

KONSTRUKCE ČESKÉ AMATÉRSKÉ DRUŽICE – POZEMNÍ POZOROVACÍ STANICE

NOVOTNÝ Jan – ZUKERSTEIN Jaroslav, ČR

Resumé

Tento příspěvek informuje o zapojení studentů FVTM UJEP do vesmírného výzkumu – konkrétně sestavení vlastní malé družice, která bude vypuštěna na oběžnou dráhu. Tento výzkum probíhá na Katedře aplikovaných disciplín Fakulty výrobních technologií a managementu Univerzity J. E. Purkyně. Na tomto unikátním projektu výzkumu vesmíru se podílejí studenti učitelství, studijní obor Technická výchova, prostřednictvím svých diplomových prací.

Klíčová slova: vesmírný výzkum, pozemní pozorovací stanice, technické vzdělávání, projekt.

CZECH AMATEUR SATELLITE CONSTRUCTION – LAND OBSERVATION STATION

Abstract

This contribution presents research of space - especially construction of own small satellite, which will be send to a space orbit. This research is kept on Department of Applied Disciplines of Faculty of Production Technology and Management, J. E. Purkyně University. Students of study field Technical Education are participating on this unique space research project by means of their thesis.

Key words: space research, land observation station, technical education, project.

1 Úvod

Na Katedře aplikovaných disciplín FVTM UJEP ve spolupráci s občanským sdružením Cube.cz úspěšně probíhá výzkum za účelem sestavení české amatérské družice. Cílem projektu je postavit a vypustit malou technologickou družici stavebnicové koncepce na oběžnou dráhu Země. Smyslem akce je ověření reálnosti stavby družice v českých podmínkách a vyzkoušení všech komponentů a jejich funkcí, potřebných pro úspěšné mise kosmických sond.

V současné době jsou hlavními tématy výzkumu na FVTM UJEP návrh nosného pláště, který splňuje náročné konstrukční požadavky a zároveň snese přetížení a vibrace při startu do kosmu, dále spolehlivé napájení solárními články, tvorba a konstrukce radioteleskopu pro pokročilou radiokomunikaci a zabezpečený přenos větších objemů dat. Nedílnou součástí výzkumu je realizace magnetické komory s torzním závěsem, která má za úkol simulovat magnetické pole na oběžné dráze a stav beztláče, díky čemuž bude možné stanovit aktivní systém orientace a stabilizace družice ve všech osách.

2 Zapojení studentů FVTM do projektu amatérské družice

Cílem projektu czCube je stavba a vypuštění malé technologické družice stavebnicové koncepce. Smyslem akce je ověření reálnosti stavby družice v českých podmínkách a vyzkoušení všech dílů potřebných pro úspěšné mise kosmických sond. Usilujeme o takové

řešení družice a souvisejících komponent, které by bylo provozu schopné a zároveň finančně realizovatelné a to včetně zajištění jejího startu.

Jak již bylo řečeno, výzkum a stavba nanodružice typu CubeSat s sebou nese celou řadu konstrukčně náročných úkolů. Jedním z jmenovaných základních problémů, kterými se na Katedře aplikovaných disciplín ve spolupráci se sdružením Cube.cz zabýváme pokročilá komunikace spojená s přenosem větších objemů dat. Stavba amatérské družice CubeSat je velmi náročný projekt, který zahrnuje různorodé činnosti od získávání finančních prostředků až po konečnou montáž družice a její testování. Každý z úkolů vyžaduje znalost dané problematiky. Do jisté míry se na konstrukci družice podílejí i studenti FVTM UJEP, kteří se jednotlivými úkoly zabývají ve svých bakalářských a diplomových pracích. Vzhledem k náročnosti návrhu takového zařízení, kdy dynamičnost konstrukce vyžaduje neustálé změny stávajících navržených prvků, nelze považovat žádný z dílčích úkolů za zcela uzavřený. Jednou z relativně uzavřených kapitol je tvorba pozemní pozorovací stanice, respektive radioteleskopu určeného k pokročilé komunikaci a přenosu větších objemů dat, jako například družicí pořízené fotografie, apod.

3 Návrh mechanických částí pozemní pozorovací stanice

Pro kvalitní a pokročilou komunikaci s družicí je nezbytné zbudovat kvalitní pozemní pozorovací stanici, respektive radioteleskop.

Pozemní pozorovací stanice se skládá ze čtyř základních částí. Jejich stavba a tvorba je popsána v následujících kapitolách.

4 Parabolická reflektorová anténa

Jednou z nejdůležitějších částí pozemní stanice je anténa, která zajistí příjem, ale i odeslání radiového signálu tak, aby bylo zajištěno kvalitní rádiové spojení s družicí. Rádiové spojení bude probíhat mezi družicí a pozemní stanicí, tzn. mezi dvěma místy, a proto je výhodné využít vlastností směrové antény. Naše pozemní pozorovací stanice bude vysílat a přijímat rádiové vlny z družice v pásmu decimetrových vln. Z tohoto důvodu jsme se rozhodli použít parabolický reflektor ve tvaru vrchlíku rotačního paraboloidu, který je účinnou směrovou anténou.

Směrovou anténu charakterizuje parametr směrovost. Směrovost antény je vlastnost antény nebo anténní soustavy vysílat nebo přijímat elektromagnetické vlny s různou intenzitou v závislosti na směru. Pro vysvětlení směrových vlastností parabolického reflektoru odrážejícího radiové vlny můžeme využít zákonitostí z geometrické optiky. Geometrická optika využívá pro popis šíření světla model světelného paprsku. Při dopadu svazku světelných paprsků šířících se rovnoběžně s optickou osou parabolického dutého zrcadla se odražené paprsky protnou v ohnisku zrcadla. Tyto zákonitosti, které jsou platné v oblasti geometrické optiky lze využít i pro oblast rádiových vln. Rozdíl je v tom, že místo zrcadla používáme parabolický reflektor a elektromagnetické vlnění není v pásmu viditelného světla, ale v pásmu rádiových vln.

Při vysvětlení funkce parabolického reflektoru lze využít principu reciprocity. Podle tohoto principu platí stejné zákonitosti, jak pro vysílací anténu, tak pro anténu přijímací. Tento princip nám umožňuje řešit anténu pouze z daného pohledu (přijímací nebo vysílací anténu). Hovoříme tedy o ozáření reflektorové plochy paraboly z ozařovače, platí to i obráceně o odrazení paprsků od reflektoru do ohniska tedy do ozařovače

Tato anténa byla zhotovena studenty oboru Technická výchova, Specializace v pedagogice. Studenti využili vyřazenou anténu ze starého radioteleskopu. Anténa byla upravena k použití pro pozemní pozorovací stanici a kompletně zrekonstruována.

5 Pohybový mechanismus

Pohybový mechanismus (natáčecí systém) musí být navržen tak, aby bylo možno anténou sledovat dráhu družice. Z toho plyne, že natáčecí systém musí být schopen s dostatečnou přesností a rychlostí měnit polohu antény (změna azimutu a elevace). Dále musí zajišťovat bezpečné a pevné uchycení reflektoru. Parametry pohybového mechanismu parabolické antény ovlivní kvalitu příjmu a spolehlivost celé pozemní stanice, proto je potřeba tyto komponenty pečlivě navrhnout. Při návrhu natáčecího systému antény jsme se rozhodovali mezi využitím manuálního ovládání nebo automatizovaného ovládání. Při použití manuálního ovládání bychom nedokázali zajistit dostatečnou přesnost a rychlost sledování dráhy družice. Z tohoto důvodu jsme zvolili automatizované ovládání.

Automatizované ovládání antény nám umožňuje zařízení zvané rotátor. Rotátor je poháněn elektromotory, čímž lze dosáhnout takřka libovolné elevace, či azimutu. Vybraný rotátor je možné řídit pomocí ovládacího zařízení, které bylo zhotoveno a naprogramováno pro tyto účely. Rotátor tak bude automaticky opisovat zadanou dráhu tak, aby byl zajištěn příjem signálu z pohybující se družice.

6 Závěr

Konstrukce funkční družice vypuštěné do vesmírného prostoru na oběžnou dráhu je velmi náročný projekt. Není však třeba se zaleknout a nepokusit se i ve školním prostředí takový projekt realizovat. Ať již prostřednictvím diplomových a bakalářských prací, či v rámci speciálních výběrových seminářů. Současný projekt směřuje k cíli postavit co nejmenší družici relativně dostupnými technologiemi, ale přitom družici, která bude v kosmu plně vybavena komunikačními a navigačními systémy. Vzhledem k relativně dostupným podmínkám pro zajištění startu prostřednictvím organizace CubeSat je velmi reálná šance k úspěšnému dokončení celého projektu, tzn. úspěšným vypuštěním funkční družice na oběžnou dráhu Země. Tím způsobem lze vesmírný výzkum významně rozšířit a zpřístupnit širší veřejnosti a samozřejmě i samotným studentům, pro které je spolupráce na vesmírném výzkumu velmi motivující a přínosná.

7 Literatura

1. ADAMS, S., Allday, J.: Advanced Physics, Oxford, 2000.
2. NOVOTNÝ, J. Konstrukce české amatérské družice – Návrh nosného pláště. In. Media4u Magazine 2010. Hradec Králové, 2010, ISSN 1214-9187.
3. UNGARISH, M., An introduction to gravity currents and Intrusions, Chapman & Hall, 2009.

Lektoroval: PaedDr. Martina Maněnová, Ph.D.

Kontaktní adresa:

PhDr. Jan Novotný, Ph.D.
Fakulta výrobních technologií a managementu
Univerzita J. E. Purkyně
Na okraji 1001, 400 96 Ústí nad Labem
Tel. 475 285 511, e-mail:
novotny@fvmtm.ujep.cz

PhDr. Jaroslav Zuckerstein, Ph.D.
Fakulta výrobních technologií a managementu
Univerzita J. E. Purkyně
Na okraji 1001, 400 96 Ústí nad Labem
Tel. 475 285 511, e-mail:
zuckerstein@fvmtm.ujep.cz