letuschopnost rakety. Taktéž zhodnotí, zda se designové a technické zajímavosti napsané ve *finálním reportu* shodují s hotovou raketou na místě. Odborná porota složená z organizátorů a odborníků pak raketu bodově ohodnotí.
5. Jakmile je raketa zkontrolována, ohodnocena a prohlášena za letuschopnou, celá raketa se na místě společně s pořadatelem složí a připraví na start (raketa je vypnutá). Tým s raketou zůstane v okolí kontroly a s raketou již nebude možné nijak zvláště manipulovat, rozdělovat ji, předělávat, vyměňovat části, atd. Raketa by měla být lehce přístupná pro zapínání a vypínání avioniky (nejlépe zvenku, ale když ne, tak alespoň velmi snadno a rychle otevíratelná), stejně tak pro zkontrolování či znovu zapnutí výškoměru (vydrží pouze hodinu v zapnutém stavu).
6. Tým s připravenou a vypnutou raketou čeká na pokyn od odpalovací rampy.
7. Jakmile tým dostane pokyn, přesouvá se k rampě.
8. U rampy tým dostane nabitý motor a připraví raketu na odpalovací rampu (zapne elektroniku, zkontroluje výškoměr, aj.). Tým má na přípravu 10 minut. Pokud tým výrazně překročí tento limit je možná penalizace. V ideálním případě by tým měl s raketou, co nejméně operovat, protože už bude připravená z předešlé kontroly.
9. Tým se vzdálí do bezpečné vzdálenosti a čeká se na zbylé týmy ze stejné vlny odpalů. Ty se ale mohou zdržet, proto by raketa v zapnutém stavu měla vydržet nejméně 30 minut<sup>2</sup>.
10. 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 ukážou přítomnému rozhodčímu.
11. Již odstartované týmy si mohou krátit čas ve fun zóně, místní restauraci nebo sledováním soupeřů.
12. Vyhlášení výsledků proběhne společně po startu všech způsobilých raket.

<sup>1</sup>Přesný klíč a harmonogram odpalů bude oznámen postupujícím týmům před finálovým dnem

<sup>2</sup>Pokud daný tým nedodrží 10 minutový limit, ani přidáný čas navíc může ho pořadatel vyloučit z vlny odpalu a přesunout do jiné



Adresa Polní 358  
530 03 Pardubice  
Telefon +420 774 346 845  
Email [crc@czechrockets.com](mailto:crc@czechrockets.com)  
Web [czechrocketchallenge.cz](http://czechrocketchallenge.cz)

**CRC** CZECH ROCKET  
SOCIETY

## 9 Dodatečné informace

### 9.1 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 se soutěžící budou moci doptat na informace, či problémy s jejich konkrétní raketou. Soutěžící se taktéž budou moci na organizátory obracet během doby návrhu raket na CRC serveru na platformě discord.

V den odpalu na místě bude poskytnut motor, výškoměr a odpalovací rampa, dále všechny potřebné pyrotechnické potřeby, jako odpalovací zařízení, palníky a rozbušky.

### 9.2 Kontaktní informace

Všechny veřejné potřebné informace jsou na webu: [www.czechrocketchallenge.cz](http://www.czechrocketchallenge.cz)

Zodpovědná osoba je Luliia Kostiuč: [crc@czechrockets.com](mailto:crc@czechrockets.com)





Adresa Polní 358  
530 03 Pardubice  
Telefon +420 774 346 845  
Email crc@czechrockets.com  
Web czechrocketchallenge.cz

**CPS** CZECH ROCKET SOCIETY

## A Motor Gragas

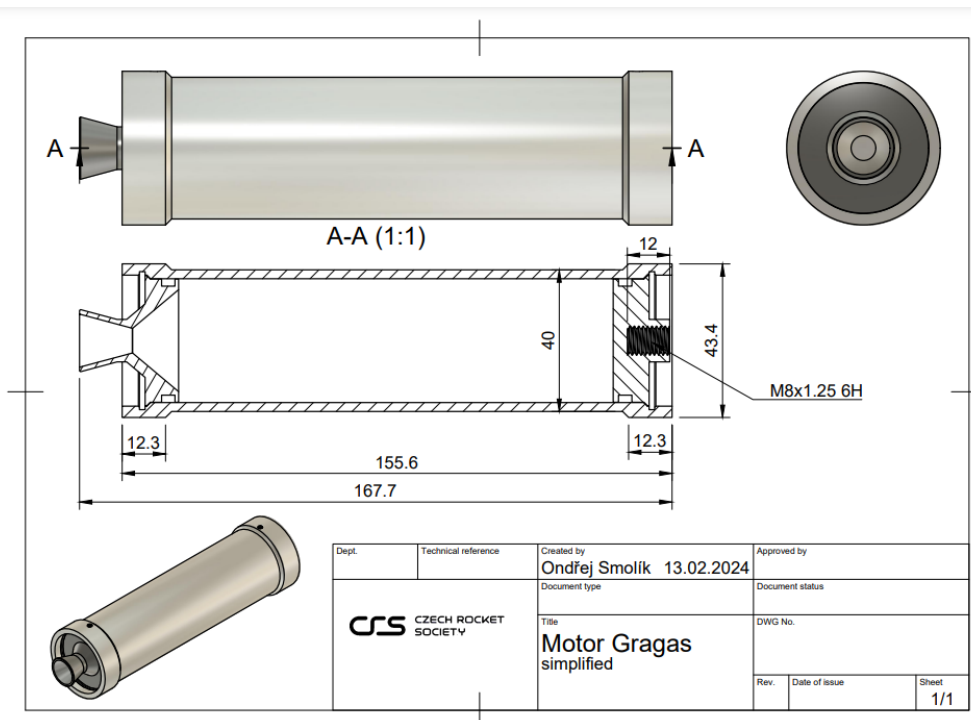
### Parametry motoru

Hlavní parametry motoru Gragas.

Tabulka A.I: 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	~ 100°C

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



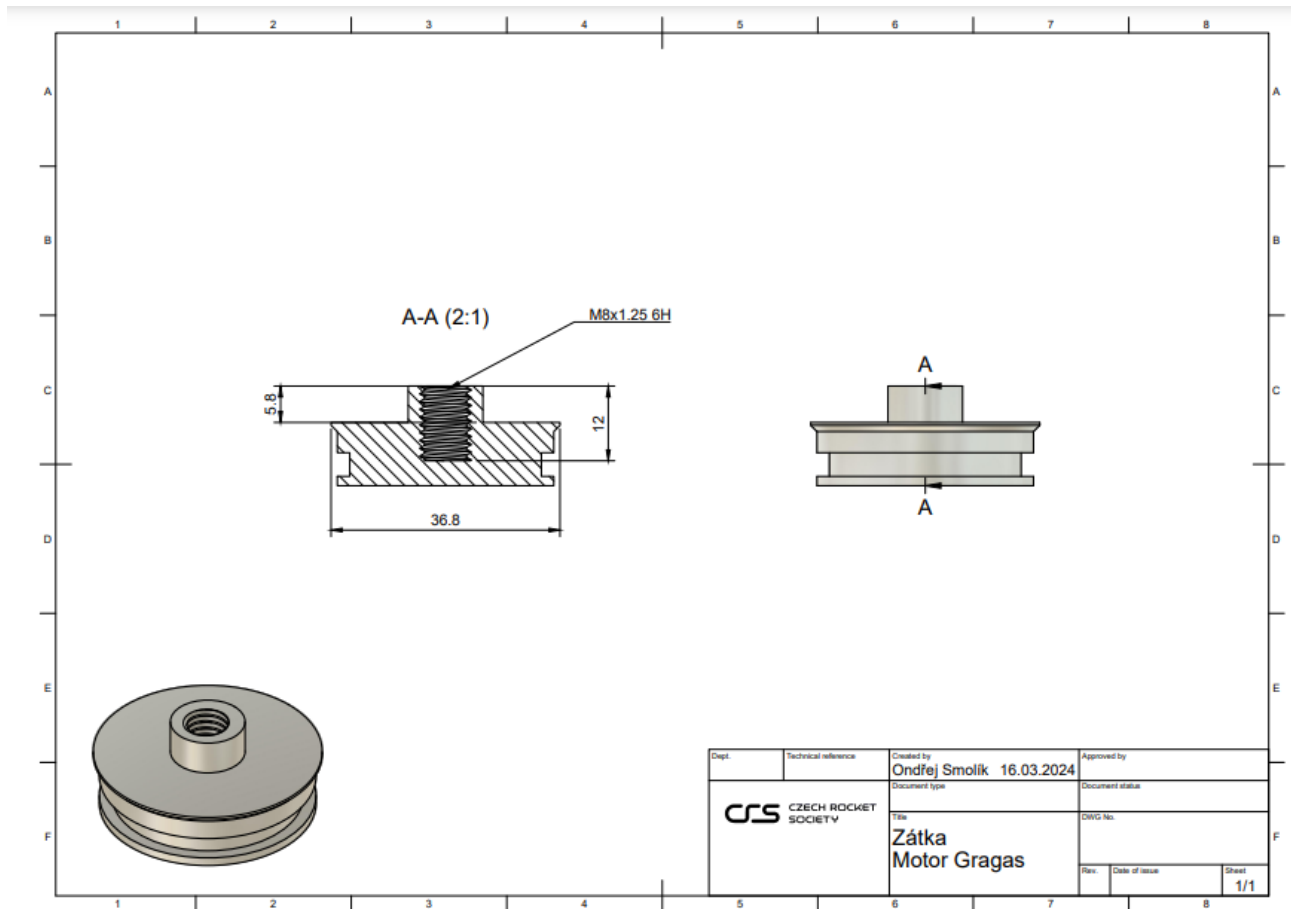
Obrázek A.I: Výkres motoru Gragas 2024



Adresa Polní 358  
530 03 Pardubice  
Telefon +420 774 346 845  
Email crc@czechrockets.com  
Web czechrocketchallenge.cz

**CRS** CZECH ROCKET SOCIETY

Níže na obrázku A.2 je výkres zátky.



Obrázek A.2: Technický výkres zátky motoru Gragas 2024

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



Adresa Polní 358  
530 03 Pardubice  
Telefon +420 774 346 845  
Email crc@czechrockets.com  
Web czechrocketchallenge.cz

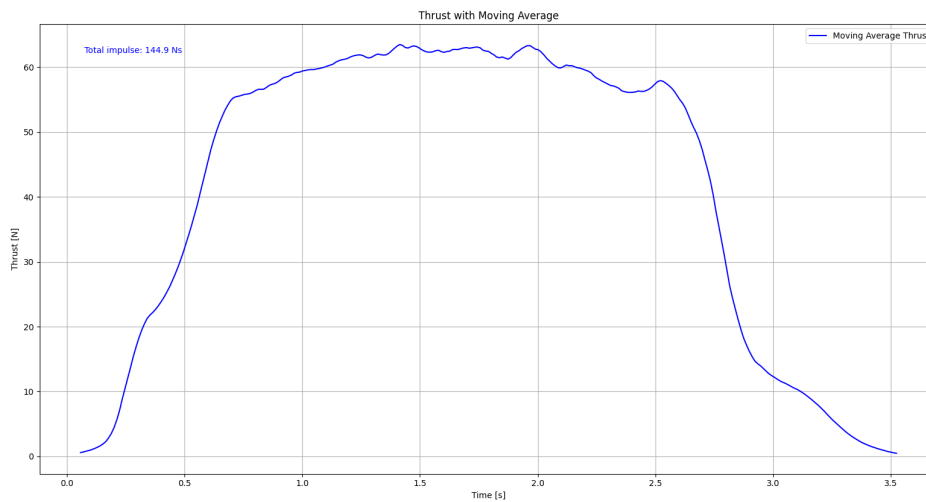
**CRC** CZECH ROCKET SOCIETY

## Vlastnosti motoru

Tabulka A.2: Předběžné výkonnostní parametry motoru Gragas 2024

Výkonnostní parametr motoru Gragas	Hodnota
Celkový impuls	145 [N.s]
Doba hoření	3.5 [s]
Nejvyšší tah	65 [N]
Hmotnost paliva	166 [g]
Hmotnost prázdného motoru	209 [g]

Přibližná očekávaná křivka tahu motoru Gragas je na **obrázku A.3** níže.



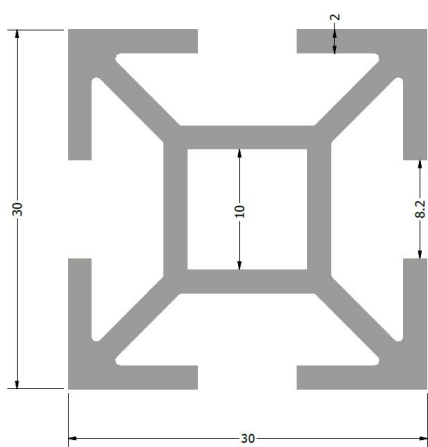
Obrázek A.3: Tahová křivka motoru Gragas

*Pořadatel si vyhrazuje právo na změnu parametrů motoru.*

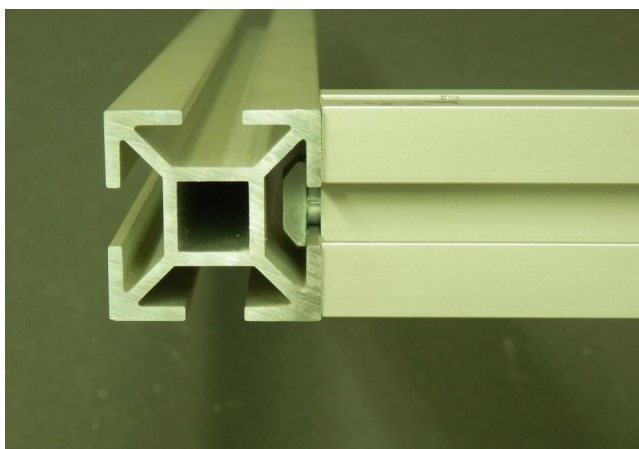
## B Odpalovací rampa

Délka vedení odpalovací rampy jsou 2,5 metry.

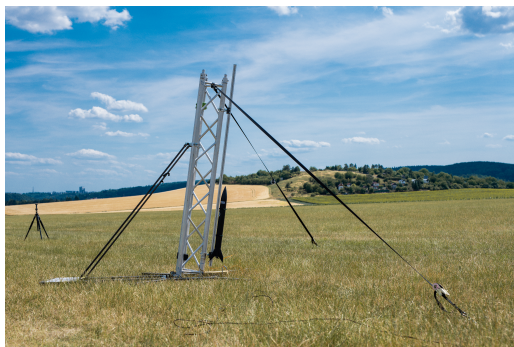
Profil vedení odpalovací rampy je "Alutec", konkrétně *system Kombi 30x30*, jak je vidět na **obrázku B.1a** níže. Fotografie profilu je vidět na **obrázku B.1b** níže. Na konci profilu je 3D tištěná zarážka, která drží raketu v profilu. Uchycení profilů je navrženo k eliminaci možných dotyků s raketou. Fotku rampy s vloženou raketou můžete vidět na **obrázku B.1c**.



(a) Profil odpalovací rampy



(b) Fotografie "Alutec" profilu



(c) Fotografie rampy s raketou

Obrázky jsou převzaty ze stránek výrobce Alupa s.r.o., [zde](#) a [zde](#).

<https://www.ehlinik.cz/al-profil-kombi-stojka-30x30/pro-CBU0000101.html>

<https://www.alupa.cz/hlinik/system-kombi-30x30/kat-JX74000101.html>

Raketa musí být vedena drážkou. Není doporučeno vyrábět přesný tvar kopírující tvar drážky profilu, jinak hrozí zaseknutí členů do profilu během startu či se členy vůbec do drážky nemusejí vejít.

Pořadatel si vyhrazuje právo na změnu parametrů odpalovací rampy.

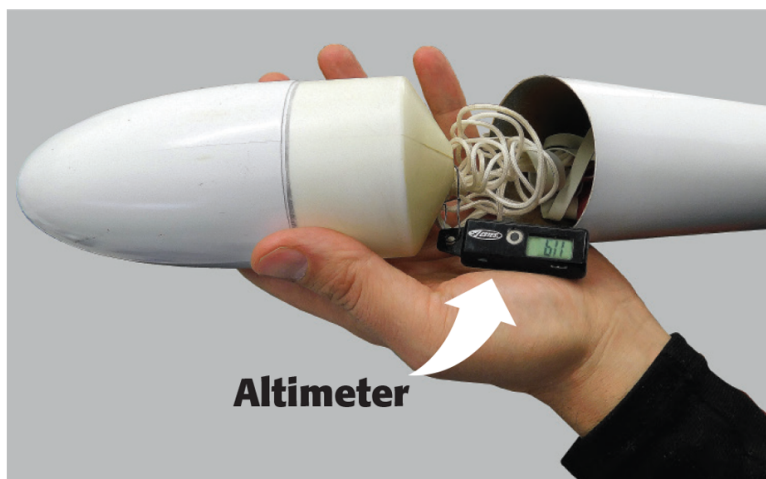


Adresa Polní 358  
530 03 Pardubice  
Telefon +420 774 346 845  
Email crc@czechrockets.com  
Web czechrocketchallenge.cz

**CRS** CZECH ROCKET SOCIETY

## C Výškoměr

Ilustrační foto výškoměru je na **obrázku C.1** níže.



Obrázek C.1: Technické detaily výškoměru

Přesné technické parametry jsou dostupné na **stránkách** výrobce ESTES Industries.

<https://estesrockets.com/wp-content/uploads/Instructions/OO2246.pdf>

[https://estesrockets.com/products/altimeter?\\_pos=1\\_sid=006fbc24a\\_ss=r](https://estesrockets.com/products/altimeter?_pos=1_sid=006fbc24a_ss=r)

Výškoměr má rozměr 55x18x16 mm. Na jedné straně je opatřen očkem. Nachází se na něm zapínací polohový vypínač, který po sepnutí zapne měření výškoměru. Malé tlačítko slouží k přepínání výšky ze stop na metry. Výškoměr funguje na bázi snímání barometrického tlaku, tudíž potřebuje, aby kolem něj mohl volně proudit vzduch. Výškoměr vydrží hodinu v zapnutém stavu a poté se automaticky vypne. Dále je vhodné, když je na výškoměr po přistání rakety snadno dostupný, aniž by se musela raketa složitě rozdělovat. Dále je vhodné výškoměr přivázat k pevné části rakety, aby při případném rozbití rakety nárazem nedošlo k ztrátě výškoměru. Pozorně si přečtete příložené instrukce na daném odkazu.

*Pořadatel si vyhrazuje právo na změnu typu výškoměru.*



Adresa Polní 358  
530 03 Pardubice  
Telefon +420 774 346 845  
Email crc@czechrockets.com  
Web czechrocketchallenge.cz

**CRC** CZECH ROCKET  
SOCIETY

## D Aktivní řízení letu

### Definice

Systémy aktivního řízení letu jsou definovány jako ovládané systémy, jejichž primárním účelem je ovlivnit směřování a stabilitu rakety před dosažením apogea. Mezi hlavní kategorie patří řízená křídélka, momentová kola (reaction wheels) a další.

### Požadavky

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

1. Systémy aktivního řízení letu jsou povoleny pouze v kategorii *pokročilí*.
2. Systémy aktivního řízení letu mohou být využity pouze pro směřování rakety co nejbližší k vertikále. Je zakázáno cíleně mířit na balistickou dráhu. To je z důvodu bezpečnosti soutěžících i diváků.
3. Raketa s vypnutým systémem v neutrální poloze musí stále splňovat podmínky stability. To se týká obzvláště říditelných křidélek.
4. Aktivní prvky mohou být aktivovány až po vyhoření motoru. Toho může být dosaženo jak detekcí dohoření, tak i časovačem od okamžiku odpalu.
5. Aktivní prvky musí být mechanicky zajistitelné v neutrální pozici, pro případ nedostání povolení pro aktivní let. Možná alternativa je odmontování systému.
6. Aktivní systémy řízení musí být podrobně popsány ve finálním reportu, včetně principu řízení, plánované kontrolní autority a trajektorie letu. Pořadatelé mají právo požadovat doplňující informace a uvalit dodatečná omezení.
7. Maximální povolený odklon od vertikály je  $30^\circ$ . Maximální povolená rychlost rotace okolo podélné osy je  $360^\circ/\text{s}$ . V případě dosažení jedné z těchto hodnot musí být systém aktivního řízení letu automaticky uveden do neutrální polohy a vypnut až do konce letu. Je tomu tak z důvodu, aby řídicí systém nezačal oscilovat okolo hodnoty vypnutí.

### Standardizované testy

Rakety využívající aktivní systémy řízení budou podrobeny dodatečnému standardizovanému testu. Podrobnosti budou k nalezení v Příručce standardizovaných testů.



Adresa Polní 358  
530 03 Pardubice  
Telefon +420 774 346 845  
Email crc@czechrockets.com  
Web czechrocketchallenge.cz

**CRC** CZECH ROCKET  
SOCIETY

## E Ejection charge

### Definice

Ejection charge, nebo také výmetná nálož či palník, 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 *finálním reportu*.
3. Ejection charge je nutné převážet vyzkratovaný.
4. Při práci s ejection charge musí mít všichni přítomní nasazené ochranné brýle, či štít. 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 předběžnému 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.
9. Padáky a další náchylné systémy musí být ochráněny proti horkým spalinám z aktivace echarge.
10. Ejection charge musí být podrobně popsána ve finálním 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.



Adresa Polní 358  
530 03 Pardubice  
Telefon +420 774 346 845  
Email crc@czechrockets.com  
Web czechrocketchallenge.cz

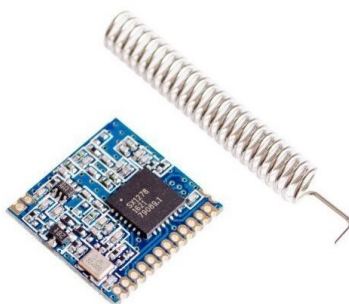
**CRS** CZECH ROCKET SOCIETY

## F Groundstation

Základním problémem groundstation v kontextu soutěže, jako je CRC, je riziko vzájemného rušení týmů. Standartně používané moduly mají jen omezené množství používaných frekvencí a navzájem se mohou rušit. Zároveň naráz startují až 3 týmy, přičemž při velkém zájmu o tuto challenge se může stát, že naráz poběží až 3 různé groundstation.

Rozhodli jsme se proto zavést základní komunikační modul, a to konkrétně **IOT 433MHz LoRa LPWAN SX1278**, dostupný například [zde](#). K tomuto modulu bude v rámci workshopů týmům představen program pro adresování s tímto modulem a bude poskytnuta podpora členů CRS při jeho implementaci. Týmy mohou použít vlastní moduly, ale v tom případě musí splnit následující podmínky:

1. Je zakázané použití frekvence 2,4 GHz a rozsahu frekvencí 136 -174 Mhz, které jsou vyhrazeny pro využití organizátory.
2. Veškeré vlastní moduly budou muset být kompatibilní s námi stanoveným adresováním dat. A to nejen na frekvenci 433 MHz, ale i ostatních. Je tomu tak z důvodu, aby se minimalizovala šance vzájemného rušení i na ostatních frekvencích.



Obrázek F.1: IOT 433MHz LoRa LPWAN SX1278

### Standardizované testy

Vzhledem k tomu, že funkce groundstation není kritická pro bezpečný let rakety, nevyžadujeme žádné standardizované testy. Silně ale týmům doporučujeme předem otestovat maximální délku přenosu. Pamatujte, že týmová zóna je přibližně 400 metrů od startovacích ramp.