

Czech Rocket Challenge 2025 - Příručka soutěže



CRC organizační tým

7. října 2024



CZECH ROCKET
SOCIETY



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



CZECH ROCKET
SOCIETY

Obsah

1 Úvod	2
1.1 Cíl	2
1.2 Přehled soutěže	2
2 Časový harmonogram projektu	3
2.1 Registrace	3
2.2 Design	3
2.3 Odpalovací den	4
3 Pravidla a požadavky soutěže	5
4 Bodování	7
5 Standardizované testy	11
5.1 Test pevnosti stabilizátorů	11
5.2 Test pevnosti vodících členů	11
5.3 Test funkčnosti vypuštění záchranného systému	11
5.4 Test pádu záchranného zařízení	11
5.5 Test pevnosti uchycení motoru a záchranného zařízení	11
5.6 Test vypnutí aktivního řízení	11
6 Základní části a funkce rakety	12
7 Cesta týmu na finálovém dni	14
8 Dodatečné informace	15
8.1 Co bude poskytnuto	15
8.2 Kontaktní informace	15
Přílohy	i
Příloha A Motor Gragas	i
Příloha B Odpalovací rampa	iv
Příloha C Výškoměr	v
Příloha D Aktivní řízení letu	vi
Příloha E Ejection charge	vii
Příloha F Groundstation	viii



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



CZECH ROCKET
SOCIETY

Tabulka 1: Changelog

Verze	Datum	Změny
V1.0	7. 10. 2024	První verze



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



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 jejimi povinnostmi.

1.1 Cíl

Cílem Czech Rocket Challenge je spojit zájemce – zejména studenty – o rakety a kosmonautiku v České republice a poskytnout jím 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 hlavních kategorií:

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

Kromě hlavních kategorií týmy mohou vyhrát jednu z následujících kategorií:

- Nejlepší report
- Speciální cena poroty
- 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 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 *nováčci*. Pokračující týmy z minulých ročníků, které odevzdaly finálové reporty, budou zařazeny do kategorie *pokročilí*. Pokud je tým namixovaný a je v něm 2 a více studentů, kteří v alespoň jednom z minulých ročníků odevzdali finálový report, automaticky spadá do kategorie *pokročilí*.

Motor bude poskytnut organizátory soutěže. Jeho tahové charakteristiky, impuls a další potřebná data jsou v **Dodatek A**. Každá raketa musí použít – a tudíž mít prostor pro – kalibrovaný standardizovaný 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
Telefon 530 03 Pardubice
Email +420 774 346 845
Web crc@czechrockets.com
 czechrocketchallenge.cz

CRC CZECH ROCKET SOCIETY

2 Časový harmonogram projektu

2.1 Registrace

Registrace týmů probíhá do 23. února 2025 na stránkách czeroc.cz.

Součástí je i zaplacení registračního poplatku ve výši 300 Kč na účet: 42637800/2010 do 1. března 2025.

Variabilní symbol: 20250301. 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. Pro plynulejší začátek je naplánováno **několik workshopů v průběhu března a dubna a několik workshopů vyhrazených na vaše dotazy**. Workshopy budou pravděpodobně trvat 1-2 hodiny v jeden den z dale 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 jejich návrhem nebo jak si rozdělit role v týmu. Workshopy budou nahrávané.

Na **prvním workshopu (1.-2. března)** si představíme soutěž, vysvětlíme pravidla, projdeme příručku, zkušenosti z minulého roku a představíme si harmonogram soutěže. Na **druhém workshopu (8.-9. března)** si vyzkoušíte raketový simulátor OpenRocket a naučíme vás s ním pracovat. Na **třetím workshopu (15.-16. března)** si vysvětlíme, jak správně a bezpečně navrhnout avioniku. **Čtvrtý workshop (22.-23. března)** bude zaměřen na recovery systém. Během **pátého workshopu (29.-30. března)** vám své zážitky, úspěchy i překážky popíší soutěžící z minulých ročníků. Na **šestém workshopu (12.-13. dubna)** vám vysvětlíme standardizované testy, jejichž splnění je povinné pro pozvání na finálový den.

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 **6. dubna** termín pro zaslání dosavadního postupu a návrhu rakety tzv.: *Koncepční report*. Všechny reporty musí být ve formátu PDF. Přiložené soubory jako fotky, prezentace, simulace nebo výpočty musí být součástí reportu. 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 4**) 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 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 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 zkušenosť, proto je vyžadován **Draft finálního reportu do 25. května** 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 22. června 2025 pro středoškolské týmy a 28. června 2025 pro vysokoškolské týmy. Pokud bude *report* v pořádku a raketa uznána jako letuschopná, tým může být na základě žebříčku bodování pozván na odpalovací den.



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



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 soutěžích, pořadatelů i diváku na finálovém dni jsou *koncepční 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 11. července 2025 pro cca 20 týmů, které budou pozvány na základě finálového reportu. Podle množství přihlášek se soutěž může rozšířit na dva odpalovací dny – čtvrtok 10. a pátek 11. července nebo pátek 11. a sobota 12. července. O podobě odpalovacího dne budou všichni přihlášení soutěžící informováni po skončení registrace (23. února 2025). Termín odpalovacího dne se podle počasí může změnit.

Tabulka 2.1: Harmonogram soutěže Czech Rocket Challenge 2025

Harmonogram soutěže	
Registrace	do 23. února
Workshop 1	1.-2. března
Workshop 2	8.-9. března
Workshop 3	15.-16. března
Workshop 4	22.-23. března
Workshop 5	29.-30. března
Koncepční report	do 6. dubna
Workshop 6	12.-13. dubna
Draft finálového reportu	do 25. května
Osobní setkání se soutěžícími	během června
Finální report pro středoškolské týmy	do 22. června
Finální report pro vysokoškolské týmy	do 28. června
Odpalovací den	11. července



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



CZECH ROCKET
SOCIETY

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 600 m. Při překročení výšky má tým automaticky O bodů za letovou část.

Motor

Motor bude stejný pro všechny týmy a bude dodán pořadatelem soutěže za zálohu 1000Kč v den startu. Motor musí být vrácen pořadateli. Záloha je vratná při vrácení motoru v řádném stavu v den startu. Specifikace najeznete v **Dodatku A**.

Velikost rakety

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

Materiály

Raketa nesmí využívat toxicke 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). Stabilita je zajišťována pomocí programu OpenRocket. Stabilita při opouštění rampy je dána parametry: Úhel naklonění rampy = 1°; délka odpalovací rampy = 250 cm; rychlosť větru 5 m/s.

Záchranný systém

Pro kategorii *nováčků* jsou povoleny pouze padák nebo stuha jako záchranný systém. Padák či stuha musí mít červenou nebo oranžovou barvu pro lepší sledování rakety. 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

Všechny týmy, bez ohledu na kategorii, musí z důvodu bezpečnosti mít i sekundární systém pro spuštění záchranného systému, např. v podobě jednoduchého časovače (timeru). Spuštění záchranného systému, zejména pak padáku nebo stuhy, musí proběhnout při rychlosti menší než 15 m/s. U alternativních způsobu se rychlosť pádu může měnit.



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



CZECH ROCKET
SOCIETY

Rychlosť sestupu

Rakety musí sestupovať rýchlosťí 5–9 m/s. Satelit (payload) vypuštěný z rakety, mimo části odpadající bezprostředně po opuštění rampy, musí sestupovať rýchlosťí v rozmezí 10–15 m/s, je-li hmotnost satelitu nižší než 150g. Pro satelity těžší než 150g musí být rýchlosť sestupu v rozmezí 6–9 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**.

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 rádném stavu. Další měřící přístroje a senzory jsou vítány.

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 umístnění na rampu. Ve finálovém reportu bude vyžadováno procedur minimálně o 30 krocích.

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, at' už z důvodu ostatních startujících týmů, opravy odpalovacího zařízení nebo čekání na povolení ke startu od řídící věže letiště.

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

Pořadatel si vyhrazuje právo na změnu pravidel.



4 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 **teoretická část** a **letová část**. Maximální dosažitelná hranice je 1000 bodů. *Report* se týká zejména podkategorií Design, inovace & nákladu; 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 představeny v předstihu finálového reportu.

Tabulka 4.1: Metodika hodnocení

Kritérium	Nováčci	Pokročilí
Teoretická část		
Design, inovace & náklad	300	250
Analýza, simulace & report	150	150
PR Challenge	50	50
Letová část		
Přesnost predikované výšky	200	200
Nejvyšší dosažená výška a Challenge	300	350
Celkem	1000	1000

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, 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 450 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 jakékoli formě – od zajímavého návrhu, který vyřeší nějaký složitý problém, po aplikaci nové technologie. Jakákoli sekce rakety může být inovována. *Inovace, design & náklad* je nejvíce ohodnocená kategorie s maximálním počtem příslušných 300 / 250 bodů v pořadí *nováčci* / *pokročili*, 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 5**. Mohou si také pomocí 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 "prodát" dobře vaši práci. Soutěžícím budou předloženy ukázkové reporty a list položek, které se musí v reportu objevit. Maximum 150 bodů je uděleno za tuto sekci, rovnoměrně rozložených mezi analýzu, simulaci a report.



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



CZECH ROCKET
SOCIETY

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 jsme se letos rozhodli přidat PR Challenge, která bude probíhat během soutěže. Týmy mají za úkol na Instagramu sdílet příběhy (stories) v průběhu soutěže a tagovat @czechrocketchallenge. Tyto "storíčka" boudou pak organizátory přesdílena a hodnocena. Obě kategorie mohou získat až 50 bodů.

Letová část

Druhá oblast, za kterou týmy dostanou hodnocení, je provedení letu v den odpalu. Za tuto část je možné získat následně až příslušných 500 / 550 bodů a je rozdělena do 2 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 apogenum 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:

$$\text{Body} = 200 \times \frac{\left(-(\text{Predikce})^2 + 2 \times \text{Predikce} \times \text{Realita} \right)^3}{\left(-(\text{Realita})^2 + 2 \times \text{Realita} \times \text{Realita} \right)^3} \quad (4.1)$$

Za nepřesnou predikci výšky nebudou udělovány záporné body.

Nejvyšší apogem a challenge

Dosažení nejvyššího apogea je jedním z nejlákavějších cílů všech začínajících raketových inženýrů. Přesto rakety nelétají vždy proto, aby doletely 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. Zároveň ale dosaženou výšku chceme spravedlivě odměnit. Všechny týmy, které překonají 500 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 4.2: Metodika bodování nejvyššího apogea

Body uděleny		Nejvyšší apogem
100	150	Apogem 500m +
80	120	Druhé nejvyšší dosažené apogem pod 500m
-	-	Zbylé týmy si proporcionalně rozdělí body od 0 do 80 (120) bodů
0	0	Nejnižší dosažené apogem
diskvalifikace		Neúspěšný let

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



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



CZECH ROCKET
SOCIETY

Challenge pro nováčky

Cílem je vynést klasické slepičí vajíčko a dopravit ho zpátky na zem, aniž by se rozbito. 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 ad hoc na místě.

Challenge pro pokročilé

Letošní Challenge pro pokročilé bude zveřejněna v prosinci před začátkem registrace.

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.

Záchranný systém budou uděleny body v rámci kategorie Design, inovace & náklad. V kategorii *nováčků* je povoleno pouze využití padáku nebo stuhy jako záchranného systému. V kategorii *pokročilých* je povoleno použít 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 je let neúspěšný a týmu bude diskvalifikován.

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

V případě nalezení na trupu rakety kategorie nováčků oblasti s nižším průměrem než je 60 mm, (vyjímaje koncové části trupu, kde jsou uchyceny finy a přídové špice), je tým penalizován odečtením 200 bodů nebo v případě rozsáhlého úseku z menším průměrem diskvalifikován.

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 7**.

V případě příliš dlouhé prodlevy během přípravy na start v okolí rampy (více než 10 minut) je možné týmu odecít až 100 bodů podle posouzení operátorů rampy a rozhodčích. Více o podobě finálového dne v **kapitole 7**.

V případě pozdě dodaného *finálního reportu* je možný odečet bodů 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, tým bude diskvalifikován.

Při překonání omezení výšky je týmu udělena penalizace v podobě nezapočítání bodů za maximální výšku.

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. Jakékoli nepřijatelné chování v kterémkoli okamžiku během projektu, které bude považováno za nebezpečné a/nebo



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



CZECH ROCKET
SOCIETY

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



CZECH ROCKET
SOCIETY

5 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 se této šablony musí povinně držet. Testy je povinné odevzdat jako jeden pdf soubor společně s finálním reportem. Níže je uvedený obecný přehled testů. Samostatná *Příručka standardizovaných testů* 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 vodících členů

Během startu rakety může v krajních případech dojít k zaseknutí ve startovací kolejí. Cílem testu je ověřit, že se vodící členy neutrhnu 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. Pro systémy využívající ejection charge bude test rozšířen o test funkčnosti RBFP.

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 vypnutí aktivního řízení

Týmy, které používají systém aktivního řízení musí prokázat, že dokážou v případě přesážení náklonu rakety 30° tento systém vrátit do neutrální pozice a vypnout.



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



CZECH ROCKET
SOCIETY

6 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 sily 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 je pro tento účel zakázán. V případě řízených stabilizátorů platí pro tým pravidla v **Dodatku D**.

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. Materiál musí zajistit dostatečnou tuhost a bezpečnost, aby se raketa nezlamila. V případě použití kartonových trubek nezapomínejte, 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. 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 zanese 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
Telefon
Email
Web

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



CZECH ROCKET
SOCIETY

Záchranný systém

Raketa musí mít funkční záchranný systém jako je padák, „streamer“ neboli stuha, sama fungovat jako vírnik, či jakkoliv jinak zajistit bezpečnost pomalého návratu na zem. Padák či stuha musí mít červenou nebo oranžovou barvu, aby se raketa dala snáze sledovat a najít. 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 kreativitě soutěžících. V případě selhání záchranného systému je tým diskvalifikován. Všechny části rakety mimo payload musí být mezi sebou spojeny a padat na záchranném zařízení jako celek.

Odpalovací rampa

Odpalovací rampa bude připravena pořadatelem. Technické detaily jsou poskytnuty v **Dodatek 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 mely volně pohybovat, aby nedošlo k jejich vzpřímení během startu. Raketa musí mít minimálně dva vodící členy rozmístěné po délce trupu. Technické detaily jsou poskytnuty v **Dodatek B**.

Procedury

Od všech týmů budou vyžadovány procedury odpalu rakety. V minimálně 30 bodech stručně popsány všechny aktivity týmu na finálovém dni od registrace až po úklid, včetně všech kroků nutných před startem rakety. Procedury jsou povinnou součástí finálového reportu.

Mějte na paměti:

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



7 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 na letišti. Všechno svoje potřebné nářadí a raketu na několik částí mají u sebe.
2. Po příjezdu se tým zaregistrouje. Zaplatí zálohu za motor a výškoměr. Výměnou za zálohu dostane výškoměr. Nabité motor dostane až u odpalovací rampy, ale u předletové kontroly budou dostupné makety motorů pro vyrovnaní těžiště, ozkoušení závitu nebo zkušební sestavení rakety.
3. Do 11:00 budou muset všechny týmy dát lísteček s názvem týmu, který obdrží při registraci na tabuli u předletové kontroly. Neučiní-li tak, tým bude penalizován. Po té budou koordinátorem z řad organizačního týmu předvoláni k předletové kontrole. Není tedy potřeba, aby týmy čekaly před stanem předletové kontroly.
4. Nejprve 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, změreno těžiště, hmotnost a základní rozměry. Poté 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 dobrozdání o letuschopnosti rakety.
5. Po technické kontrole se tým přesouvá k bodovací komisi, která je ve vedlejším stanu. Zde bude tým muset svoji raketu obhájit před bodovací 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, inovace a náklad*.
6. Jakmile je raketa zkontořovaná, 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 manipulovat, rozdělávat 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 otevřitelná), stejně tak pro zkontořování či znova zapnutí výškoměru (vydrží pouze hodinu v zapnutém stavu).
7. Tým s připravenou a vypnutou raketou čeká na pokyn od odpalovací rampy.
8. Jakmile tým dostane pokyn od koordinátora týmů, přesouvá se k rampě.
9. U rampy tým dostane nabité motor a připraví raketu na odpalovací rampu (zapne elektroniku, zkontořuje výškoměr, aj.). Tým má na přípravu 10 minut. Pokud tým výrazně překročí tento limit, bude penalizován. V ideálním případě by tým měl s raketou, co nejméně operovat, protože už bude připravená z předešlé kontroly.
10. Tým se vzdálí do bezpečné vzdálenosti a čeká se na zbylé týmy ze stejné vlny odpalů. Ty se ale mohou zdržet, protože raketu v zapnutém stavu měla vydržet nejméně 30 minut¹.
11. 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. Výškoměr i motor vrátí pořadateli.
12. Již odstartované týmy si mohou krátit čas ve fun zóně, místní restauraci nebo sledováním soupeřů.
13. Vyhlášení výsledků proběhne společně po startu všech způsobilých raket.

¹Pokud daný tým nedodrží 10 minutový limit, ani přidaný čas navíc může ho pořadatel vyloučit z vlny odpalů a přesunout do jiné



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



CZECH ROCKET
SOCIETY

8 Dodatečné informace

8.1 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 boudou moci doptat na informace, či problémy s jejich konkrétní raketou. Soutěžící se také 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.

8.2 Kontaktní informace

Všechny veřejné potřebné informace jsou na webu: www.czechrocketchallenge.cz

Zodpovědná osoba je Iuliia Kostiuk: crc@czechrockets.com



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



CZECH ROCKET
SOCIETY

A Motor Gragas

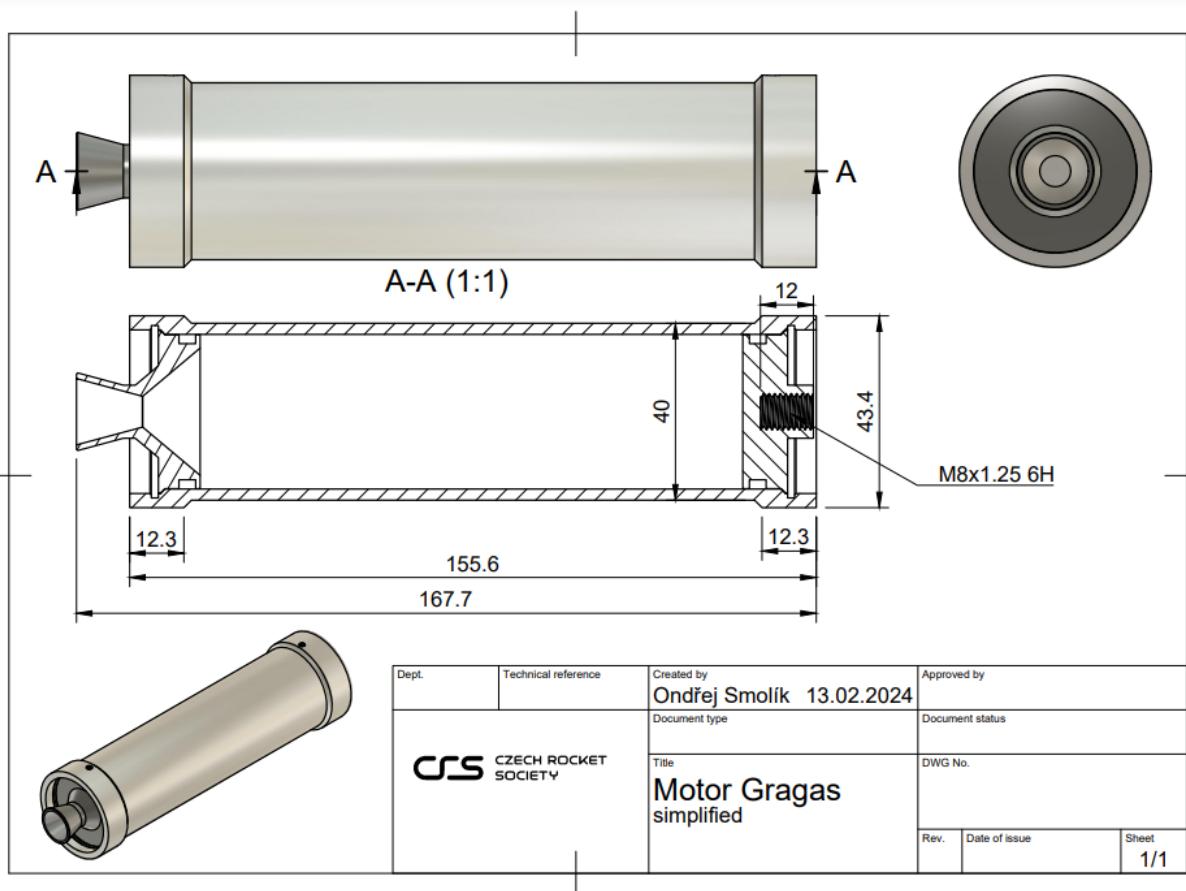
Parametry motoru

Hlavní parametry motoru Gragas. (. značí desetinné místo)

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	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.1: Výkres motoru Gragas 2024

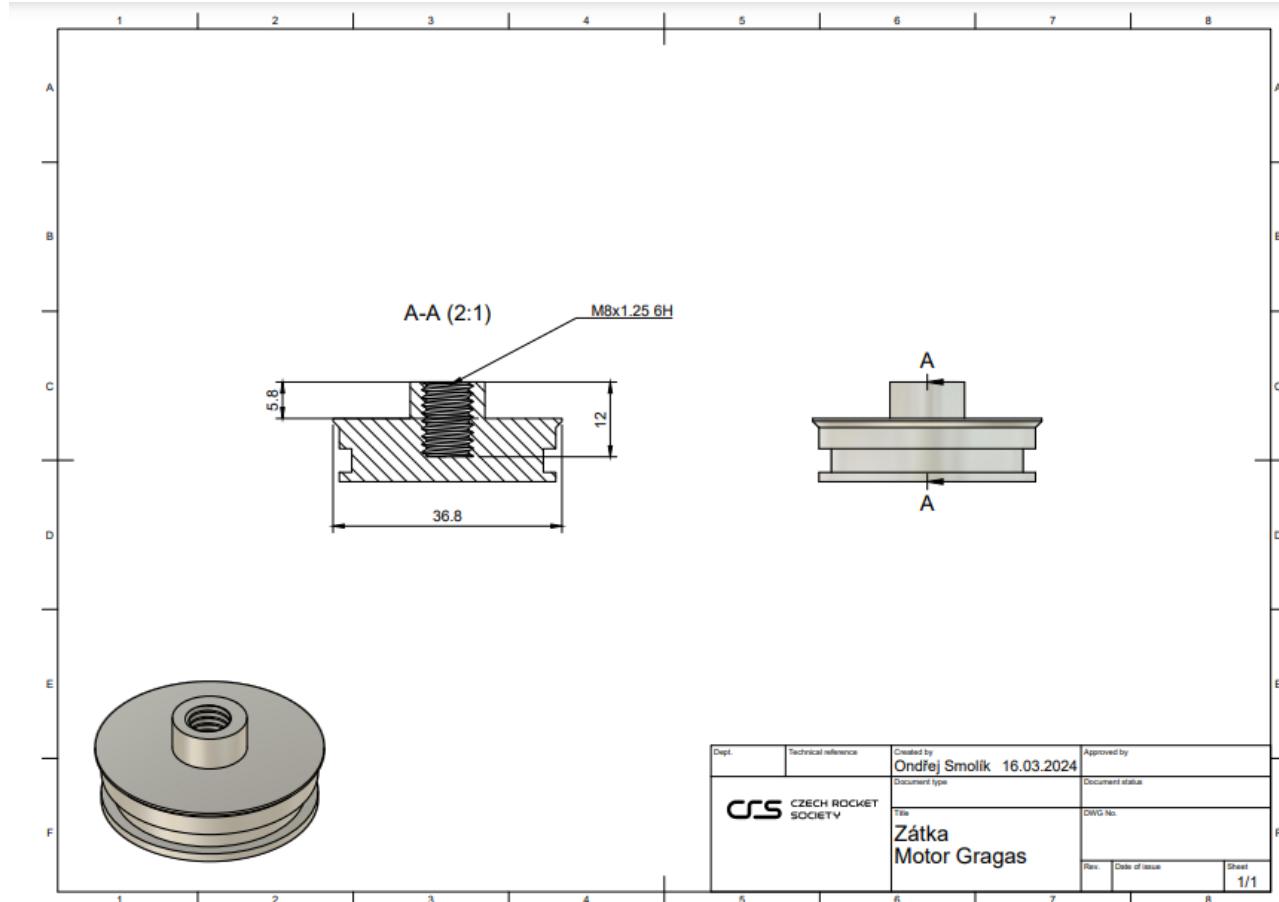


Adresa Polní 358
Telefon 530 03 Pardubice
Email +420 774 346 845
Web crc@czechrockets.com
czechrocketchallenge.cz



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



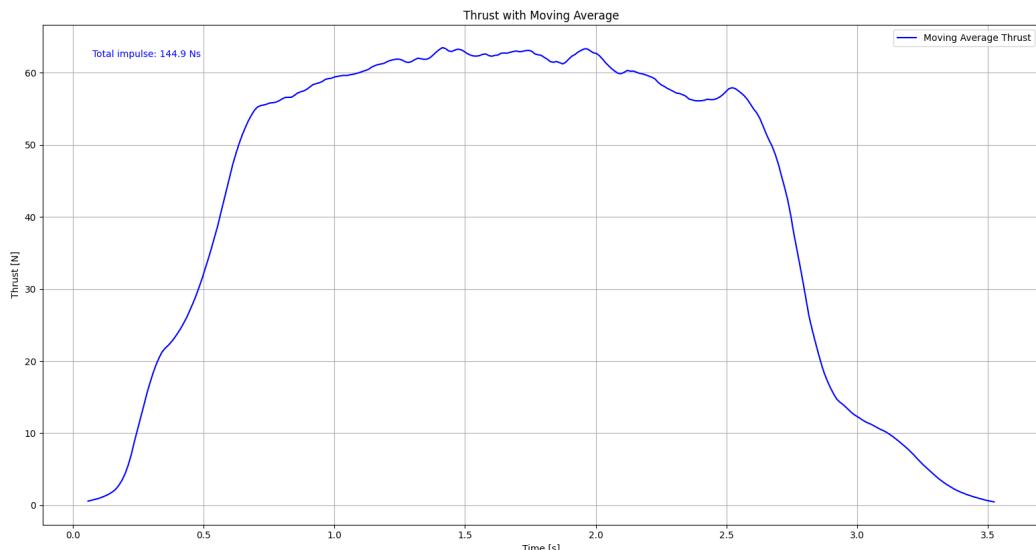
CZECH ROCKET
SOCIETY

Vlastnosti motoru

Tabulka A.2: Očekávané výkonné parametry motoru Gragas 2024

Výkonné 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.



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

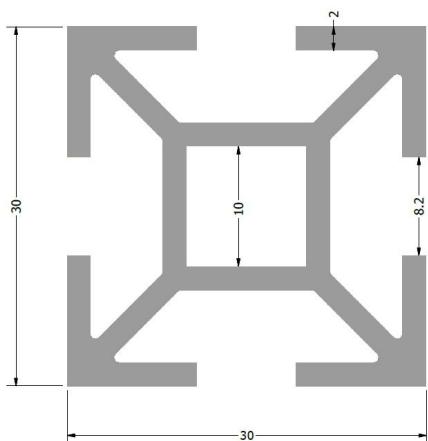


CZECH ROCKET
SOCIETY

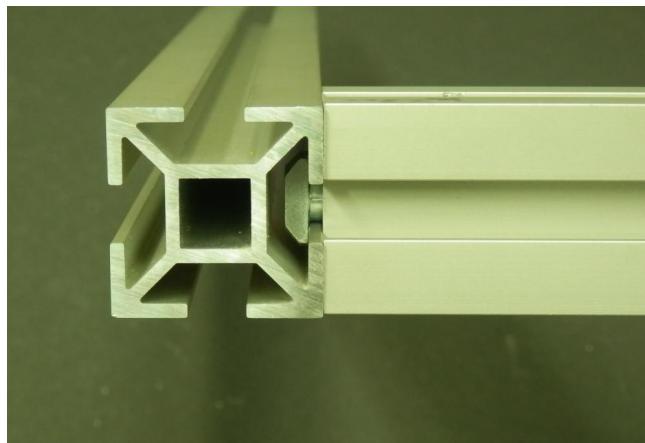
B Odpalovací rampa

Délka vedení odpalovací rampy jsou 2.5 metry.

Profil vedení odpalovací rampy je "Alutec", konkrétně systém *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 převzaté 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
Telefon 530 03 Pardubice
Email +420 774 346 845
Web crc@czechrockets.com
czechrocketchallenge.cz



CZECH ROCKET
SOCIETY

C Výškoměr

Výškoměr má maximální rozměr 62x33x25 mm. Na jedné straně o opatřen očkem. Nachází se na něm zápinka polohový vypínač, který po sepnutí zapne měření výškoměru. Výškoměr funguje na bázi snímání barometrického tlaku, tudíž potřebuje, aby kolem něj mohl volně proudit vzduch. Výškoměr vydrží hodinu v zapnutém stavu. Dále je vhodné, když je výškoměr po přistání rakety snadno dostupný, aniž by se musela raketa složitě rozdělávat. Dále je vhodné výškoměr přivázat k pevné části rakety, aby při případném rozbití rakety nárazem nedošlo k ztrátě výškoměru.

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



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



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 směrování rakety co nejbliže 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 řiditelných křídelek.
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° . Maximální povolená rychlosť 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 řídící 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
Telefon 530 03 Pardubice
Email +420 774 346 845
Web crc@czechrockets.com
 czechrocketchallenge.cz



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 přesahhnout 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 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 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 *Odjistěno* by měl být poté kontinuálně indikován světelnou signalizací.
9. Padáky a další náhylné systémy musí být ochráněny proti horkým spalinám z aktivace echarge.
10. Ejection charge musí být podrobně popsána ve finálním reportu. Musí být zdokumentováno množství prachu, konstrukce celé ejection charge, způsob zapojení s RBFP a ochrana záchranného zařízení před spalinami.

Standardizované testy

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



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



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 groundstationy.

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.