

Přijímání rozptýlených rádiových signálů v Hradci Králové

N. Slivková

Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská, Břehová 7, 115 19 Praha 1
natalie@slivkova.cz

Abstrakt

Předmětem tohoto projektu je zjistit, zdali je možné zachytit odraz rádiového záření z vysílače umístěného v Dijonu, Francie, od ionizované stopy meteoru, který proletěl v prostoru snímání přijímače v Hradci Králové, s ohledem na fyzikální parametry radio vysílače GRAVES (úhel a azimut, pod kterým vysílá). Experimentálními metodami se podařilo zjistit určitou část z celkového objemu atmosféry ozářené vysílačem Graves, kterou sledujeme. Praktická část tohoto projektu zahrnuje chycení rozptýleného signálu od ionizované stopy meteoru, který proletěl v sledované oblasti radaru, a tak ověřit danou hypotézu a dále konstruování 3D obrázku s vyznačenou plochou snímání.

Klíčová slova: rádiové vlny, radar, meteor, radioastronomie

1 Úvod

Vesmír je velice záhadný a tajemný. Už naši dávní předkové se zajímali o to, proč Slunce vůbec svítí. I když člověk postupem času všechno pomalu odhalil, pořád se mu nenaskytla možnost úplného prozkoumání vesmíru. Dokud nepoznal tajemství elektromagnetického záření a rádiových vln. Hlavní téma této práce je tedy radioastronomie, která využívá těchto zmíněných signálů k prozkoumávání vesmíru. Má práce se zabývá detekcí odrazu rádiových vln z radaru GRAVES, který se nachází v Dijonu, ve Francii a slouží pro zkoumání oblohy a mapování nebo případné sledování vojenských družic ostatních států. Přijímáním signálů je pak možné detekovat tělesa, od kterých se signál odrazil v dané ploše snímání. Cílem práce je posoudit, zda je možné přijmout signál odražený od meteorické stopy po průletu meteoroidu z radaru GRAVES a určit plochu, ve které máme možnost takové odrazy sledovat.

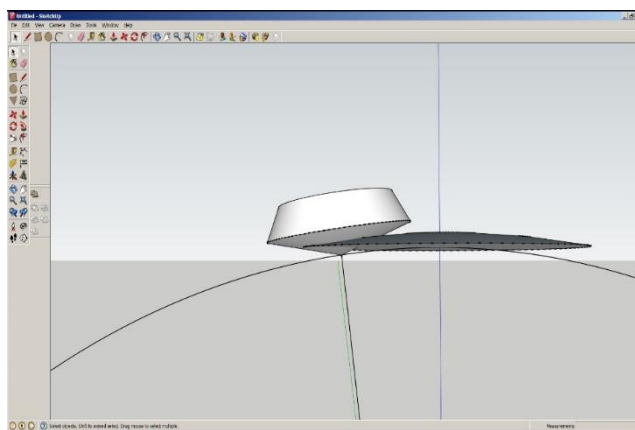
2 Aparatura a experiment

Pro potvrzení hypotézy byla zvolena jednoduchá forma konstruování 3D modelu pozorovatelné části z Hradce Králové a skenované části radaru Graves. K vytvoření 3D modelu bylo potřeba nastudovat, jak radar funguje. Bylo zjištěno, že pozorovatelná část atmosféry z Hradce Králové má tvar podobný kulovému vrchlíku. Tvar ozářené části atmosféry rádiovým vysílačem je složitý a bude ukázán později na obrázku. K modelování těles byl použit program Google SketchUp. Po zapnutí programu bylo nutné zadat jednotky v metrech aby bylo možné udělat průnik přesně (tj. ve zmenšené podobě). Dokončený model pozorované oblasti atmosféry z Hradce Králové má tvar podobající se kulovému vrchlíku a byl umístěn na zakřivený povrch Země společně s oblastí Hradce Králové. Dále na zakřivený povrch Země byl umístěn (v dané vzdálenosti od Hradce Králové) model ozářené oblasti atmosféry vysílačem Graves. Průnikem

těchto dvou oblastí vznikla oblast, ve které přijímač mohl zachytit signál rozptýlených rádiových vln. Pro naprosté potvrzení hypotézy byla použita rádiová meteorická detekční stanice, na které se podařilo zachytit odrazy vln vypouštěných radarem Graves, a tak bylo potvrzeno, že průnik pozorovatelné části oblohy z Hradce Králové a vysílačem GRAVES ozářené části oblohy je opravdu nenulový.

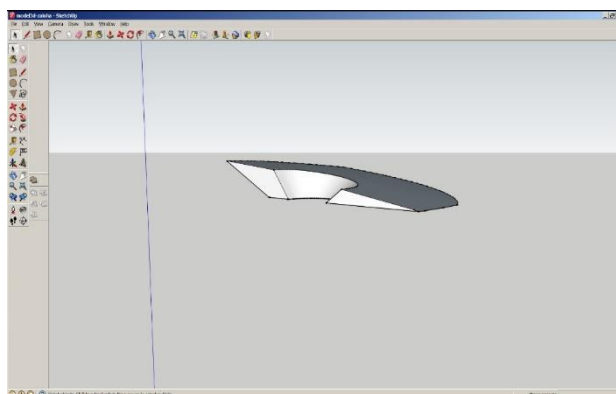
Model části, ve které můžeme zachytit rozptýlené vlny v Hradci Králové

Nejprve bylo nutné vytvoření třech elips. První z nich byl zadán rádius 6,478 metrů (tj. průměr Země + ionosféra 100km ve zmenšeném měřítku). Následně byly vytvořeny další dvě elipsy tentokrát kolmé na první kruh (libovolně na modré ose). První má rádius o velikosti průměru Země a druhá má rádius 6,478 jako první elipsa. Elipsy mají společný střed. Toto poslouží k vytvoření koule - Země. Dále se elipsa posune na vrchol koule, tak aby střed elipsy ležel na modré ose a tvořil s koulí tečnu. Následně byla elipsa posunuta ještě o 100 metrů níže a tím byla vytvořena vrstva ionosféry a poté byla koule seříznuta. Pod vytvořenou oblastí z minulého kroku vytvoříme kružnici. Na kružnici byla vytvořena kolmá přímka k ose (poloměr) procházející středem kružnice. Poté se na ose přímka otočí tak, aby její úhel byl od vrcholu kružnice s oblastí Hradce Králové $7,4^\circ$ (úhel kruhové výseče – vzdálenost Hradce Králové od radaru Graves). Ze vzniklého bodu na kružnici se přímka protáhne tak, aby úhel mezi přímkami svíral 105° (úhel pod kterým radar vysílá signály + 90° obzor). Následně byla vytvořena druhá přímka, která nyní bude svírat úhel 150° (azimut radaru + 90° obzor). Tyto dvě přímky se pak spojí v jeden trojúhelník přímkou. Trojúhelník se zkopíroval a otočil po své ose, tak aby oba trojúhelníky byly v jedné rovině. Je nutné zkontrolovat, jestli sedí úhly. Mezi nejbližšími vrcholy trojúhelníku (horními body) pak byla vytvořena úsečka, na kterou se následně vytvořila kolmice se stejným rozměrem. Tak byl vytvořen půlkruh, který poslouží jako pomocná čára při vytváření průniku. Jelikož radar září pouze jižním směrem bylo možno vymazat přímky a zbyla pouze půlka kružnice, která pomohla vytvořit úsek, který radar skenuje. Pro vytvoření průniku bylo odstraněny zbytečné části.



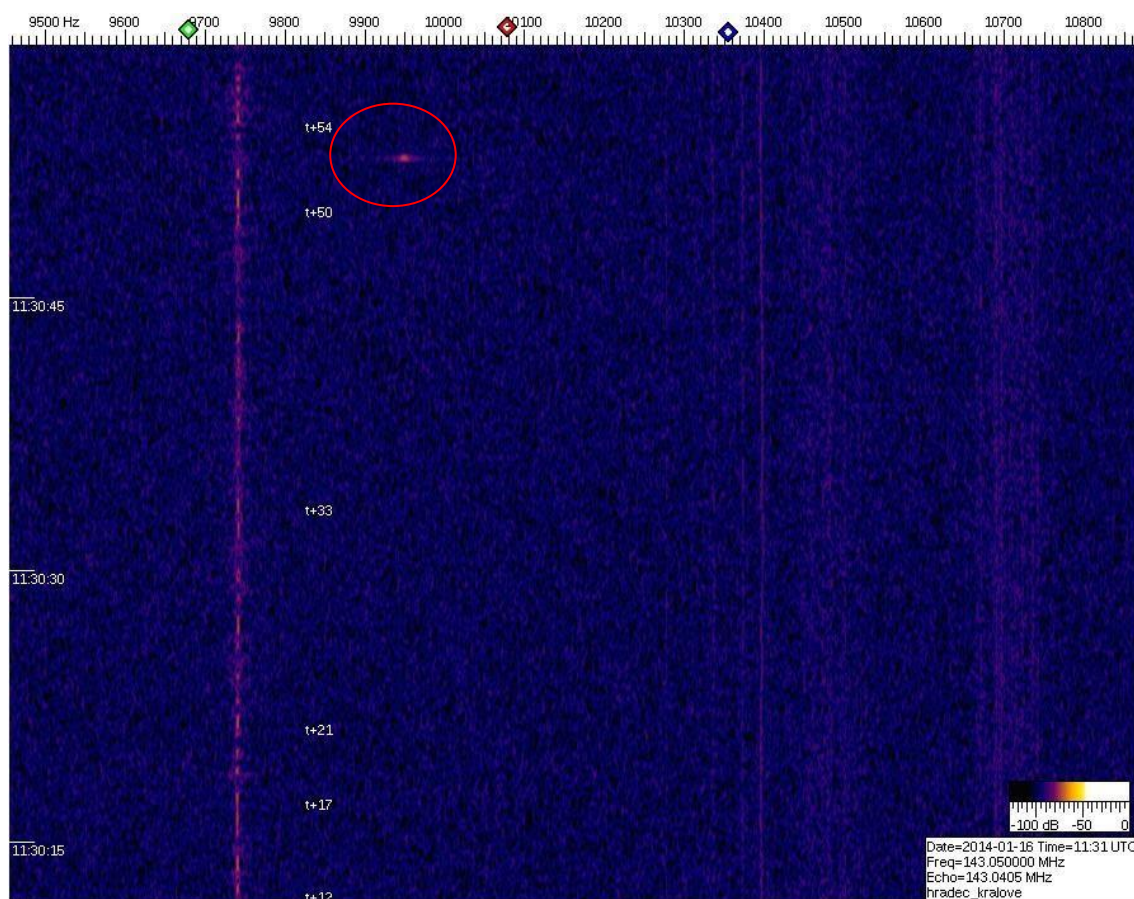
Obr.1 Skenované oblasti

3 Výsledky



Obr. 2 Průnik oblasti Hradce Králové a skenovanou oblastí radaru Graves

Tento malý sporadický meteor byl dne 16. ledna v 11:31 hodin zachycen rádiovou meteorickou detekční stanicí. Červená čára označuje rušení signálem wifi, která se nachází nedaleko přijímače. Zachycená tělesa se mohou objevit jen v určité části obrazovky, vymezené barevnými kosočtverečky.



Obr. 3 Zachycený meteor

4 Závěr

V této práci bylo využito jednoduchých a běžně dostupných metod 3D modelování, které vedly k úspěšnému výsledku. Jako první bych chtěla upozornit na změnu měřítka, které se muselo upravit z důvodů značné velikosti Země a to zmenšením v poměru 1:1 000 000. Průměr Země je tedy v uvedeném měřítku 6,378 m. Modelování také nebylo zcela přesné, jelikož planeta Země nemá tvar přesné koule. Z toho důvodu jsme používali zaokrouhlený průměr Země. Model je ale dost přesný na to, aby neovlivnil tvar výsledné oblasti. Dále je oblast pozorovaná v Hradci Králové omezená obzorem, proto její horní hranice byla zvolena podle schopnosti vytvořit v atmosféře ionizovanou stopu po průletu meteoru. Její dolní hranice omezená není, přestože většina meteorů ji má v 80 kilometrech nad zemí. V projektu se tedy jedná o pouhou jednu vrstvu ionizované atmosféry. Zvoleným postupem práce bylo postupně zjištěno mnoho dalších zajímavostí, které by za normálního zdlouhavého počítání, nebylo možné odhalit. V placené verzi programu SketchUp je také možné zjistit objem tělesa, které bylo vytvořeno.

Reference

- [1] A. Hajduk, *Encyklopédia astronómie*, Obzor, n.p., Bratislava, (1987)
- [2] J. Kákona, *RDMS*, <http://wiki.mlab.cz/doku.php?id=cs:rmds01>
- [3] J. Kákona, *meteorická detekční stanice RMDS01A*,
http://www.mlab.cz/Designs/Measuring_instruments/RMDS01A/DOC/RMDS01A.cs.pdf
- [4] J. Kleczek, *Velká encyklopie vesmíru*, Academia, Praha, (2002)
- [5] P. Lukavský, *SpectrumLab.*, http://cestiny.idnes.cz/spectrum-lab-c9a-/Software.aspx?c=A080512_94096_bw-cestiny-software_bw
- [6] K. Schmidt, *Reception of Echoes out of Space with simple means of Amateur Radio Equipment*, <http://dk5ec.de/Graves-Echo-english.pdf>
- [7] A.Thomson, *A GRAVES sourcebook*,
<http://www.fas.org/spp/military/program/track/graves.pdf>
- [8] V. Vanýsek, *Základy astronomie a astrofyziky*, Academia, Praha, (1980)