

Czech Rocket Challenge - Příručka k soutěži



Autor

CRC organizační tým

31. ledna 2023



CZECH ROCKET
SOCIETY



Adresa Polní 358
530 03 Pardubice
Telefon +420 722 213 233
Email crc@czechrockets.com
Web czechrocketchallenge.cz

CRC CZECH ROCKET
SOCIETY

Obsah

1 Úvod	1
1.1 Cíl	1
1.2 Přehled soutěže	1
2 Časový harmonogram projektu	2
2.1 Registrace	2
2.2 Design	2
2.3 Odpalovací den	3
3 Organizace týmu	4
3.1 Týmová struktura	4
3.2 Týmová aktivita	4
4 Pravidla a požadavky soutěže	5
5 Bodování	7
6 Standardizované testy	10
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
7 Základní části a funkce rakety	11
8 Cesta týmu na finálovém dni	13
9 Dodatečné informace	14
9.1 Co bude poskytnuto	14
9.2 Kontaktní informace	14
Appendices	i
Příloha A Motor Prometheus	i
Příloha B Odpalovací rampa	iv
Příloha C Výškoměr	v



Adresa Polní 358
530 03 Pardubice
Telefon +420 722 213 233
Email crc@czechrockets.com
Web czechrocketchallenge.cz

CRS CZECH ROCKET
SOCIETY

1 Úvod

Czech Rocket Challenge (CRC) je raketová soutěž, která spojuje studenty, profesionály a firmy, zajímající se o rozvoj kosmonautiky v České republice a 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 úplně novém inženýrském projektu a dát mu mnoho nových zkušeností od počátečních návrhů, až po testování rakety.

1.2 Přehled soutěže

Soutěž je rozdělená do 4 kategorií.

- Středoškoláci - nováčci
- Středoškoláci - zkušení
- Vysokoškoláci - nováčci
- Vysokoškoláci - zkušení

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

Rozdělení na *nováčky* a *zkušené* je novinkou tohoto roku. Kategorie se liší např.: v pravidlech, bodování nebo výzvě (challenge). Více podrobností naleznete v následujících kapitolách. Každý nový tým, tedy studenti, kteří na CRC dosud nestartovali, budou zařazeni do kategorie *nováčků*. Pokračující týmy z minulých ročníků budou zařazeni do kategorie *zkušených*. Pokud je tým namixovaný a je v něm 2 a více studentů, kteří se zúčastnili minulých ročníků a odpálili svoji raketu, tým spadá automaticky do kategorie *zkušených*.

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

Navrhnout a postavit experimentální podzvukovou raketu pro splnění předepsané výzvy a která bude soutěžit proti dalším týmům v Czech Rocket Challenge.

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 jejich 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 plnou podporu od členů Czech Rocket Society (CRS) na které se budou moci obrátit v případě nesnází nebo hledání rady, což by mělo pokrýt i několik workshopů, které proběhnou během jara tohoto roku.

Rakety jednotlivých týmů se budou hodnotit 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 +420 722 213 233
Email crc@czechrockets.com
Web czechrocketchallenge.cz

CRC CZECH ROCKET SOCIETY

2 Časový harmonogram projektu

2.1 Registrace

Registrace týmů probíhá do 28. února 2023 na stránkách czechrocketchallenge.cz. Součástí je zaplacení i registračního poplatku ve výši 300 Kč na účet: 42637800/2010 splatného do 7. března. Variabilní symbol: 120461. Zpráva pro příjemce: Czech Rocket Challenge [jméno týmu].

2.2 Design

Během března, dubna, května a června budou mít týmy čas navrhnout, otestovat a postavit 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**. 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 jejich návrhem nebo jak si rozdělit role v týmu. Workshopy budou nahrávané.

Na **prvním workshopu (11.-12. března)** si představíme soutěž, vysvětlíme pravidla, projdeme příručku, zkušenosti z minulého roku a představíme si harmonogram soutěže. Na **druhém workshopu (18.-19. března)** si vyzkoušíte raketový simulátor OpenRocket a naučíme Vás s ním pracovat. Tento software je opravdu klíčový. Na **třetím workshopu (1.-2. dubna)** Vám své zážitky, úspěchy i překážky popíší soutěžící z minulých ročníků. Během **čtvrtého workshopu (8.-9. 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.: *Konceptní report*. Všechny reporty budou očekávány ve formátu PDF + přiložené soubory jako jsou fotky, videa, prezentace, simulace nebo výpočty. Konceptní report se nebude započítávat do závěrečného hodnocení, ale je vyžadován, aby se zajistila 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 *Finálový 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 takového *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. Tento *report* se také ještě nebude započítávat do závěrečného hodnocení. Posláním *draftu* dáváte najevo, že se opravdu chystáte zúčastnit finálového dne, pokud budete vybráni.

Termín závěrečného reportu je 30. června 2023. Pokud bude *report* v pořádku a raketa uznána jako letuschopná, tým může být pozván na odpalovací den.

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 Vaší raketu či projít *report* a případně poznámky k jeho *draftu*.



Adresa Polní 358
530 03 Pardubice
Telefon +420 722 213 233
Email crc@czechrockets.com
Web czechrocketchallenge.cz

CRC CZECH ROCKET SOCIETY

Pro bezpečnost soutěží, 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, pořadatel může v den soutěže uznat raketu jako neletuschopnou a nepustit tým na startovací rampu.

2.3 Odpalovací den

Odpalovací den je naplánován na pátek 14. července 2023 pro **cca 20 týmů**, které budou pozvány na základě *finálového reportu*. Podle množství přihlášek se soutěž může rozšířit na dva odpalovací dny – čtvrtek 13. a pátek 14. července nebo pátek 14. a sobota 15. července. O podobě odpalovacího dne budou všichni přihlášení soutěžící informováni po skončení registrace (28. 2. 2023). Termín odpalovacího dne se podle počasí může \pm o 1 týden změnit.

Tabulka 2.1: Harmonogram soutěže Czech Rocket Challenge 2023

Harmonogram soutěže	
Registrace	do 28. února
Workshop 1	11.-12. března
Workshop 2	18.-19. března
Workshop 3	1.-2. dubna
Workshop 4	8.-9. dubna
Koncepční report	do 30. dubna
Draft finálového reportu	do 11. června
Osobní setkání se soutěžícími	během června
Finální report	do 30. června
Odpalovací den	14. července (druhý - 13. nebo 15. července)



Adresa Polní 358
530 03 Pardubice
Telefon +420 722 213 233
Email crc@czechrockets.com
Web czechrocketchallenge.cz

CRS 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, který 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, tudíž jednotlivé role 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)
- Záchrana (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. Tyto role jsou pouze návrhy 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 a odpovídající kroky budou provedeny. Cílem je, aby v případě, kdy ve více týmech jsou pouze 2-3 aktivní členové, bylo možné týmy – po domluvě obou stran – sloučit, a tak mohla být alespoň jedna raketa dokončena.



Adresa Polní 358
530 03 Pardubice
Telefon +420 722 213 233
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 lze nalézt v **Dodatku A**.

Velikost rakety

V kategorii *nováčků* musí mít raketa minimálně 60 mm vnějšího průměru. Pro kategorii *zkušených* 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 *zkušených*, 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 1,3 (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 *zkušených* je bez omezení, ale jiné alternativní způsoby budou pečlivě přezkoumány. Záchranný systém musí zajistit kontrolované a nebalistické klesání rakety a všech její částí a dílů po startu.

Spuštění záchranného systému

Spuštění záchranného systému, zejména pak padáku nebo stuh, 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 věž

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



Adresa Polní 358
530 03 Pardubice
Telefon +420 722 213 233
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, aby se zachovala férovost soutěže.

Záznam nadmořské výšky

Raketa musí obsahovat minimálně 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 součástek, 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 proto, že se může stát, že připravená/zapnutá raketa bude na rampě stát delší časový úsek než se připraví okolí 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 +420 722 213 233
Email crc@czechrockets.com
Web czechrocketchallenge.cz

CRS CZECH ROCKET SOCIETY

5 Bodování

Kategorie *nováčků* a *zkušených* 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 Inovace, designu & nákladu; Analýza + simulace. **Tabulka 5.1.** poskytuje přehled metodiky hodnocení.

Bodování bude mít na starost tým 4 rozhodčích z CRS, kteří nestranně a nezávisle na sobě ohodnotí každou kategorii každého týmu a poté se jejich výsledky zprůměrují.

Tabulka 5.1: Metodika hodnocení

Skóre kritérium	Nováčci	Zkušení
Design rakety		
Design, inovace & náklad	330	250
Analýza + simulace	170	150
Provedení letu		
Přesnost predikované výšky	200	200
Nejvyšší dosažená výška	100	150
Challenge	200	250
Celkem	1000	1000

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 i ne příliš zasvěcenému člověku vysvětlit principy rakety, fungování a návrh jednotlivých částí (konstrukce, padáku, finů,....), ukázat simulace a výpočty rakety a splnění předepsaných testů. Za design rakety popsany v reportu mohou týmy získat až 500 bodů v kategorii *nováčků* a až 400 bodů v kategorii *zkušených*. Tato část je dále rozdělena do 2 menších podskupin.

Design, inovace & náklad

Inovace je to, co vyzdvihuje ostatní 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* / *zkušení*, což je zhruba třetina / čtvrtina celkového počtu.

Analýza + simulace

Analýza a simulace jsou dva 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.). Z reportu by mělo být patrné, že raketa je schopná letět stabilně a bezpečně a to například výsledkem simulací letu (OpenRocket). Maximum 170 bodů je uděleno za tuto sekci, zvláště pak 85 bodů za simulaci a 85 bodů za analýzu.



Adresa Polní 358
530 03 Pardubice
Telefon +420 722 213 233
Email crc@czechrockets.com
Web czechrocketchallenge.cz

CRC CZECH ROCKET SOCIETY

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:

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

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 "jen" maximálně 100 a 150 bodů. Body pro týmy, které se umístí na 3. 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	Nejvyšší dosažené apogeum
80	120	Druhé nejvyšší dosažené apogeum
-	-	Zbylé týmy si proporcionálně rozdělí body od 0 do 80 (120) bodů
0	0	Nejnižší dosažené apogeum
0 nebo 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

Challenge pro nováčky v tomto roce je vynést klasické slepičí vajíčko a dopravit ho zpátky na zem, aniž by se rozbilo. Vajíčka velikosti M budou poskytnuta pořadateli na místě soutěže. Jakmile bude vajíčko neporušené, tým získává plný počet 200 bodů. Při rozbití vajíčka (vytečení vajíčka ze skořápky) získává tým 0 bodů. V momentě naprasknutí vajíčka počet bodů určí tým rozhodčích ad hoc na místě.

Challenge pro zkušené spočívá ve vypuštění umělého tělesa tzv. družice během letu a jeho bezpečného návratu zpátky na zem. Družice musí mít vlastní padákový systém. Specifikace tělesa nejsou nijak omezená, až na to, že v/na sobě musí mít zařízení pro jeho snazší nalezení jako je třeba zvukový signalizátor, světélko, GPS nebo Bluetooth, aj. Za návrh, design, zpracování a funkčnost družice je možné získat až 200 bodů. Pád družice bude ohodnocen až 50 body nezávisle na pádu rakety.



Adresa Polní 358
530 03 Pardubice
Telefon +420 722 213 233
Email crc@czechrockets.com
Web czechrocketchallenge.cz

CRS CZECH ROCKET SOCIETY

Technologie záchranného systému

V kosmonautice je záchranný systém mnohdy stejně důležitý jako ten pohonný. V Czech Rocket Challenge je záchranný systém ten 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. Z těchto důvodů a zkušeností z minulých let jsme se rozhodli pro přísnější omezení záchranných systémů.

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

Body ale již nebudou uděleny zvláště během letu jako tomu bylo například minulý rok. 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 příliš dlouhé prodlevy během přípravy na start v okolí rampy 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 finálového 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. Využívají se 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 +420 722 213 233
Email crc@czechrockets.com
Web czechrocketchallenge.cz

CRS CZECH ROCKET SOCIETY

6 Standardizované testy

V rámci závěrečného 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.

Standardizovanými testy jsou:

- Test pevnosti stabilizátorů
- Test pevnosti vodících členů
- Test funkčnosti vypuštění záchranného systému
- Test pádu záchranného zařízení
- Test pevnosti uchycení motoru a záchranného zařízení

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 bude cílem týmu ukázat, že jím zvolený systém je schopný úspěšně a plně otevřít záchranné zařízení.

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 bude zatížit uchycení motoru a záchranného zařízení a prokázat, že nedojde k deformacím, které by ohrozily bezpečnost letu.



Adresa Polní 358
530 03 Pardubice
Telefon +420 722 213 233
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) 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 musí být před startem prokázáno jejich správné upevnění a funkčnost. V případě nesplnění před startovní prohlídky, systém musí být moci zablokovan a start může být umožněn ve statické poloze stabilizátorů.

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 (také uložení motoru apod.) tak, aby se blízké okolí motoru nepoškodilo. Dále obdobně jako v případě finů může papír navlhnout. 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 se dá využít jako volný prostor. Pro co nejlepší dolet je podstatné zvolit ideální tvar s co nejnižším 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. Další doporučený systém je použití buď zvukového, světelného, nebo jiného navigačního indikátoru pro nalezení rakety po dopadu. Může se stát (a minulých ročnících se stalo), že vítr zanese při plachtění k zemi raketu daleko od odpaliště anebo do hůře přístupných oblastí a nemusí se už nikdy najít.

Náklad

Letos je náklad pro soutěžící předepsán v rámci challenge. Syrové vajíčko pro *nováčky* a vypuštění umělé družice pro *zkušené*. 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 +420 722 213 233
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

- Raketové motory nemají nikdy 100 % shodný výkon, který je popsán v prospektech o motoru.
- Koeficient odporu, používaný ve výpočtech je taktéž proměnný v závislosti na okolních podmínkách. Každý komponent jako je hlavice, křídélka 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 +420 722 213 233
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 filozofie 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 mají potřebný čas na přípravu. Jakmile se bude blížit čas jejich odpalu¹, tým se dostaví k před-letové kontrole.
4. Během před-letové kontroly (cca 20 minut) tým pořadatelů posoudí technickou způsobilost rakety a jejich systémů, projde se společně report a standardizované testy a zkontroluje se letuschopnost rakety.
5. Jakmile je raketa zkontrolována 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 nějak 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 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 minut².
10. Odpálí se všechny rakety z jedné vlny postupně za sebou. AŽ POTÉ jsou týmy vyzváni, aby si svoji raketu našli a sebrali. 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.

Detaily celého dne budou opravdu známy až s blížícím se startem, ale při loňském ročníku několikrát vznikly časové mezery či průtahy a to jak ze strany pořadatelů, tak týmů. Proto sdílíme tuto vizi, jak si představujeme cestu týmu na odpalovacím dni a podle které budeme finále soutěže vést.

¹Přesný klíč a harmonogram odpalů bude oznámen postupujícím týmům před finálovým dnem

²Pokud 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 +420 722 213 233
Email crc@czechrockets.com
Web czechrocketchallenge.cz

CRS CZECH ROCKET
SOCIETY

9 Dodatečné informace

9.1 Co bude poskytnuto

Během návrhu rakety bude pořádáno několik workshopů, které by týmům měly pomoci si rozdělit role v týmu, začít s návrhem jednotlivých komponentů a porozumění různých aspektů rakety jako je aerodynamika, simulace letu nebo strukturální analýza.

V den odpalu na místě bude poskytnout 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

Zodpovědná osoba je Ondřej Filipi - crc@czechrockets.com