

Písemná zpráva o řešení studentského fakulního grantu

(podle §6 Stipendijního řádu Matematicko-fyzikální fakulty)

Název projektu: Studium vln typu „lví řev“ mezi magnetopauzou Země a rázovou vlnou

Řešitelská skupina: Vratislav Krupař, Alexander Pitňa, 3. ročník

Vedoucí projektu: Doc. RNDr. Ondřej Santolík, Dr., KEVF

Charakter projektu: zpracování experimentálních dat

Termín ukončení projektu: 30. září 2005

Průběh řešení projektu

V rámci řešení projektu jsme se nejdříve seznámili s daty získanými družicemi Cluster, způsobem jejich uložení a zpracovávání, především s ohledem na vlny typu „lví řev“. Vytvořili jsme programové vybavení k systematickému zpracování získaných dat za rok 2001.

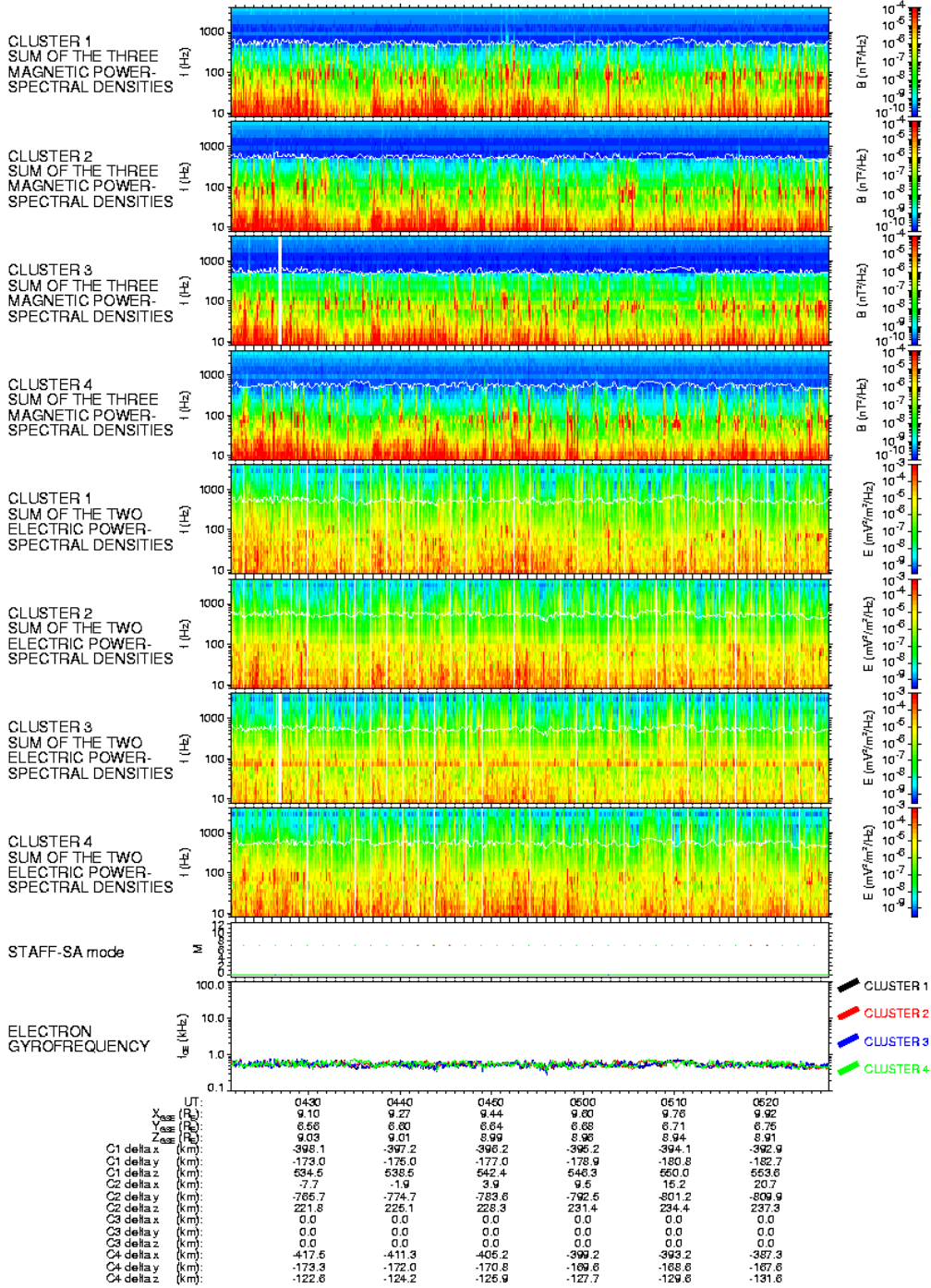
Nejdůležitější body, kterými jsme se zabývali v následující analýze jsou:

- prostudování dostupné literatury týkající se vln typu „lví řev“.
- vytvoření seznamu intervalů, kdy družice Cluster detekovaly vlny „lví řev“
- seznámení se se základy i pokročilejšími procedurami programovacího prostředí Interactive Data Language (IDL)
- vytvoření aplikace pro extrakci a vykreslení dat
- interpretace výsledků získaných vytvořenou aplikací

Množina dat, kterou jsme pro systematickou analýzu použili pochází ze systematického měření přístrojů STAFF-SA na palubě čtyř družic Cluster v roce 2001. Získali jsme 362 datových intervalů, kdy družice Cluster detekovaly vlny typu „lví řev“.

Pro analýzu výskytu jsme použili data zpracovaná programem „PRASSADCO“. Obrázky vytvořené tímto programem zachycují data v určitých intervalech, které jsou v rozmezí deseti minut až dvou hodin. Každý obrázek obsahuje osm menších obrázků, na kterých je zaznamenána spektrální hustota výkonu magnetického pole pro všechny čtyři družice projektu Cluster a poté spektrální hustota výkonu elektrického pole, též pro všechny čtyři družice, a to v závislosti na frekvenci a čase. Dále je na obrázcích zaznamenána závislost cyklotronové frekvence na čase (viz obr. 1).

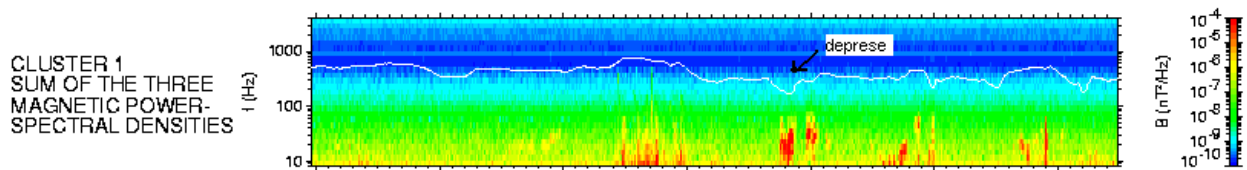
CLUSTER STAFF-SA 2001-02-12 04:21:28.888 - 2001-02-12 05:26:56.818



All data from N2 files C1_010212_1_2a.n2sa C2_010212_1_2a.n2sa C3_010212_1_2a.n2sa C4_010212_1_2a.n2sa
 Calibrated by C1_CT_STASA_20010110_V003.cal C2_CT_STASA_20010110_V003.cal C3_CT_STASA_20010110_V003.cal C4_CT_STASA_20010110_V003.cal
 Processed Sat Feb 23 01:13:17 2002 by read_N2SA(2001May15), Coordinates C1-B0 C2-B0 C3-B0 C4-B0, Attitude OK
 Plot created Sat Feb 23 02:33:05 2002 by PFIASSADCO(2002Feb15), ORBIT No. 9&2

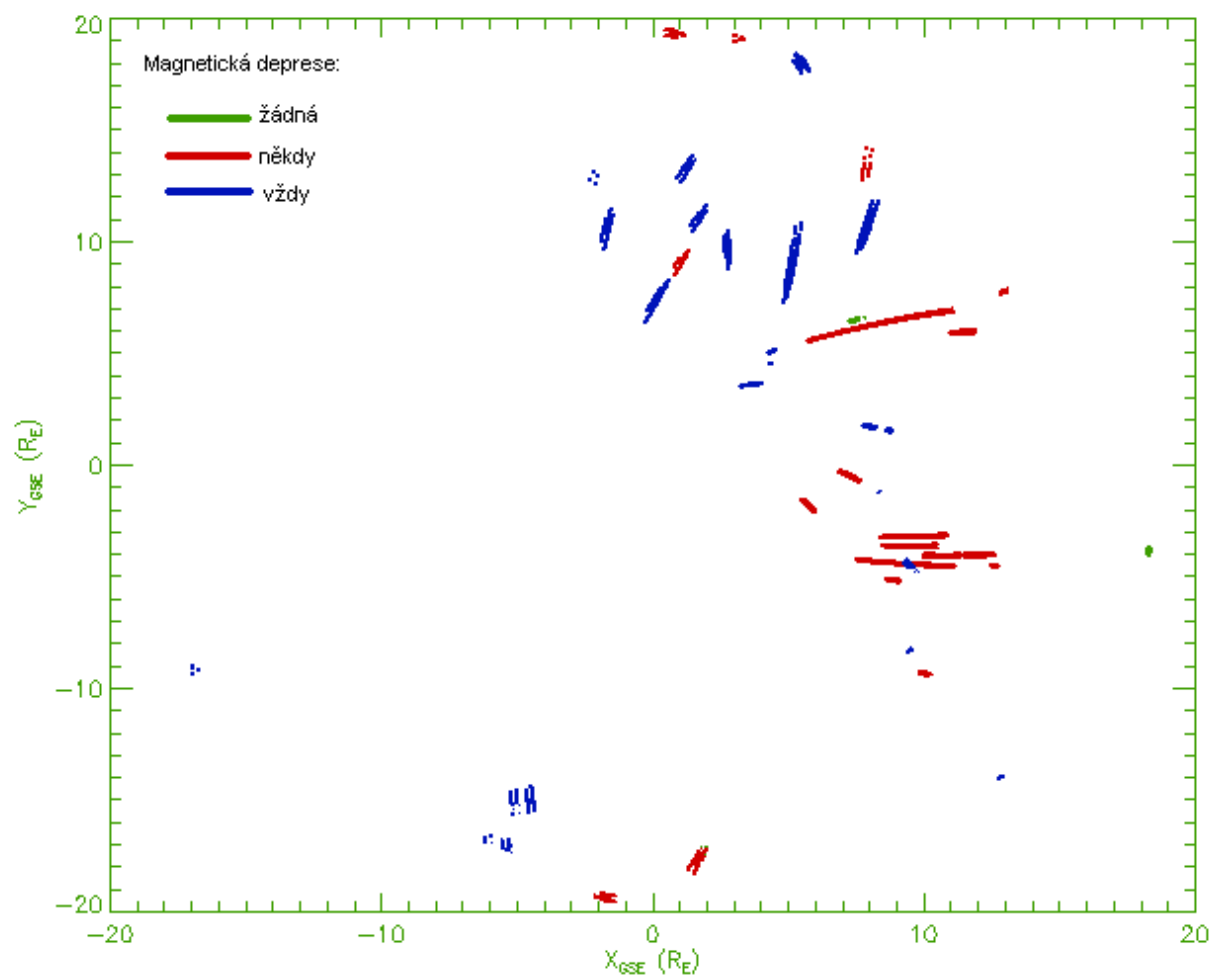
Obrázek 1: Vzorek dat z družic Cluster zpracovaný programem PRASSADCO

Elektromagnetické vlny „lví řev“ se vyznačují charakteristickým úzkopásmovým spektrem, které je na obrázcích dobře pozorovatelné (viz obr. 1). Seznam intervalů jsme získali vizuálním odečítáním začátku a konce výskytu „lvích řvů“ v obrázcích. Ke každému intervalu jsme přidali jeho charakteristiku, zda zaznamenaný „lví řev“ doprovází deprese magnetického pole (0-ne, 1-některé, 2 všechny) a jestli je elektrická složka překryta širokopásmovým šumem (0-ne, 1-ano, 2-někdy).

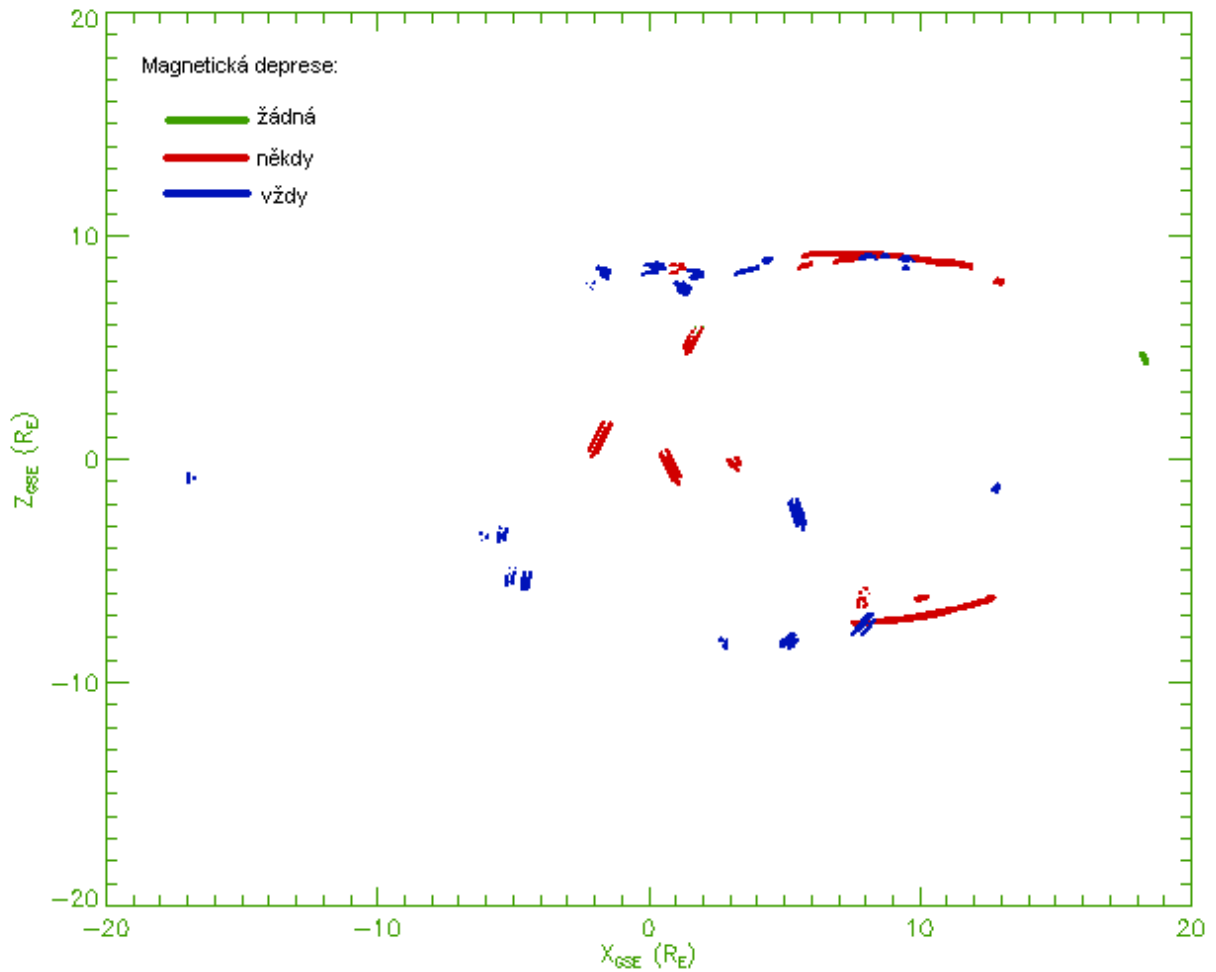


Obrázek 2: Ukázka deprese magnetického pole. Bílá čára znázorňuje lokální elektronovou cyklotronní frekvenci, jež je přímo úměrná velikosti magnetického pole v místě měření.

Dalším krokem bylo vytvoření programu který zpracuje námi získané intervaly výskytu „lvích řevů“ a údaje o poloze družic v prostoru a vytvoří mapu rozložení „lvích řvů“ v prostoru. Mapy zobrazují průměty drah družic do hlavních rovin v soustavě GSE (soustava je geocentrická. Osa x jde podél spojnice Země-Slunce, osa Z je kolmá k ekliptice). Obrázky 2 a 3 zachycují průměty poloh všech družic v rovinách XY a XZ. Pro odlišení deprese magnetického pole jsme použili barvy zelená (0-ne), červená (1-některé) a modrá (2-všechny).



Obrázek 3: Průmět poloh všech družic do roviny XY



Obrázek 4: Průmět poloh všech družic do roviny XZ

Dosažené výsledky

- Seznámili jsme se strukturou programovacího prostředí IDL a dostupnými informacemi o vlnách typu „lví řev“.
- Při odečítání intervalů jsme zjistili, že některé ze „lvích řvů“ mají frekvence v rozsahu 800-1000 Hz a některé v rozsahu 20-100 Hz, přičemž většina pozorovaných „lvích řvů“ mají frekvence v rozsahu 100-200 Hz.

- Zjištění poloh výskytu „lvích řvů“: Z vytvořených map je vidět, že největší výskyt „lvích řvů“ je poblíž ke Slunci přivrácené části magnetopauzy na $X_{GSE} = 5-13 R_E$. Tyto výsledky je však třeba upřesnit dalším zpracováním dostatečně velkého vzorku dat.
- Podali jsme základ pro budoucí práci na analýze vln typu „lví řev“.

V Praze dne 14. října 2005

Vratislav Krupař, Alexander Pitňa

Vyjádření vedoucího projektu

S předkládanou zprávou plně souhlasím. Kolegové Krupař a Pitňa se s velkým nasazením zapojili do systematické práce na analýze dat družic Cluster. Řešitelská skupina se během své činnosti zapojila i do pozdně večerních aktivit na Katedře elektroniky a vakuové fyziky. Rád proto doporučuji vyplacení druhé části stipendia.

Ondřej Santolík