



STRATOCAN SOLUTIONS

ANNUAL REPORT



SRPEN 2020 @STRATOCAN SOLUTIONS



Úvodní slovo kapitána

ALESPOŇ JSME DOBŘE SPOLUPRACOVALI

Je tu pár věcí, kterým jsme, stejně jako mnoho dalších týmů chtěli dát naši největší pozornost. V našem případě jsme chtěli dosáhnout optimální vyváženosti mezi hardwarem a softwarem, což znamená, že z každého skillu a dovednosti, kterou jsme se naučili během příprav na finále nakonec vzešla skvělá spolupráce mezi jednotlivými členy týmu a i kdyby nám chyběl jen jeden člen, nebyli bychom tam kde jsme teď.

Bohužel náš vývoj byl dosti pozastaven pandemií a bohužel nakonec se nám náš, řekl bych velmi ambiciózní plán (ze kterého jsem byl opravdu nadšen a doufal jsem, že se nám to opravdu povede) nepovedlo dovést do 100% funkčního stavu.

Samozřejmě, je zde pár jednotlivců a společností, které stojí za našimi úspěchy a neúspěchy. Tak například, společnost METAL3D nám měla vytisknout komponenty LTRP z kovu, z čehož nakonec bohužel sešlo. Naprosto každý prototyp, který jsme kdy navrhli, byl nejprve vytisknut firmou PC servis FM, díky čemuž jsme mohli hodně prototypovat.

Samozřejmě nemůžu zapomenout na naši školu, která nám poskytla učebnu mechatroniky a našemu mentoru Jiřímu Sumbalovi, který pro nás byl velkou inspirací.

Adam Spratek,

kapitán

TÝM STRATOCAN SOLUTIONS

2020



Kapitán, 3D design, video-editing

Adam Spratek

Jakožto kapitán měl na starost team management a prioritizaci úkolů. Vytvořil několik 3D prototypů LTRP canu stejně jako zvedací mechanismus nožiček finálního návrhu LTRP.



Software & web development

Filip Sikora

Filip je hlavním programátorem našeho týmu a vytvořil algoritmus, který řídí LTRP během Ground Sequence. Také vyvíjel webové stránky spolu s pomocí Jiřího.



Landing system, vedoucí 3D tisku

Vojtěch Rampáček

Vojta zajišťoval zejména 3D tisk, jak korekce ve 3D modelu, tak samotný hladký průběh tisku komponentů LTRP. Také se podílel na vývoji padáku a parachute-detach subsequenci.



Propagace

Michael Moják

Michaelův hlavní úkol byla propagace na sociálních sítích jako Facebook a Instagram. Zajišťoval také sponzoring firem, které nám poté poskytly buď finanční či materiální dary.



Hardware

Jakub Vantuch

Kuba měl na starost celkový hardware LTRP, to znamená propojení všech senzorů s LTRP, stejně tak antény a pozemní stanice, ale také vytvářel padákový systém.



Design, web development a software

Jiří Vala

Jiří měl na starost designovou stránku týmu, podílel se také na vývoji webových stránek a algoritmu LTRP, bez něhož by sonda nefungovala, jak má.



CanSat 2020

PRIMÁRNÍ MISE

Primární mise je pro všechny týmy stejná. Cansat (dále jen "sonda" nebo "can") musí měřit základní telemetrická data (teplota, tlak, nadmořská výška) a tyto data odesílat na pozemní stanici, a to minimálně jednou za vteřinu.

Esero Czech, pořadatel soutěže CanSat, nabízí tzv. OpenCanSat Kity, které mají usnadnit celkovou proveditelnost primární mise každého CanSat týmu a hlavně zjednodušit jeho konstrukční náročnost.

Bohužel, náš tým se už minulý rok potýkal s problémy s tímto OpenCansat kitem a to jak z pohledu komunikace mezi samotnou sondou a pozemní stanicí, tak i z pohledu funkčnosti, protože senzory, které jsou součástí kitu sondy měřily nesmyslné údaje.

Už jen proto jsme se rozhodli, že místo OpenCansat kitu využijeme klasického 433 Mhz modulu, který se dá sehnat v jakémkoli Arduino shopu. Bohužel, jak už bylo řečeno, potýkali jsme se s nemalým počtem komplikací ohledně objednávek, které byly hodně opožděné, nebo naopak úplně zrušené.

Právě z toho důvodu jsme dospěli názoru, že nejlepší možnost bude opět použít OpenCansat kit, nicméně jen na komunikaci mezi sondou a pozemní stanicí. Nakonec jsme měli i pár problémů s komunikací mezi naším vlastním Arduinem Nano a OpenCansat kitem.

CanSat 2020

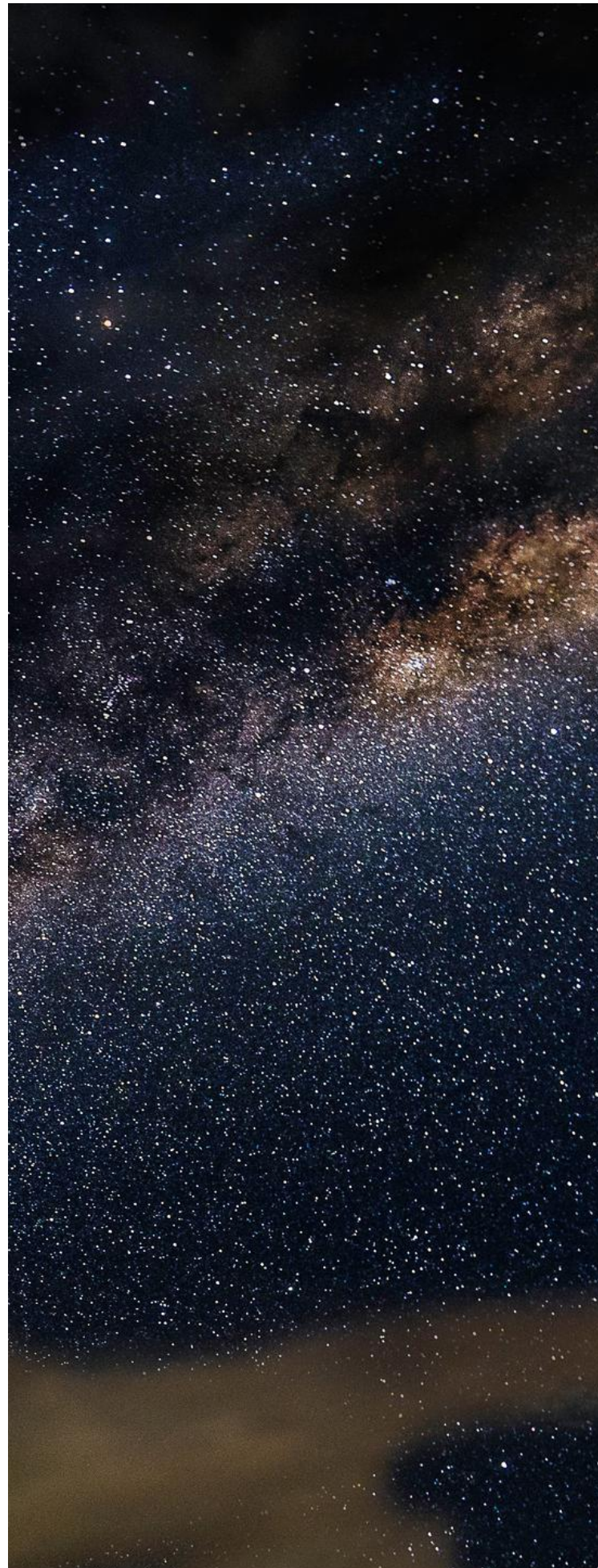
SEKUNDÁRNÍ MISE

Během našeho působení v soutěži CanSat 2020 jsme naši sekundární misi několikrát změnili, od samého začátku jsme věděli, že chceme využít nápadu kolonizování jiné planety, což teda bylo sekundární misí ostatních CanSat týmů snad od samého začátku soutěže. Nicméně pak jsme se ubrali směrem vysévání rostliny na povrchu jiné planety přičemž sonda by monitorovala, jak si daná rostlina vede. Poté jsme chtěli vytvořit sondu, která by v sobě měla vrták, jenž by nabral vzorky půdy a poté je analyzoval.

Nyní, naše sonda, kterou jsme pojmenovali LTRP (Long Term Research Probe - Dlouhodobá výzkumná sonda) je určena k, jak už její název napovídá, sbírání telemetrických a pozemních dat ze svých senzorů a z těchto dat vytvořit 'usual planet behavior' což je vlastně soubor průměrných teplot v určitých časových intervalech 'dne' dané planety, průměrný tlak a mnoho dalších proměnných, díky kterým bychom mohli alespoň přibližně předvídat následné teploty či například pomocí dat z vlhkostního čidla zda-li nebude pršet, pokud je to na dané planetě vůbec možné. Následně, všechna data LTRP posílá na pozemní stanici k následné analýze.

Celá tato operace je rozdělená na 3 části:

1. START-UP SEQUENCE
2. FALL SEQUENCE
3. GROUND SEQUENCE



START UP SEQUENCE

Start-up sequence je aktivována hned po tom, co je LTPR zapnuto. Sonda samotná si zkalibruje všechny senzory a provede test komunikace s pozemní stanicí. Pokud se během tohoto testu něco pokazí, LTRP provede reboot a provede všechny testy znovu. Pokud i tyto testy selžou, LTRP toto selhání indikuje pípáním a failure report posílá do pozemní stanice. Jinak všechny systémy fungují normálně a LTRP je schopná výzkumu.

FALL SEQUENCE

Během pádu, hlavní "pozornost" LTRP dává provádění primární mise (měření základních telemetrických dat), ale zároveň monitoruje svůj pád pomocí gyroskopu, barometru a akcelerometru. Na základě těchto proměnných můžeme říct, zda-li LTRP padá moc rychle nebo naopak moc pomalu (čím pomaleji tím lépe, ale musíme se vlézt do kritéria 6-12m/s) nebo jestli padákový systém funguje správně (rychlost pádu je příliš velká a sonda má špatný sklon pádu). Podle toho a na základě drop-testů jsme schopni určit, zda-li je LTRP schopná přežít pád nebo ne.

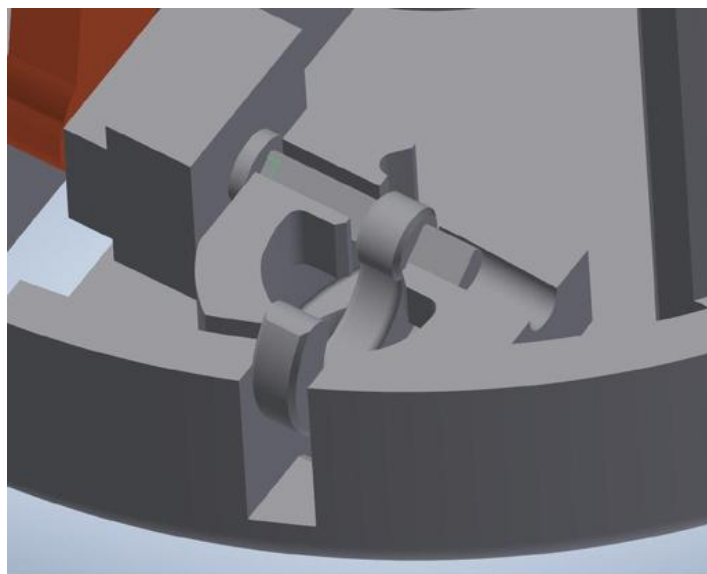
GROUND SEQUENCE

Ground sequence je aktivovaná hned po tom, co LTRP potvrdí, že je bezpečně na zemi, což provede tak, že data, které realtime získává z gyroskopu a akcelerometru, porovnává mezi sebou a pokud tyto dvě hodnoty budou konstantní pro daný časový úsek, znamená to, že je LTRP bezpečně na místě a již se dále nebude pohybovat, načež posílá potvrzení o přistání do pozemní stanice a spouští výzkumnou část Ground Sequence. Ta je opět rozdělena na 1 subsekvenci a dvě rutiny, které ale LTRP může aktivovat kdykoliv, kdy se pro ně splní podmínky.

Parachute detach subsequence

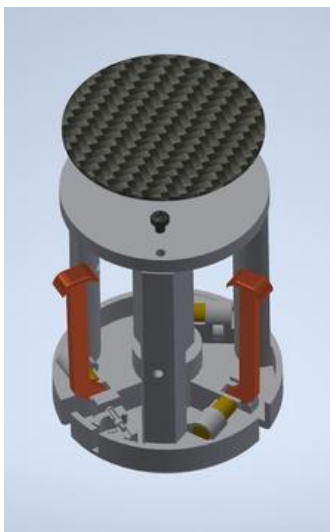
Jakmile LTRP potvrdí, že je bezpečně na zemi, je důležité, aby se padák od zbytku sondy odpojil, jinak by to totiž mohlo znamenat, že se do padáku opře vítr a ten pak po proudu potáhne samotnou sondu, což by mohlo vést k jejímu poničení či případně kompletnímu zničení. Právě z tohoto důvodu je zde 'Parachute detach subsequence' jejímž úkolem je tomuto předejít.

LTRP tedy potvrdí, že je na zemi a začne otevírat všechny tři nohy, které má k dispozici. Jedna z těchto noh má totiž prodlouženou osu a na ní je hák, ke kterému je přidělán padák. Rotací této nohy (otevření) dosáhneme toho, že se padák uvolní od zbytku sondy a dokonce tím, že se otevírají všechny tři nohy naráz, LTRP narovná do pohotovostní polohy.



Obr 1. - Parachute latch detail

Stand - up routine



Obr 2. - LTRP v vypnutém režimu

Během Stand - up rutiny LTRP používá dvě ze svých tří noh k vlastnímu postavení do funkční polohy, což je pro další a hlavně delší fungování nezbytné, protože na vrchní straně LTRP je solární panel, který sondu nabíjí během hibernace a drží ji při životě.

Stand - up rutinu je avšak možné aktivovat kdykoliv, dokonce i během hibernace, protože vlivem okolních podmínek na dané planetě se může stát, že se LTRP vyvrátí a tedy nebude schopna se díky svému solárnímu panelu nabíjet.

Na obrázku 2 lze vidět sondu LTRP ve vypnutém stavu, tedy všechny stabilizační nožičky jsou zatáhnuty dovnitř sondy.

V této poloze se ale LTRP může ocitnout během pádu, tedy FALL SEQUENCE, kdy její pád brzdí padák a kdyby stabilizační nožičky byly roztáhnuty, mohlo by dojít k jejich zlomení.

Na obrázku 3 lze vidět LTRP během GROUND SEQUENCE, tedy v době, kdy sonda potvrdila, že je bezpečně na zemi a aktivovala Stand - up sequence, která ji postavila do pohotovostní polohy a nyní je LTRP schopná provádět dlouhodobý výzkum.

Hibernation routine

Vzhledem k tomu, že námi použitý solární panel nemá dostatečné kompetence na to, aby nabíjel baterii sondy v krátkém čase a samotné nabíjení do plné kapacity baterie by trvalo 3 dny, museli jsme přijít na způsob, jak by LTRP nasbírala co nejvíce dat za 'den' a zároveň zůstala aktivní co po nejdéle možnou dobu.

Právě proto LTRP nesbírá data ze svých senzorů celý 'den', ale v předem stanovených intervalech, které zaručí to, že bude během 'dne' dostatek času na to, aby solární panel dobil baterii sondy.

LTRP měří defaultně každou hodinu asi 5 minut. Z dat nasbíraných za těchto 5 minut vytvoří průměr a na konci 24 hodinového cyklu vytvoří paket s těmito příslušnými hodnotami a časem. Každý den je tedy LTRP v aktivním stavu (stavu, kdy sbírá data ze senzorů) celkově 120 minut, tedy 2 hodiny, zbytek 'dne' je schopna se nabíjet. Tyto intervaly se samozřejmě dají předem konfigurovat.

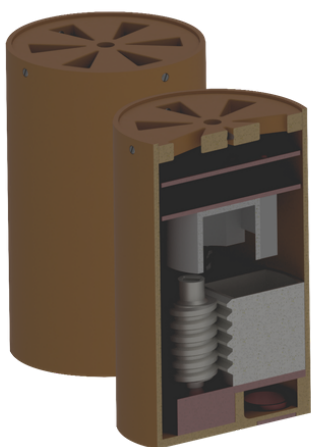


Obr 3. - LTRP v pohotovostním režimu

Samozřejmě se může stát, že vlivem okolních podmínek bude kapacita baterie nízká a nebo se sonda nebude nabíjet dostatečně rychle (sluneční panel je zakryt například mraky). V takovém případě LTRP aktivuje survival protokol, během něhož se přepne do stavu hibernace do té doby, než bude kapacita baterie vyšší, než 75%. Po té se LTRP přepíná zpět do 'active módu' a pokračuje dál ve výzkumu.

ZAMÍTNUTÉ NÁVRHY A MECHANISMY NAŠÍ SONDY

Jak již bylo zmíněno v úvodu Sekundární mise, během doby od semifinále jsme naši sekundární misi několikrát změnili. Zde jsou všechny návrhy sond, které jsme se rozhodli z nějakého důvodu neuskutečnit.

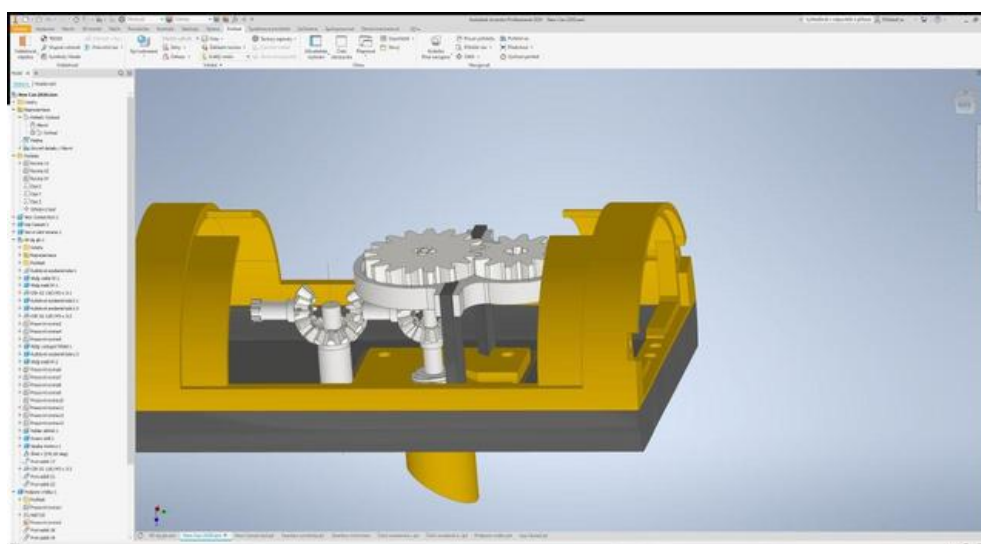


Obr 4. MARK VI.

MARK VI.

Mark VI. je prototyp sondy, která pomocí vrtáku vyvrtá kousek zeminy z dané planety a poté jej uvnitř zanalyzuje. Jednalo se o původní návrh sondy, se kterým jsme na CanSat 2020 přišli.

Nakonec se od tohoto návrhu opustilo z důvodu složitosti provedení.

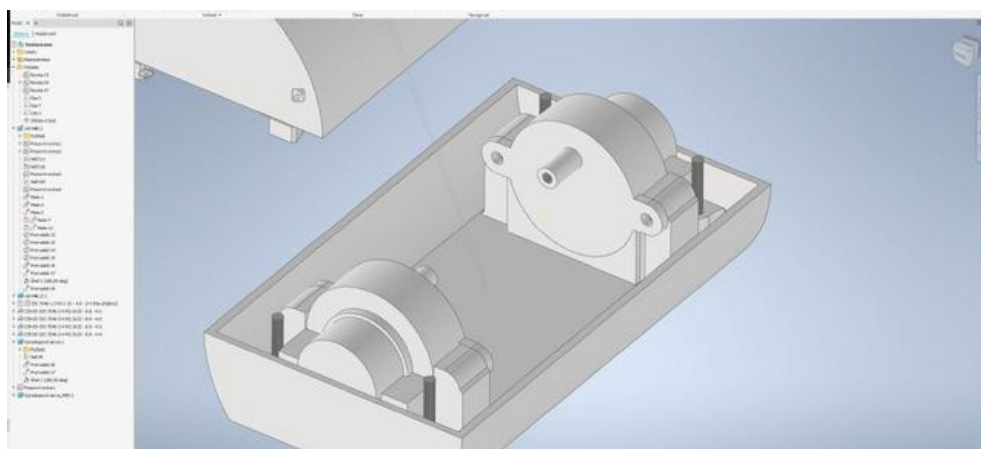


Obr 5. - MARK VII.

MARK VII.

Když jsme vyvíjeli Mark VII. ještě pořád jsme se nechtěli vzdát vrtání do země, ale tentokrát jsme se zkusili ubrat cestou vrtání z boku sondy, kde by po vyvrtání díry sonda 'zasela' semínko rostliny a poté tam vypustila vodu, kterou má uvnitř.

Nakonec se od tohoto návrhu opustilo z důvodu složitosti provedení.



Obr 6. - MARK VIII

MARK VIII.

Mark VIII. pracoval s těžištěm sondy a snažil se využít dvou elektromotů s vysokým RPM k vytvoření aktivního gyroskopu.

Nakonec se od tohoto návrhu opustilo z důvodu velké hmotnosti, která nás pravidly limituje.

MARK IX. (LTRP MARK I.)

Mark IX je přímým předchůdcem Marku X, naší nynější sondy, a to nejen z hlediska jména ale i z hlediska principu fungování a přímého určení. Jednalo se také o Long Term Research Probe, která má naprosto stejné vlastnosti a funkce jako LTRP mark. II, jediný rozdíl je ve stabilizačním systému, kde u marku I. jsou nohy vystřelovány za pomoci systému gumiček, které po odjištění padákem stabilizační nožičky otevřou.

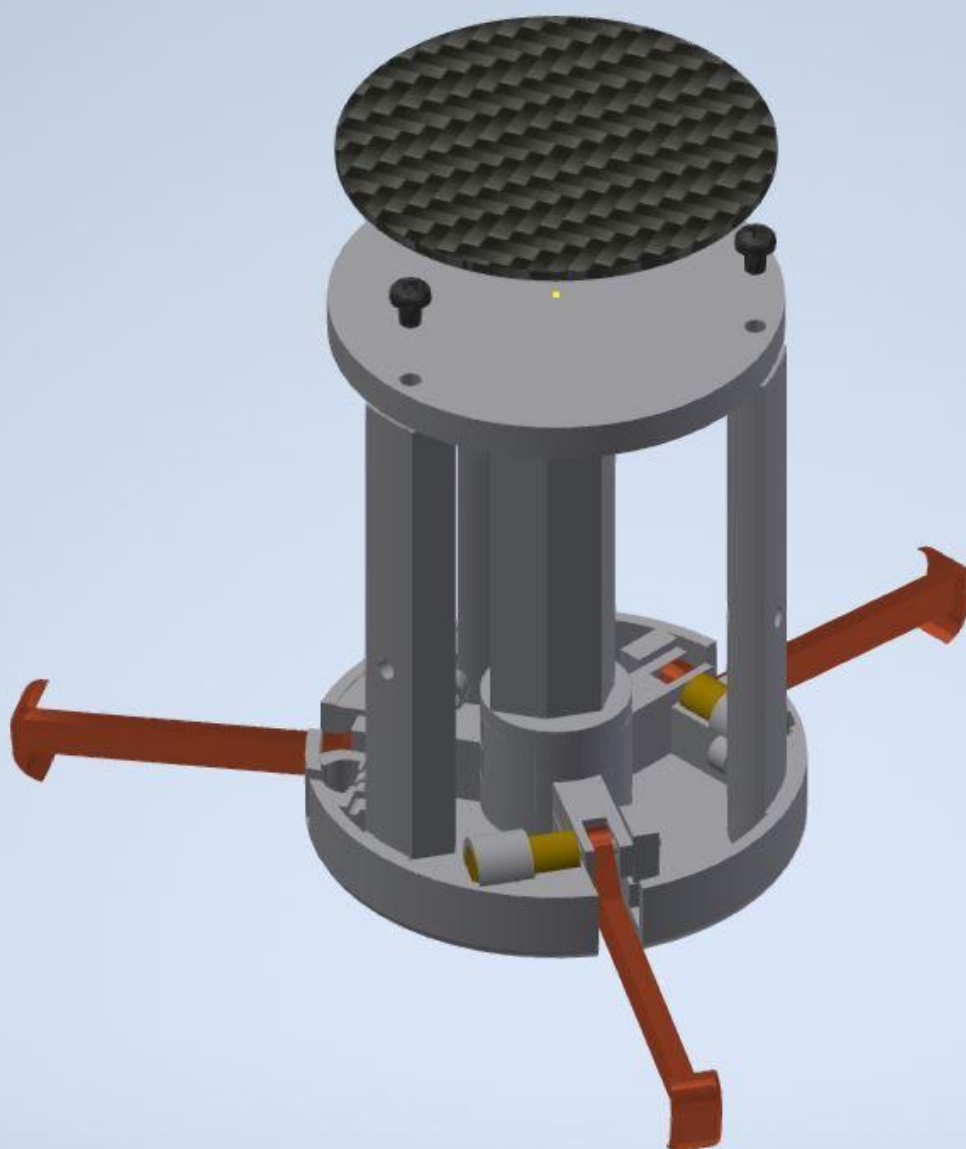
Nakonec se od tohoto návrhu opustilo z důvodu modernizace stabilizačních nožiček.



Obr 7. - LTRP MARK I. s
otevřenými stabilizačníma
nožičkami



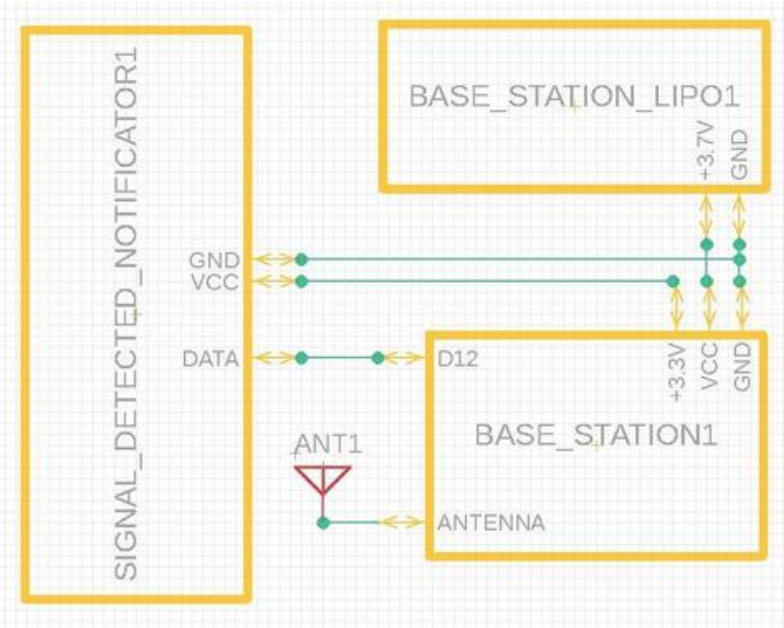
Obr 8. - LTRP MARK I.
v defaultní poloze



DLOUHODOBÁ VÝZKUMNÁ SONDA VERZE 2

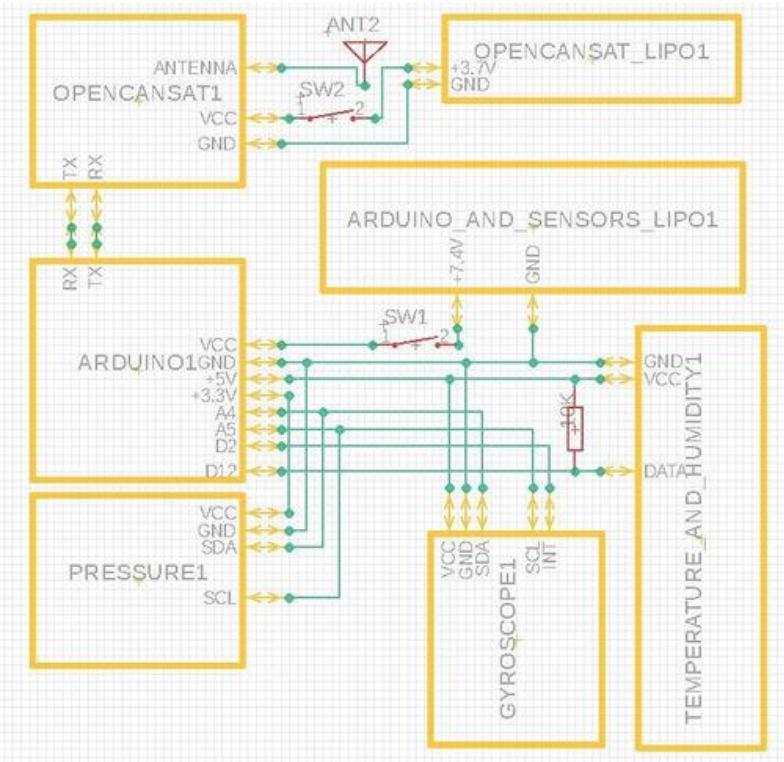
LONG TERM RESEARCH PROBE MARK II.

LTRP MARK II.



BaseStation

Wiring naší pozemní stanice je v celku jednoduchý, jelikož jediné, v čem se od základní pozemní stanice od Esera liší je to, že je na ní připojen ještě signal notifikator, který indikuje, zda-li pozemní stanice přijímá či ne.



LTRP

Co se týče wiringu naší sondy, ten už je složitější.

Sonda má v sobě dva mikrocontrolery, OpenCansat kit a Arduino NANO, které spolu komunikují po sériové lince za pomoci SerialTransfer knihovny. Oba mikrocontrolery mají svůj vlastní akumulátor, což není optimální řešení vzhledem k tomu, že máme solární panel, ale tento problém bychom neřešili, kdyby jako hlavní komunikační modul byl klasický 433MHz modul.

Poté zde jsou senzory, které zajišťují primární a sekundární misi, které jsou napojeny přímo do Arduina, které vytvoří paket, který pošle do OpenCanSat kitu a ten ho pošle pozemní stanici,

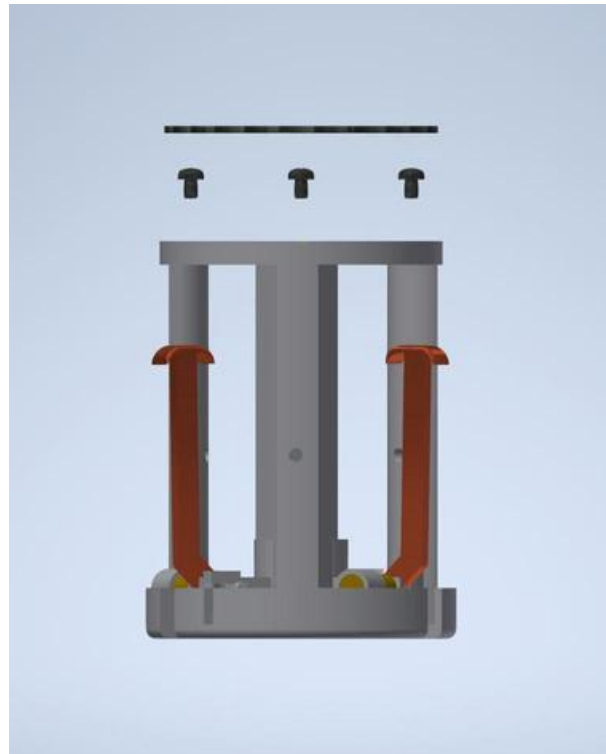
STRUCTURE & MECHANISM

Samotná sonda je založená na minimalistickém a jednoduchém návrhu jak podoby, tak konstrukce zejména proto, aby se dosáhlo co největšího místa uvnitř sondy a zároveň co nejnižší náročnosti na masovou či nemasovou produkci.

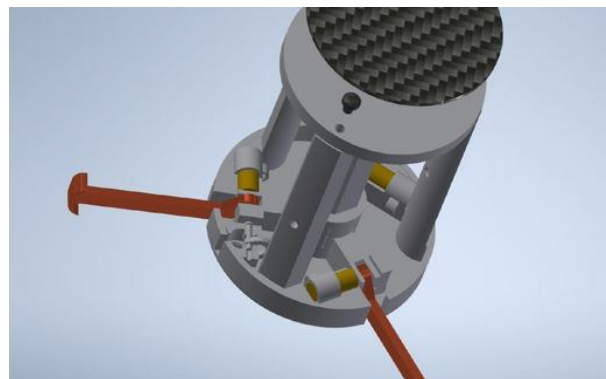
Každá stabilizační noha je schopna fungovat nezávisle na ostatních stabilizačních nohách, což je přínosné hlavně ve chvílích, kdy sonda 'spadne' do těžce přístupného terénu a musí použít nezvyklé postupy k dosažení pohotovostní polohy a krom toho i na základě dat z interních senzorů jako je gyroskop či akcelerometr.

Mechanismus odpojení padáku je navržen v celku jednoduše a funguje tak, že jakmile sonda přejde do GROUND SEQUENCE a stabilizační nožky se začnou otevírat podle os, na kterých jsou připevněny, začne se pohybovat i hák, na kterém je padák připevněn. Jakmile stabilizační nožky dosáhnou dostatečného úhlu, lanko se z háku samo uvolní a odpadne. V tu chvíli je padák zcela odpojen od sondy a nemůže jej tak vláčet za sebou vlivem větru.

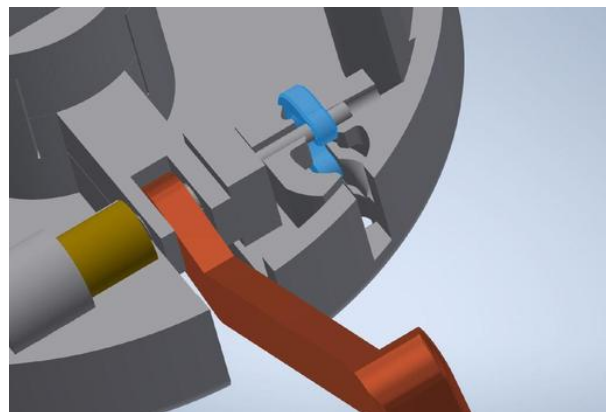
Abychom dosáhli co nejmenší hmotnosti modulu, celá struktura je skoro kompletně bez šroubů, což dělá velký hmotnostní rozdíl v sestaveném stavu a jednotlivé vnitřní strukturální díly do sebe zapadají a navzájem se zamykají, aby nedošlo k nechtěným vnitřním pohybům, které by mohly poškodit mechanismus stabilizačních nožiček. Celkově má LTRP pod 6 šroubů.



Obr 9. - LTRP boční pohled



Obr 10. - Horní pohled na systém stabilizačních nožiček



Obr 11. - Detail na parachute latch (modrá komponenta)

PARACHUTE & LANDING SYSTEMS

Po naší minulé zkušenosti jsme se rozhodli, že tento rok provedeme změnu materiálu, ze kterého bude padák, i lanka vyrobená.

Minulý rok byl náš padák vyroben z PVC a jeho lanka byly z klasické nitě.

Tento rok jsme zakoupili padákovou látku, kterou jsme přesně nastříhali a poté precizně sešili. Lanka pro tento rok jsou vyrobená z klasického rybářského silonového vlasce, který je dle výrobce schopen udržet až 10 kilogramů zátěže, tedy pro naše potřeby naprosto dostačující.

Velikost padáku a jeho tvar byl přesně spočítán pro naše potřeby.



Obr 12. - Nový, námi ušitý padák

ANTENNA & BASE STATION



Obr 13. - Anténa z minulého roku

Anténa i pozemní stanice je, vzhledem k opětovnému použití OpenCansat Kitu, stejná, jako minulý rok. Anténa je uzpůsobena našim potřebám a hlavně frekvenci 433 MHz.

Nakonec jsme anténu, base station i opencansat kit testovali v rámci komunikačního testu na 550 metrů přes pole. Test byl hodnocen jako úspěšný jelikož data byly posílány i přijímány.

POLOŽKA	DODAVATEL	CENA
OPENCANSAT KIT	ESERO	1 700,00
ELEKTRONICKÉ SOUČÁSTKY (LED)	GM ELECTRONIC	163,00
3D TISK	PAN RAMPÁČEK	850,00
SERVA, NABÍJEČKA, AKUMULÁTORY	BIG HOBBY	674,00
LI-POL BATERIE	LIPOLBATERIE.CZ	266,00
ČTEČKA KARET, SENZOR TLAKU, TEPLOTY	ECLIPSERA	178,00
ARDUINO NANO	ARDUINO-SHOP	238,00
3D TISK	PAN RAMPÁČEK	1000,00
SPOJOVACÍ MATERIÁL	SROUBYONLINE	135,00
VÝROBA PADÁKU	DECATHLON	470,00
SENZORY	MOJERC	391,00

Celková cena: 6 065 Kč

*FINAL CONCLUSION*

ZÁVĚR

Ačkoliv naši misi nelze považovat za technologicky revoluční, díky aspektům, které náš tým byl schopen ve velmi kritickém období pandemie zvážit pro konstrukci a kompletaci modulu s nakonec jasným cílem, je přinejmenším velmi potěšující skutečností, že právě tým, jehož vedení nebylo dokonalé dosáhl takto dostačujících výsledků pro kvalifikaci na národním finále této komplexní a zaměřené soutěže.

I přes to, že se nám nepodařilo LTRP dostat do fungujícího stavu, všichni členové se během vývoje mnoho naučili a nakonec jsou rádi, že do toho opět šli.

DĚKUJEME!

POSLEDNÍ ROK NAŠÍ ÚČASTI CANSATU

Tímto výsledkem, kterým se hodláme prezentovat bychom rádi poděkovali mnoha lidem, kteří nám nejen radili a pomáhali jak se dalo při našem počínání v soutěži, ale taktéž společnostmi a firmám, jímž vděčíme za nárůst bodového hodnocení hned v několika hodnocených kategoriích a obětavý přístup k našemu projektu. Ať už se jednalo o popularizaci či finanční, fyzický sponzoring, našemu týmu vaše dobré úmysly vždy pomohly tak, jak jen mohly.



StratoCan Solutions 2020