

Studentský projekt Astro Pi – Mission Space Lab



ASTRO-PI.ORG



Certifikát mentora týmu Orbiters

pplk. Ing. Radim Bloudíček, Ph.D.

Během uplynulého školního roku se skupina žáků pod vedením pedagogů z Univerzity obrany v Brně zúčastnila studentského projektu vyhlášeného Evropskou kosmickou agenturou ESA. Jeho součástí byl i experiment spuštěný na palubě mezinárodní kosmické stanice ISS na platformě Raspberry Pi. Tým nazvaný Orbiters patřil mezi pouhých 163 z 18 zemí, kterým se podařilo projekt úspěšně dokončit.

Celá idea projektu začala na Katedře letecké techniky v srpnu 2019, kdy se zrodil nápad na poněkud netradiční marketingovou aktivitu mezi žáky Vojenské střední školy a Vyšší odborné školy Ministerstva obrany v Moravské Třebové. Katedra kontaktovala majora Ondřeje Kropáčka, který se na této škole stará o studium specializací inženýrské letecké služby a letecké radionavigační služby. Tomu se nápad na studenty vytvořený program běžící na ISS velmi zamlouval.

Přípravy na projekt začaly ihned poté, co činnost zahájil tamní kroužek programování vedený Ing. Richardem Cvrkalem, který se následně postaral o potřebné programovací dovednosti zúčastněných žáků. Téměř nikdo ze žáků neměl před zahájením projektu jakoukoli zkušenost s programováním a jejich znalosti v oboru elektroniky byly doposud výhradně teoretické. Před námi pedagogy (vedle autora článku šlo o již zmíněného Ing. Cvrkala a dále o kapitána Lukáše Hona a nadporučíka Pavla Dyčku) tedy stál velmi nelehký úkol - ukázat žákům, co je jedno-

desková platforma Raspberry Pi, jak se propojuje s elektronikou, dále žáky naučit programovat od úplných základů až po velmi propracované programové bloky, které posuzují a následně několik hodin testují odborníci z ESA, přičemž jakákoliv chyba kódu nebo nedodržení pravidel by znamenalo vyřazení z projektu. Ovšem vidina účasti na projektu kosmické agentury ESA a z ní plynoucí obrovské nadšení všechny zmíněné počáteční nevýhody naprosto eliminovaly. Pedagogové si rozdělili role tak, že Richard Cvrkal učil žáky programování, kapitán Hon vyráběl potřebný hardware a přípravky nutné pro zvládnutí platformy Raspberry Pi, nadporučík Dyčka se staral o vyšší programování, kontrolu kódů a následně celého programu a autor článku se postaral o materiál, komunikaci s ESA a vedení celého týmu.

Projekt AstroPi Mission Space Lab je projektem Evropské kosmické Agentury ESA, která jej každoročně vypisuje ve spolupráci s Raspberry Pi foundation. Do projektu se mohou hlásit týmy žáků střed-

nich škol do 19 let věku, kdy zúčastněný tým musí pocházet z členské země ESA nebo Kanady. Projekt je rozdělen na několik fází, kdy v první fázi se poskládá tým, který si zvolí jméno a pošle k posouzení záměr experimentu. Náš tým se jmenoval Orbiters a pracoval ve složení: Matěj Papežík, Stanislav Hajský, Patrik Csicso, Dominik Hloušek, Šimon Synovec, Vlastislav Burian. Cílem bylo dostupným hardwarem měřit po dobu dvou oběhů ISS okolo Země hodnoty magnetického pole a zrychlení ve všech osách a po jejich vyhodnocení posoudit odchylky ISS od ideální kruhové orbity a přesného výpočtu doby oběhu kosmické stanice. V listopadu 2019 jsme byli ESA vyzooměni, že náš tým byl zařazen mezi 423 vybranými z 23 zemí. Na palubě ISS byly k dispozici dva jednodeskové počítače Raspberry Pi s rozšířením SenseHAT, které obsahují tříosý akcelerometr, tříosý magnetometr, LED maticový displej, teploměr, tlakoměr a vlhkoměr. Dále byly počítače doplněny kamerou pracující ve viditelné, respektive blízké infračervené oblasti.

Jeden kompletní počítač, shodný s tím na ISS, poskytla kosmická agentura ESA a další dva dodala Katedra letecké techniky tak, aby žáci mohli věnovat maximum svého času programování na skutečném zařízení. Fáze vytváření programu končila 14. února letošního roku, kdy po poctivé práci žáků a pečlivé kontrole pedagogů byl kód zaslán do Evropské kosmické agentury. Tím začala fáze 3, kterou jsme již nemohli ovlivnit. Program byl několika-



Jednodeskový počítač Raspberry Pi s rozšířením SenseHAT na palubě ISS (zdroj: www.astro-pi.org)

násobně kontrolován a následně několik hodin testován. V dubnu program získal tzv. „Flight Status“, tehdy již byla jistota, že kód bude na ISS spuštěn. Ani tehdy ovšem nebylo úplně vyhráno. Některé experimenty byly spouštěny vícekrát, když se vyskytly nečekané problémy – například, když CANADARM na ISS zastínila výhled kameře počítače, a ESA musela požádat amerického partnera NASA o uvolnění

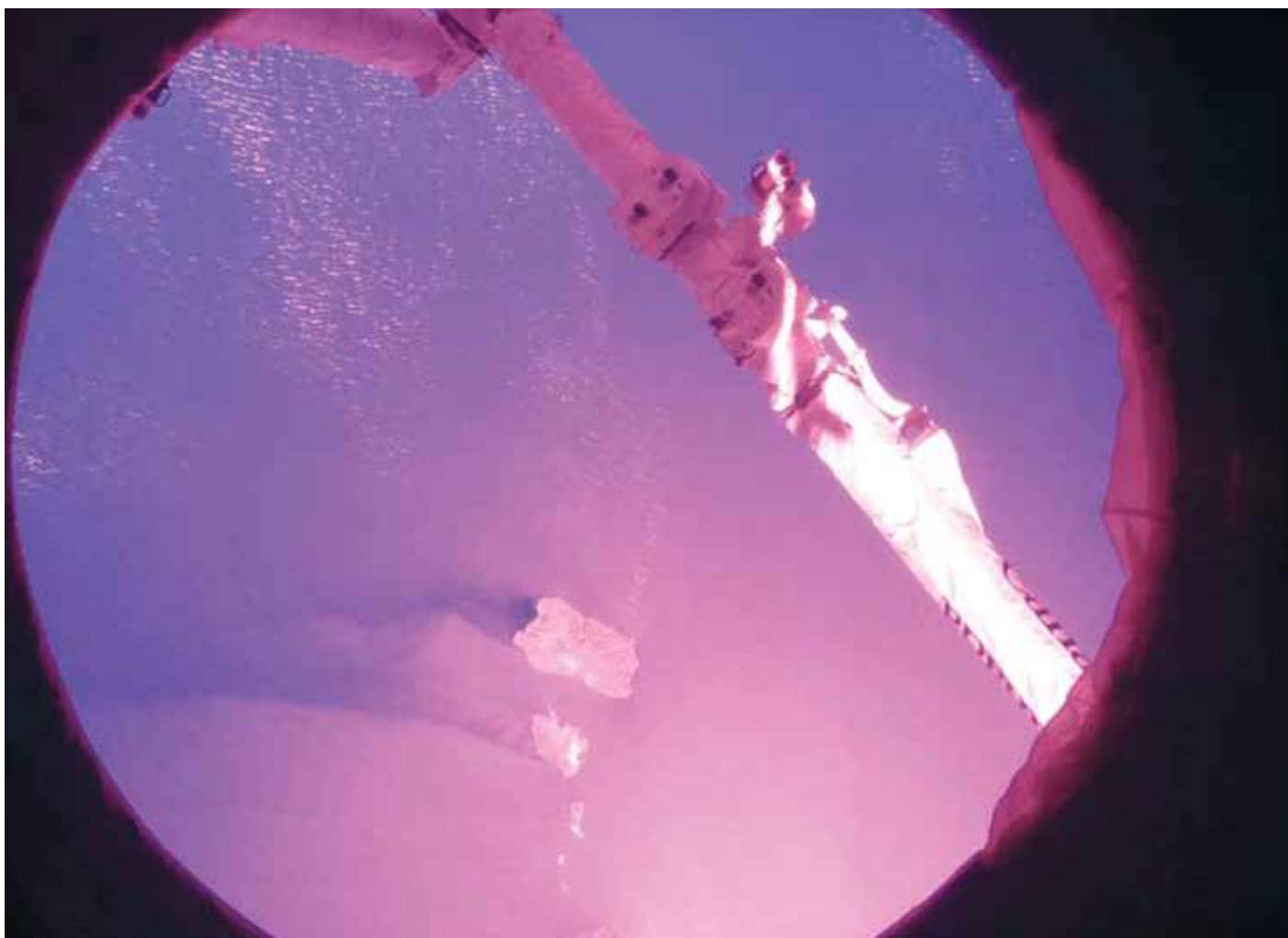
výhledu z modulu COLUMBUS.

Náš experiment, čtení magnetometrů a akcelerometrů nakonec zdařile proběhl 16. dubna 2020 v odpoledních hodinách, kdy jej na palubě ISS spustila posádka Expedice 62, aktuálně ve složení Oleg Skripočka – Roskosmos, Jessica Meirová – NASA, Andrew Morgan – NASA, Anatolij Ivanišin – Roskosmos, Ivan Vagner – Roskosmos a Christopher Cassidy – NASA.

Experiment byl založen na využití čidel přídavné desky SenseHAT připojené konektorem k počítači Raspberry Pi, verze 3B. Programový kód zjišťoval povoleným způsobem aktuální čas a k časovým značkám přiřazoval hodnoty magnetického pole zjištěného tříosým magnetometrem a dále hodnoty složek zrychlení pomocí tříosého akcelerometru. Tato data byla průběžně ukládána do „.csv“ souboru, což byl jediný povolený způsob, jak dostat data zpět na Zemi. Následně změřené údaje zpracovávali žáci v prostředí Matlab. Zároveň LED displej, který je součástí desky SenseHAT způsobem tzv. bargrafu ukazoval posádce přibližné hodnoty měření a dobu běhu programu. Úkolem dat o zrychlení z akcelerometru bylo zjistit případné odchylky ISS od kruhové orbity, takže žáci si museli oprášit znalosti Keplerových zákonů z fyziky a tyto aplikovat. Nicméně data neukázala žádné hodnoty zrychlení v některé z os, vyjma situací, kdy vlivem činnosti posádky nebo vybavení (ventilátory atp.) v blízkosti počítače byly v datech náhodné výkyvy. Data z tříosého magnetometru vypadala o mnoho zajímavěji, zde šlo srovnat hodnoty magnetických polí s aktuální polohou ISS a například bylo možné vypočítat i přesnou hodnotu periody oběhu ISS, tj. 92 minut a 38 sekund.



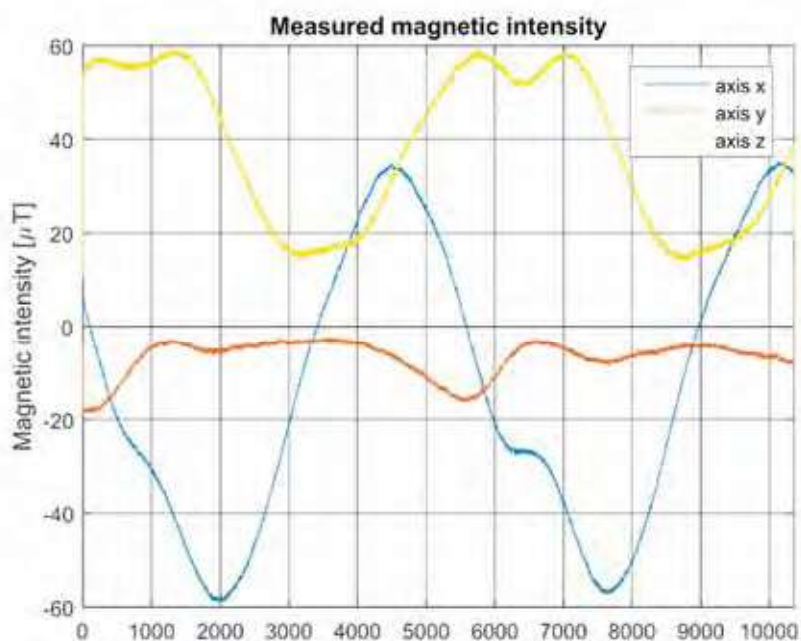
Pozice ISS během experimentu (zdroj: Mission Space Lab Phase 4 Report)



CANADARM ve výhledu počítače IZZY (zdroj: emailová komunikace s ESA)

Program sbíral data o magnetickém poli planety a zrychlení mezinárodní kosmické stanice po dobu dvou jejích oběhů, tedy cca 180 minut.

Poslední fázi 4, zpracování dat a sepsání závěrečné zprávy zkomplikoval šířící se koronavirus, kdy všichni žáci a pedagogové museli zůstat doma. ESA provedla bleskový průzkum mezi účastníky projektu AstroPi, zda jsou schopni práci dokončit. Jelikož tento dopadl dobře, ESA pouze prodloužila termín zpracování výsledků a odeslání závěrečné zprávy. Žáci výsledky zpracovali v programovém prostředí MATLAB a následně v anglickém jazyce zpracovali návrh závěrečné zprávy, která byla opět podrobena pečlivé kontrole, jak formální a odborné, tak i jazykové. Zpráva byla odeslána 3. července a o téměř měsíc později přišel z agentury očekávaný email, že sice náš experiment nevyhrál, ale byl mezi pouhými 163 z 18 zemí, kterým se povedlo projekt úspěšně dokončit. Získali jsme rovněž pochvalu za vysokou kvalitu práce a samozřejmě podepsaný certifikát. Ovšem nejlepším výsledkem projektu bylo nadšení žáků a skutečnost, že v jejich vědomí je zapsáno - Univerzita obrany a Katedra letecké techniky je tou správnou institucí pro vysokoškolské studium.



Zpracovaná data z magnetometru naměřená na ISS
(zdroj: Mission Space Lab Phase 4 Report)