

RÁDIOVÁ KOMUNIKACE STUDENTŮ SŠ S ISS

Lukáš RICHTERK

Abstrakt

V březnu 2016 proběhlo v Olomouci první rádiové spojení studentů středních škol s astronautem na ISS z území ČR. Příspěvek pojednává o přípravách a průběhu této akce i doprovodných aktivitách na školách. Vzhledem k tomu, že tento projekt NASA pokračuje, získané zkušenosti je možné využít jako inspiraci pro další školy a skupiny radioamatérů u nás.

RADIO COMMUNICATION OF SECONDARY SCHOOL STUDENTS WITH ISS

Abstract

In March 2016, the first radio interview of high school students with the ISS from the Czech Republic took place in Olomouc. This contribution describes the preparations, the event and corresponding activities at participating schools. As the ARISS project of NASA continues, the experiences gained can be used as an inspiration for other schools and groups of radio amateurs.

Úvod

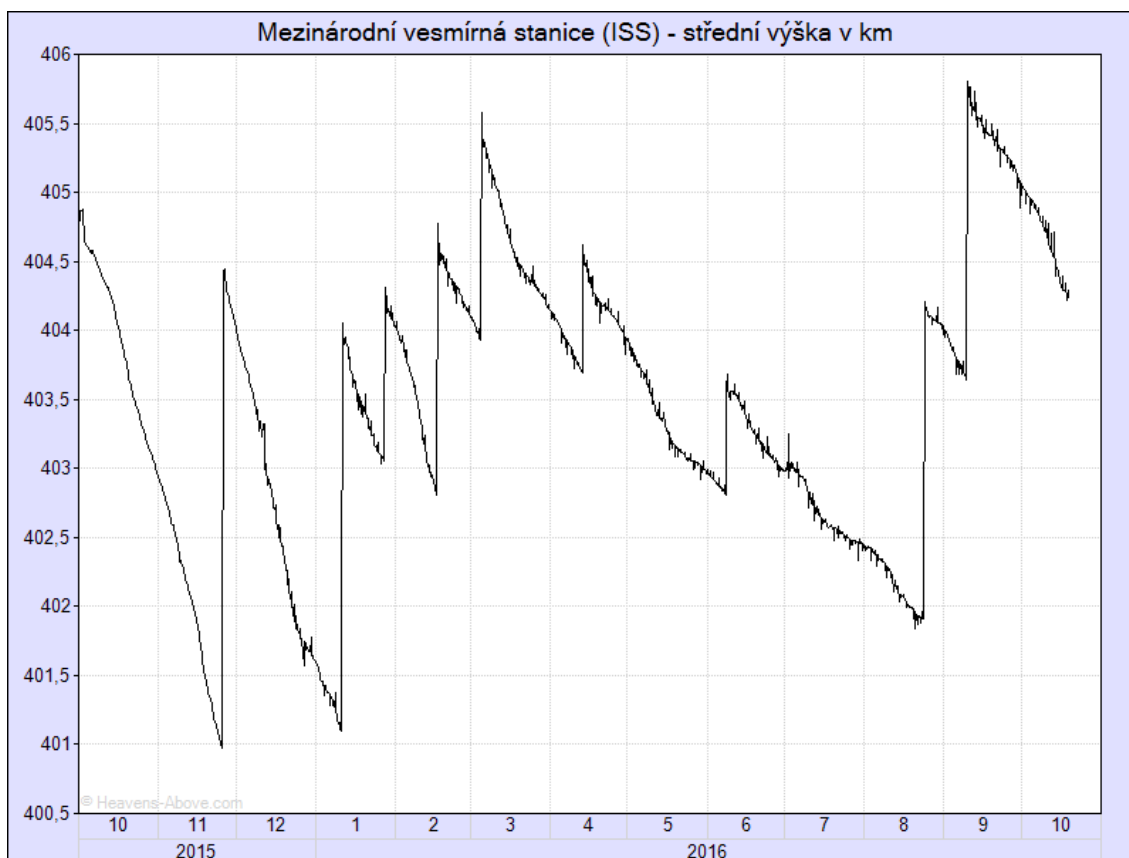
Jedním ze způsobů popularizace astronomie je zapojení škol do mezinárodních projektů jako např. *Eratosthenes* (www.eaae-astronomy.org/eratosthenes/) nebo *Sunrise project* (eaae-astronomy.org/sunrise) organizovaných EAAE (European Association for Astronomy Education, www.eaae-astronomy.org). Velmi atraktivní možností je i zapojení školy nebo zájmového kolektivu do projektu rádiové komunikace s astronautem na Mezinárodní vesmírné stanici (ISS).

ISS a program ARISS

ISS obletí naši planetu 16krát denně rychlostí okolo 7,7 km/s ve výšce kolem 400 km nad jejím povrchem (obr. 1). Objekt o hmotnosti asi 420 tun (tj. asi 330 automobilů Škoda Octavia) je výsledkem široké mezinárodní spolupráce nejen dvou velmocí USA a Ruska (především organizací NASA a Roskosmos), ale také Evropské kosmické agentury (ESA), Japonské kosmické agentury (JAXA) a Kanadské kosmické agentury (CSA). V listopadu 2015 stanice oslavila již 15. výročí trvalého obydlení lidskou posádkou, od roku 2004 tvoří posádku většinou šest astronautů, kteří na ISS stráví typicky šest měsíců. Stanice není jen prostorem pro pobyt lidské posádky na oběžné dráze, ale poskytuje také unikátní prostředí pro řadu fyzikálních, chemických a biologických experimentů spojených zejména se stavem beztlíže a vlivem pobytu na oběžné dráze na lidský organismus (fyzikálně orientovaný výzkum na ISS je stručně popsán např. v materiálu NASA [1]).

Historie radioamatérského vysílání (tzv. HAM rádio) ve spojení s lety do kosmu se píše již od listopadu 1983, kdy při misi STS-9 byl součástí výbavy raketoplánu Columbia „Experiment Amatérského Rádía na Raketoplánu“ (Shuttle Amateur Radio EXperiment,

SAREX). Od tohoto letu dále mohli američtí studenti ve vymezených časech během misí komunikovat s posádkami raketoplánů, ptát se jich na cíle mise, diskutovat s astronauty jejich osobní poznatky a zkušenosti z pobytu v kosmu apod.



Obr. 1: Orbitální výška ISS za poslední rok průměrovaná přes jeden oběh. Dobře jsou vidět zážehy, které zvětšují orbitální výšku a postupné klesání ISS mezi nimi. Pozvolné klesání je způsobeno třením o atmosféru a rychlost tohoto klesání není konstantní zejména kvůli změnám hustoty atmosféry způsobeným sluneční aktivitou. Zdroj: Heavens-Above, www.heavens-above.com

V roce 1996 při plánování výstavby ISS se organizace sdružující radioamatéry ze zúčastněných zemí dohodly s NASA o založení organizace ARISS (obr. 2). Ta dodnes spravuje amatérské rádiové vysílání na a z ISS pro popularizační účely, rozhoduje o udělení termínu žadatelům a o vyhrazení času astronautů v jejich poměrně nabitém programu. Funkční amatérské rádio (HAM) může posloužit jako další komunikační kanál ISS se Zemí a představuje i výraznou psychologickou podporu pro samotné kosmonauty v jejich odloučeném pobytu na oběžné dráze; mohou tak kdykoliv ve volném



Obr. 2: Logo programu ARISS

časem zařízení používat k neplánovaným spojení s radioamatéry na Zemi, což se již párkrát povedlo předáním pozdravu i přímo z Olomouce (nepochybně také z jiných míst v ČR) a pro radioamatéry není takové krátké spojení až tak vzácné.

Česká premiéra: ARISS kontakt z Olomouce 8. 3. 2016

V úterý 8. března 2016 dopoledne krátce po čtvrt na deset SEČ se uskutečnil první veřejný kontakt studentů s Mezinárodní vesmírnou stanicí (ISS) v historii ČR. Úspěšně se tak završilo čtyřleté úsilí hanáckého radioklubu OK2KYJ [2] v rámci projektu ARISS [3]. Žádost s pořadovým číslem EU303 nakonec vedla k rozhovoru studentů tří olomouckých gymnázií s britským astronautem majorem *Timothy Peake* (obr. 3); celosvětově šlo již o 998. takové spojení s ISS [4]. Účastníci i hosté tak pocítili příjemné mrazení v zádech, když se z rádia ozval hlas doslova „z vesmíru“ s úvodním pozdravem „slyším vás slabě, ale zřetelně“. ISS se v tu chvíli nacházela nad Britskými ostrovy, ve vzdálenosti více než 1400 km od Olomouce (obr. 4). Jak se stanice postupně dostávala výš nad obzor, i slyšitelnost se zlepšila na vynikající.



Obr. 3: Britský astronaut Timothy Peak s HAM rádiem na palubě ISS (obrázek z videa natočeného u příležitosti jubilejního tisícího spojení programu ARISS 10. 3. 2016 s University of Northern Dakota; video je dostupné online na www.ariss.org)

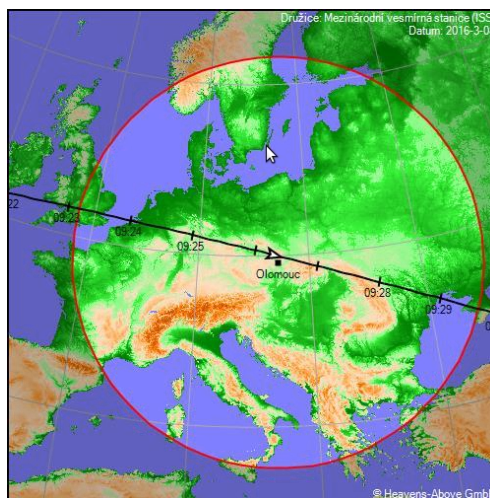
nad Britskými ostrovy, ve vzdálenosti více než 1400 km od Olomouce (obr. 4). Jak se stanice postupně dostávala výš nad obzor, i slyšitelnost se zlepšila na vynikající.

Počátkem března 2016 na palubě ISS pobývala trojice astronautů expedice 47, kromě Timothy Peaka ještě velitel *Timothy Kopra* (USA/NASA) a *Jurij Malenčenko* (Rusko/Roskosmos). Navíc krátce před naším spojením, 2. 3. 2016, se na zem v přistávacím modulu Sojuzu TMA-18M vrátila posádka expedice s pořadovým číslem 46, jejíž dva členové, *Scott Kelly* (USA/NASA) a *Michail Kornijenko* (Rusko/Roskosmos), na palubě ISS strávili celý rok (přesněji 340 dnů). O úkolech a náplni mise Principia Tima Peaka se lze dočíst více např. jejich internetových stránkách [5].

Jako pozemní základna pro rádiovou komunikaci byla vybrána Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého. Lokalita a technické vybavení budovy umožnily instalaci všech potřebných zařízení a účast množství studentů a hostů v přenosové místnosti. V neposlední řadě univerzita také zajistila streamování celé akce na internet. Anténa pro příjem VKV byla umístěna na střeše fakulty umožňující nezakrytý výhled na obzor. Spojení s ISS na VKV totiž vyžaduje přímou viditelnost vesmírné stanice, která trvá zhruba 10 minut. Hlavní koordinátorka studentů *Eva Farmačková* z Gymnázia Čajkovského v diskuzích s mentorem programu *ARISS Armandem Budzianowskim* vybrala 18 otázek. Do spojení se po pečlivém výběru na školách zapojilo celkem devět studentů ze tří gymnázií (obr. 5): *Monika Večerková*, *Linda Vildová*, *František Bendík* (G Čajkovského), *Robin Curtis*, *Tomáš Kunickij*, *Vojtěch Nevřela* (G Olomouc-Hejčín), *Karolína Křížová*, *Alžběta Maleňáková* a *Anna-Marie Müllerová* (Slovanské G Olomouc). Po více než sedmi minutách plynulého rozhovoru, kdy byly položeny a *Timem Peakem* zodpovězeny všechny připravené otázky, zbyl ještě čas na rozloučení a poděkování. Jelikož NASA vyžaduje také náležitou medializaci projektu, do příprav a realizace se zapojil i studentský spolek *UP Crowd PŘF* zaměřený na popularizaci vědy a tisková mluvčí fakulty *Martina Šaradínová*. Díky tomu se podařilo získat pozornost celostátních médií, včetně České televize, která odvysílala reportáž se vstupem i v průběhu samotného přenosu. Za olomoucký magistrát se do propagace zapojil i náměstek primátora *Pavel Urbášek*, jenž se společně s děkanem fakulty *prof. RNDr. Ivo Frébortem, Ph.D.* a proděkanem pro mimouniverzitní spolupráci *prof. RNDr. Josefem Molnárem, CSc.* také akce osobně zúčastnil.

Pár technických detailů o rádiovém kontaktu

Některé podrobnosti o realizaci rádiového spojení s ISS lze nalézt např. v článku [6]. Již z výše uvedeného výčtu je také zřejmé, že úspěšné spojení bylo výsledkem spolupráce řady lidí a několika zapojených organizací. Technickou stránku naší akce zajišťoval Český radioklub – RK OK2KYJ za finanční podpory Magistrátu města Olomouce. Obecně je pro školy, které mají zájem se do projektu *ARISS* přihlásit, vždy výhodou, pokud naváží kontakt a spolupráci s místním radioklubem. Je potřeba splnit určité



Obr. 4: Přelet ISS nad Evropou 8. 3. 2016 dopoledne. Kružnice vymezuje oblast, nad níž by ISS byla z Olomouce vidět výš než 10° nad obzorem. Zdroj: Heavens-Above, www.heavens-above.com



Obr. 5: Osm z devíti studentů olomouckých gymnázií po úspěšném spojení. Foto: Petr Kameníček

technické požadavky, pokud možno nenechat nic náhodě a mít připravené náhradní řešení pro případ problémů se spojením nebo jiné nepředvídatelné komplikace.

Pro spojení byla jako primární využita radiostanice japonské firmy ICOM s typovým označením IC-910, která umožňuje pracovat až na třech radioamatérských pásmech (o vlnových délkách 2 m, 70 cm a 32 cm). Komunikace s ISS probíhalo v pásmu 2 m, tedy s frekvencí v okolí 145 MHz, kde zmíněná radiostanice poskytuje výstupní výkon 100 W a díky kmitočtové syntéze dokáže naladit požadovanou frekvenci s přesností 1 Hz. Obvodově se jedná o superheterodyn s dvojitým směřováním a obsahuje také obvod pro automatické doladování přijímané frekvence, což je výhodné v situaci, kdy se vysílač na ISS pohybuje poměrně velkou rychlostí a vlivem Dopplerova jevu dochází při přeletu k postupné změně frekvence na straně přijímače. Když ISS vychází nad obzor a přibližuje se k místu spojení, je Dopplerův posuv asi 3,3 kHz. Aby ISS s jednoduchou stanicí mohla jednoduše vysílat a přijímat na nominálním kmitočtu, je třeba, aby pozemní stanice přijímala o 3,3 kHz výše a vysílala 3,3 kHz níže. Následně se Dopplerův posuv průběžně snižuje až na nulu v bodě nejvyššího průletu. Poté opět narůstá, pozemní stanice ale musí „obrátit znaménka“ – přijímat na nižším kmitočtu a vysílat na kmitočtu vyšším. Z důvodu nezávislosti na externích zdrojích byly stanice napájeny z NiCd baterií s napětím 12 V a kapacitou 160 Ah, které i při plném výkonu (radiostanice odebírá ze zdroje až 25 A) dokázaly zajistit bezproblémový provoz. Vzhledem k dobré přípravě, schopnostem operátorů, zejména *Leo Hučina* a *Ivo Dostála*, i příznivým podmínkám šíření signálu nebylo nakonec potřeba použít připravenou záložní radiostanici Kenwood TS-2000, která využívá pro zpracování přijímaného signálu v druhém mezifrekvenčním stupni technologii DSP (digital signal processing).

Důležitou podmínkou spojení je pochopitelně i dobrá anténa. Podle zadání ARISS je doporučena křížová yagi anténa s kruhovou polarizací. Výběr nakonec padl na mírně upravenou a doladěnou anténu Wimo 2x7 el. Funkčnost antény a přepínání roviny polarizace byly úspěšně ověřeny na několika přeletech ISS, kdy probíhala komunikace s anglickými školami. Anténa byla doplněna ještě předzesilovačem ICOM AG-25 a směřování antény, které sledovalo přelet ISS nad Olomoucí, zajišťoval rotátor Yaesu G-5500.

Firma ONYX engineering poskytla pro akci telefonní konektivitu, která byla využita na propojení se záložní stanicí v Itálii a mimo jiné zajišťovala přenos audiosignálu do mezinárodní radioamatérské sítě Echolink [7]. Spojení se vyhnuly i možné rizikové faktory, jako např. bouřkový mrak nebo mimořádná aktivita Slunce, která by mohla ovlivnit vrchní vrstvy ionosféry a znemožnit spojení (den před spojením byla zaznamenána magnetická bouře, klasifikována NOAA jako G3, naštěstí se pak ale Slunce uklidnilo).

Součástí přihlášky do projektu ARISS bylo taktéž začlenění tématiky letů do kosmu a kosmického výzkumu do výuky na zapojených školách, zejména v předmětech jako jsou fyzika, zeměpis, biologie a anglický jazyk. Je potěšitelné, že samotný rozhovor s astronautem *Timothy Peake* prostřednictvím on-line streamu zajišťovaného Audiovizuální produkcí UP sledovalo nejen asi 100 pozvaných hostů v přenosové místnosti a dalších 100 v aule PřF UP, ale připojili se k nim další stovky až tisíce při přenosu na internetu, mezi nimi žáci mnohých středních i základních škol; zaznamenáno bylo i několik zahraničních radioamatérských ohlasů.

Více informací včetně přepisu otázek studentů a odpovědí Tima Peaka, fotodokumentace, videozáznamu i zvukového záznamu najdou čtenáři na internetových stránkách: exfyz.upol.cz/didaktika/iss/.

Druhé úspěšné spojení z ČR – středa 10. 8. 2016 ve 21 hodin

V roce 2016 se uskutečnilo i historicky druhé rádiové spojení s ISS v rámci projektu ARISS na našem území. Přestože typickým účastníkem projektu ARISS jsou školy, první potvrzenou přihlášku v České republice získal v roce 2012 *Elektrotábor* pořádaný centrem volného času Astra z Frenštátu pod Radhoštěm ve spolupráci s radiokluby Vsetín (OK2KJT), Mikulov (OK2KFJ) a Frenštát pod Radhoštěm (OK2KDJ). Jelikož projektu ARISS se účastní školy z celého světa, čekací doba na spojení je dlouhá a v případě *Elektrotábora* bylo navíc nutné získat přidělený čas na spojení právě v 11 dnech jeho konání. Zatímco celosvětově se nejčastěji komunikace účastní střední školy, mezi 45 účastníky *Elektrotábora* byla většina žáků základních škol.

V tomto případě se radiostanice skládala z vysílačky YAESU FT-897 o výkonu 50 W, výkonového zesilovače 200 W a směrové antény GW4CQT s kruhovou polarizací. Pro případ výpadku elektrického proudu byla celá stanice včetně otáčení stožáru napájena z akumulátoru (autobaterie s napětím 12 V).

Tábor se nacházel asi 1 km za obcí Olbramkostel severozápadně od Znojma. Během 10minutového průletu účastníci komunikovali s japonským astronautem *Takuya Onishi*, jenž zodpověděl celkem 17 otázek. Díky povětrnostním podmínkám, kdy se mraky nakonec rozestoupily, bylo při spojení možné přímo pozorovat přelet ISS na obloze. Podrobnější informace o tomto kontaktu lze nalézt na internetových stránkách *Elektrotábora* [8].

Projekt ARISS je nadále školám (především středním) otevřen a pokud se najde nadšený učitel, nebo ředitel, možná se dočkáme dalšího úspěšného spojení z našeho území. Za všechny organizátory a účastníky můžeme dosvědčit, že krásný pocit z úspěšného spojení stojí za řetěz předcházejících příprav, plnění administrativních náležitostí i nějaký ten rok čekání na přidělení termínu. Podle reakcí studentů (jak protagonistů u mikrofonu, tak mladých lidí v publiku) se jedná o výtečnou formu, jak povzbudit jejich zájem o kosmonautiku, problematiku poznávání vesmíru i rádiové komunikace.

Literatura

1. HAHN, I. et al. *A Researcher's Guide to: International Space station. Fundamental Physics* [online]. NASA, 2015. Dostupné na World Wide Web: https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/np-2015-04-021-jsc_fundamental_physics-iss-mini-book-508.pdf.
2. OK2KYJ [online]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.ok2kyj.cz>.
3. *Amateur Radio on the International Space Station* [online]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.ariss-eu.org>.
4. SUFANA, Ch. *Successful ARISS Schools* [online]. Dostupné z: http://www.amsat.org/amsat/ariss/news/Successful_ARISS_schools.rtf.
5. *Principia* [online]. Dostupné na World Wide Web: <https://principia.org.uk>.
6. BLÁHA, R. Radioamatérské rádiové vysílání a výuka fyziky. *Matematika – Fyzika – Informatika*. 2014, roč. 23, č. 3, s. 200–211. Dostupné na World Wide Web: <http://www.mfi.upol.cz/index.php/mfi/article/view/136>.
7. *Introducing Echolink* [online]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.echolink.org>.

8. *Spojení OK2KET – OR4ISS Mezinárodní Vesmírná Stanice ISS* [online]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.elektrotabor.cz/2016/?menu=ariss>.

Kontaktní adresa

Mgr. Lukáš Richterek, Ph.D.
Katedra experimentální fyziky PřF UP
17. listopadu 1192/12, 771 46 Olomouc
Telefon: +420 728 215 341
E-mail: lrichterek@gmail.com