

Závěrečná zpráva o řešení studentského fakultního grantu (podle §5 Stipendijního řádu MFF)

Název projektu: Detekce vln hvizdového módu magnetickými anténami

Ředitelská skupina: Martin Rybář, Petra Suková, Vlastimil Kůs, 2. ročník

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

Charakter projektu: zpracování experimentálních dat

Termín ukončení projektu: 30. září 2006

Průběh řešení projektu:

Tímto projektem jsme navázali na studentskou práci Davida Vrby a Petera Piry „Detekce hvizdů magnetickými anténami“ z loňského roku, kteří se podíleli na stavbě magnetických antén určených k detekci vln hvizdového módu. Jedná se o dvě kruhové antény orientované kolmo na sebe, přičemž k převodu takto získaného analogového signálu na digitální se využívá vstupního portu zvukové karty počítače. Nejprve je ale nezbytné analogová data patřičně upravit pomocí předzesilovače a pásmové propusti (k výběru požadovaného frekvenčního rozsahu, v tomto případě v rozmezí 0.5 – 20 kHz). Tyto antény jsme v první fázi našeho projektu pomohli instalovat na ionosférické observatoři Akademie věd v Panské Vsi (viz obr.1), dále jsme se též podíleli na výrobě nového předzesilovacího stupně, neboť ten původní byl nevyhovující z hlediska potlačení silně rušivých harmonických frekvencí elektrické sítě.



Obr. 1: Magnetické antény na střeše provozní budovy ionosférické observatoře v Panské Vsi.

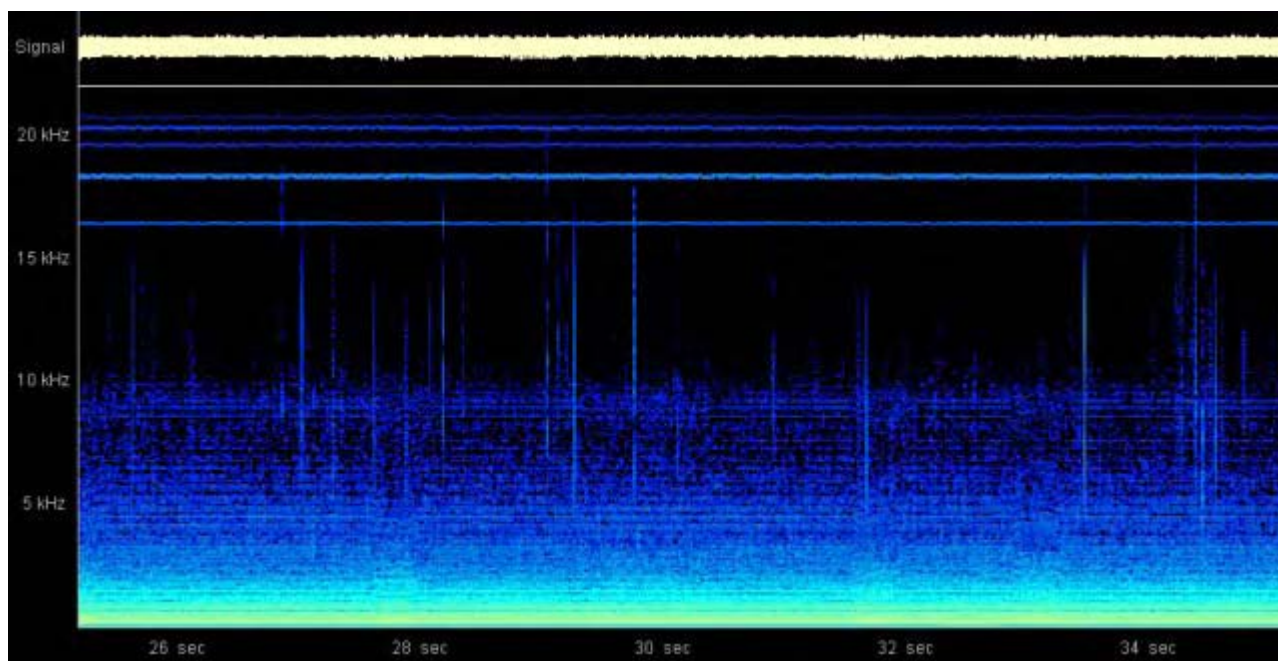
V další části projektu jsme pracovali na optimalizaci stávajícího programového vybavení ke zpracování naměřených dat, přičemž jsme se opírali o již existující program Prasadco určený primárně ke zpracování údajů z umělých družic Země. Prostřednictvím těchto programů jsme mohli vytvořit spektrogramy, v nichž jsme následně vyhledali fyzikálně zajímavé úkazy, obzvláště se

zaměřením na sféricky a hvizdy.

Posledním cílem projektu bylo porovnání naměřených spekter se záznamy simultánně změřenými družicí Demeter. Bylo tedy nutné zjistit okamžiky jejich průletů nad Panskou Vsí a v těchto časech provádět naše měření. Samotné měření dat probíhalo v červenci až září, nicméně vzhledem k tomu, že na jižní polokouli bylo v této době období zimy, kdy nejsou bouřky příliš častým jevem, byla pravděpodobnost zachycení hvizdu, navíc v takto specificky vybraných časech, značně snížena. Naše praktická měření tento fakt potvrdila, neboť se nám nepodařilo lokalizovat žádný hvizd, zato jsme však zachytili celou řadu sférik. Během výše uvedeného období, tj. července až srpna roku 2006, jsme provedli celkem dvacet jedno měření o úhrnné velikosti kolem 7 GB, každé přibližně po půl hodině. Demeter měla v této době nad Panskou Vsí padesát dva průlety v aktivním módu, přičemž pro deset z nich se nám podařilo simultánně naměřit data na našich pozemních magnetických anténách. Příklady těchto měření jsou uvedeny v obrázcích 3, 4 a 5.

Jak je patrné z předešlé části, pro úspěšné provedení korelace dat z pozemních antén a z Demeter je nezbytným předpokladem dostatečná přesnost časování. V našem případě to probíhalo tak, že jsme se vzdáleně připojili pomocí programu VNC do observatoře v Panské Vsi, kde jsme spouštěli měření a zaznamenali si čas jeho počátku podle seřízených hodin. Nicméně reakční doba tohoto dálkového spojení spolu s reakční dobou pozorovatele (pozorovatelka neměla pevnou IP) dávají chybu takto určeného času v řádu desetin sekund, což je třeba mít v okamžiku, kdy zpracováváme data, na paměti. Dalším důležitým faktorem při zpracovávání je časování na samotné Demeter – její čas je posunut o sekundu kupředu, což je ve většině našich dat dobře pozorovatelný jev.

Na změřených spektrogramech jsme rozeznali několik frekvenčně různě položených, téměř konstantních, signálů (viz obr. 2). Po jejich identifikaci se ukázalo, že se jedná o radionavigační signály využívané pro navádění ponorek. Jejich seznam je uveden v tabulce 1. Tyto signály bude možné využít pro kalibraci orientace antén, což otevře možnost určovat směry příchodů pozorovaných jevů.



Obr. 2: Vybraný spektrogram s radionavigačními vysílači z tab. 1. Mimo nich je zde celá řada sférik. Obrázek byl vytvořen programem SpectrumPlayer.

Tab.1: Zachycené radionavigační vysílače pro ponorky.
(dle http://n.wikipedia.org/wiki/Very_low_frequency)

Kód	Místo	Frekvence	Zeměpisná šířka	Zeměpisná délka
JXN	Helgeland (Norway)	16.40 kHz	59.400	5.783
HWU	Le Blanc (France)	18.30 kHz	45.667	4.517
GBZ	Criggon (Britain)	19.60 kHz	52.732	-3.044
ICV	Tavolara (Italia)	20.27 kHz	40.950	9.430
HWU	Le Blanc (France)	21.75 kHz	59.400	5.783

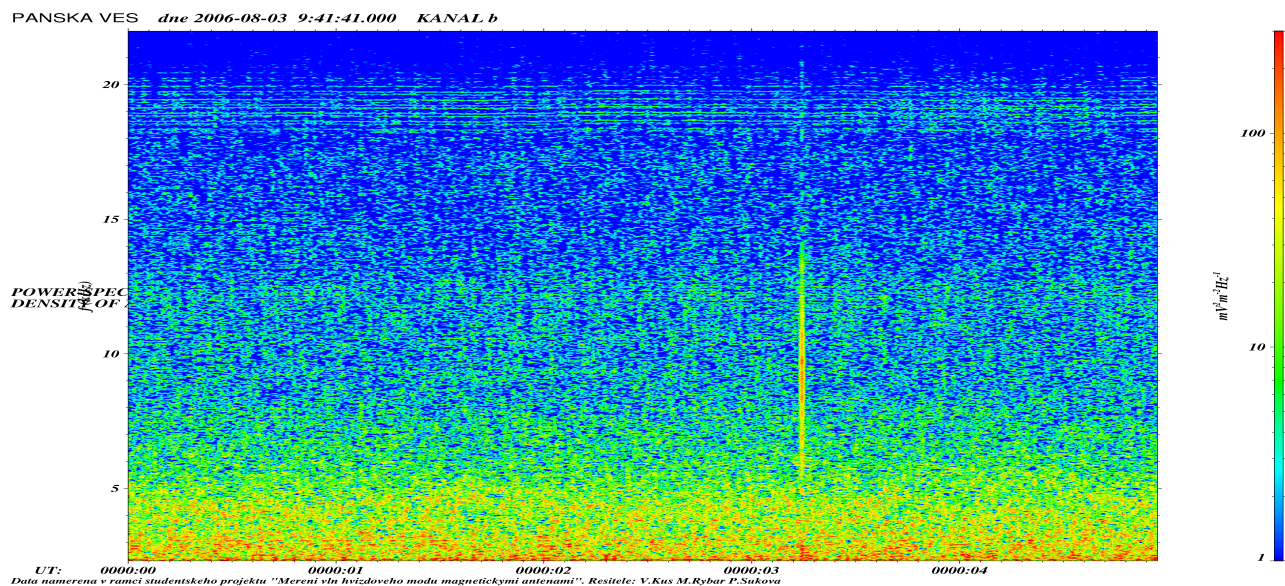
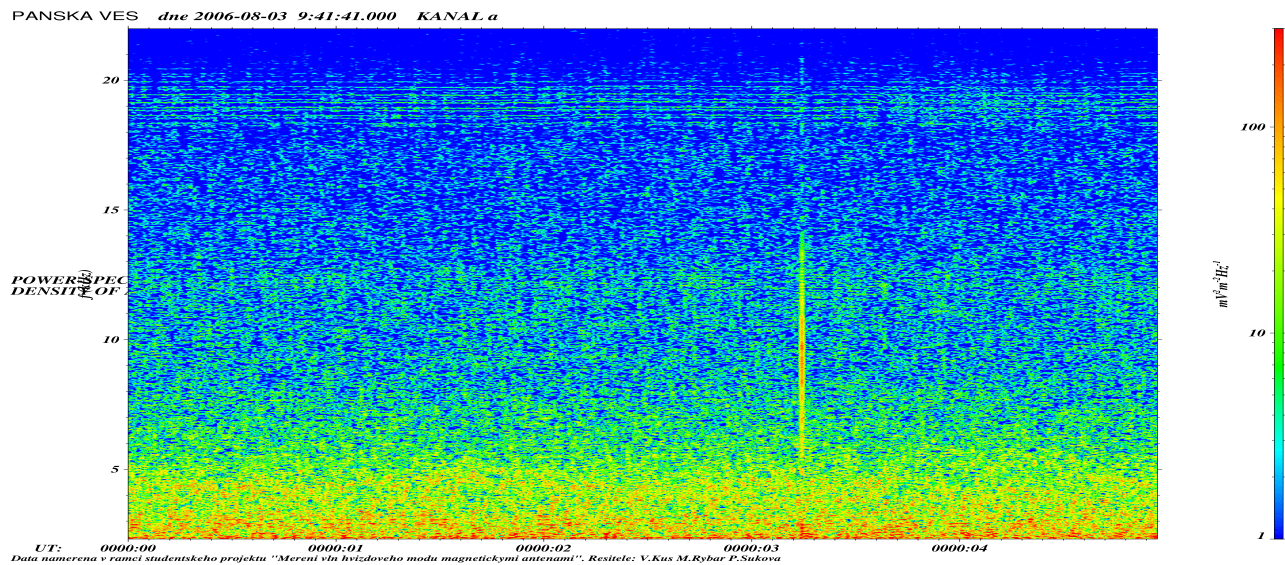
Výsledky:

- (1) Podíleli jsme se na instalaci antén v Panské Vsi a výrobě vhodnějšího předzesilovacího stupně včetně osazení plošného spoje součástkami.
- (2) Optimalizovali jsme stávající programy určené pro zpracování dat z umělých družic (programy wbd2psd, Prassadco) pro využití na náš typ dat a vytvořili pomocí nich z našich měření spektrogramy.
- (3) Naměřená data jsme prohlédli a ve spektrogramech jsme našli fyzikálně zajímavé jevy (především sféry) a porovnali je s daty naměřenými Demeter. Příklad takového vybraného měření je na obrázcích 3, 4 a 5. Hvízd se nám nepodařilo zaznamenat žádný, což je však v souladu s tím, že na jižní polokouli, odkud hvězdy pocházejí, byla v měřeném období zima (četnost bouřek byla minimální).

Příklady vybraných měření:

- a) Na obrázku 3 je výstup měření z 3. srpna 2006. První dva spektrogramy pocházejí z dat naměřených v Panské Vsi (měříme na dvou kolmých anténách), poslední jsme získali z Demeter, jež v tentýž čas prolétala v blízkosti pozemních antén. Na prvních dvou obrázcích lze zřetelně vidět jasnou sféru (9:41:43.2), jejíž dobu z hlediska Demeter jsme identifikovali ve třetím spektrogramu obr. 3 jakožto nejintenzivnější hvízd s velmi rychlým poklesem frekvence v čase 9:41:43.5. Na záznamu z Demeter je navíc vidět francouzský vysílač v Le Blanc o frekvenci 18.3 kHz (HWU).
- b) Další příklad zaznamenané sféry je na obrázku 4. Jak vidno, je značně intenzivnější než šum v pozadí a jsou patrné i drobné rozdíly v intenzitě mezi kanály *a* a *b*, což je způsobeno různým úhlem dopadu vlny na jednotlivé antény (a tím i různou magnetickou indukci). Této sféře (20:51:15.4) odpovídá skupinka hvízd v čase 20:51:16 a na tomtéž spektrogramu se vyskytují i tři silné signály z vysílačů z tabulky 1, konkrétně s frekvencemi 16.4 (JXN), 18.3 (HWU) a 19.6 (GBZ) kHz.
- c) Poslední z vybraných měření, obr. 5, zobrazuje skupinku přibližně šesti sfér v oblasti kolem času 20:52:18, s odstupem jedné sekundy pak dvě sféry vzájemně vzdálené o 0.01s. Obdobnou konstelaci hvízd s rychle klesající frekvencí vzájemně vzdálených o téměř stejné časové úseky lze též nalézt na družicovém spektrogramu, kde jsou navíc opět viditelné poměrně intenzivní frekvence radionavigačních vysílačů z tabulky 1, a to na frekvencích 16.4 (JXN), 18.3 (HWU) a 19.6 (GBZ) kHz.

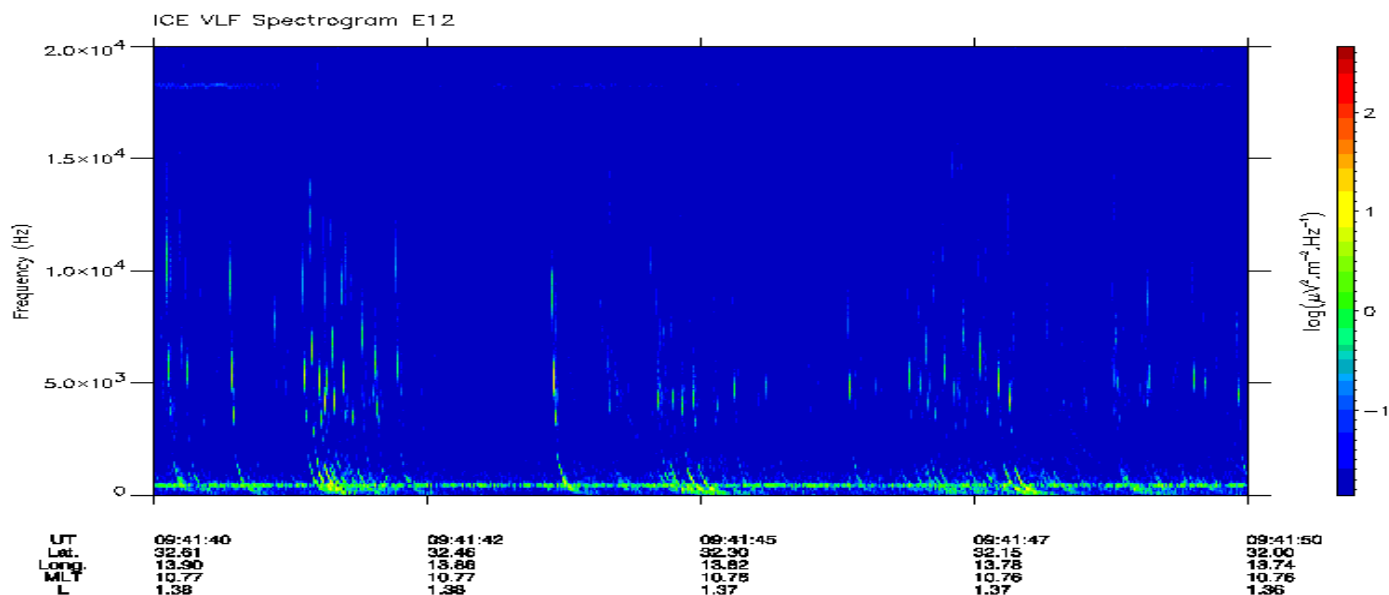
Pozn.: Časy jsou uvedeny v UT.



DEMETER

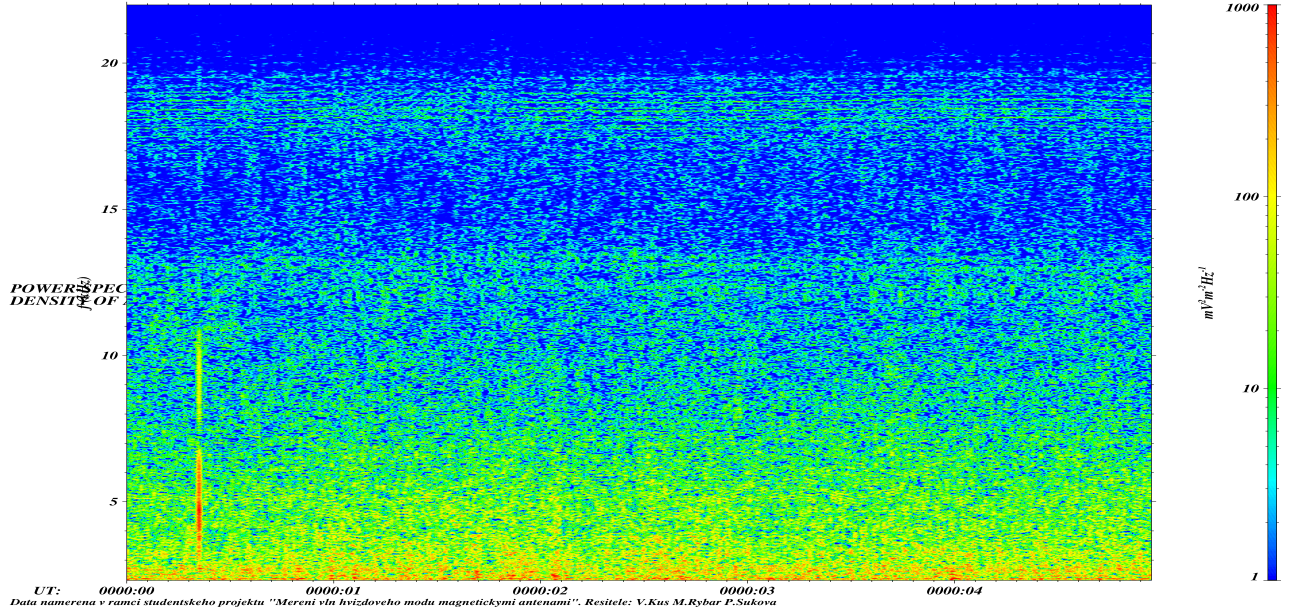
Date (yy/mm/d): 2006/08/03

Orbit: 11119_0

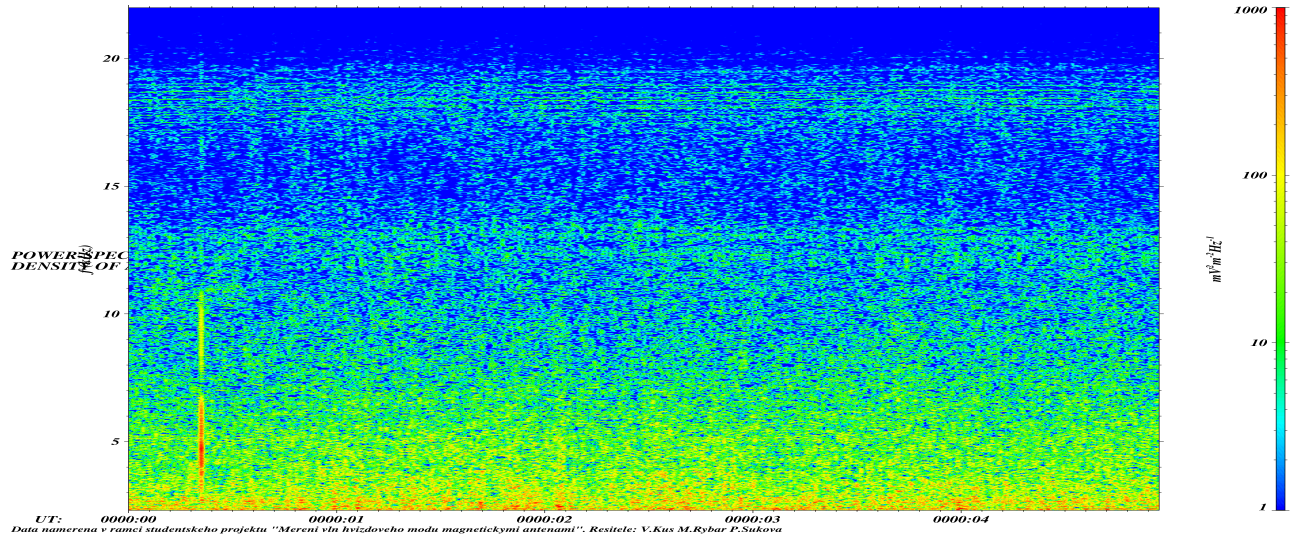


Obr. 3: První dva spektrogramy představují oba kanály naměřené v Panské Vsi, poslední pochází z Demeter. Datum měření: 3. srpna 2006, 09:41:40 UT

PANSKA VES dne 2006-08-13 20:51:16.000 KANAL a



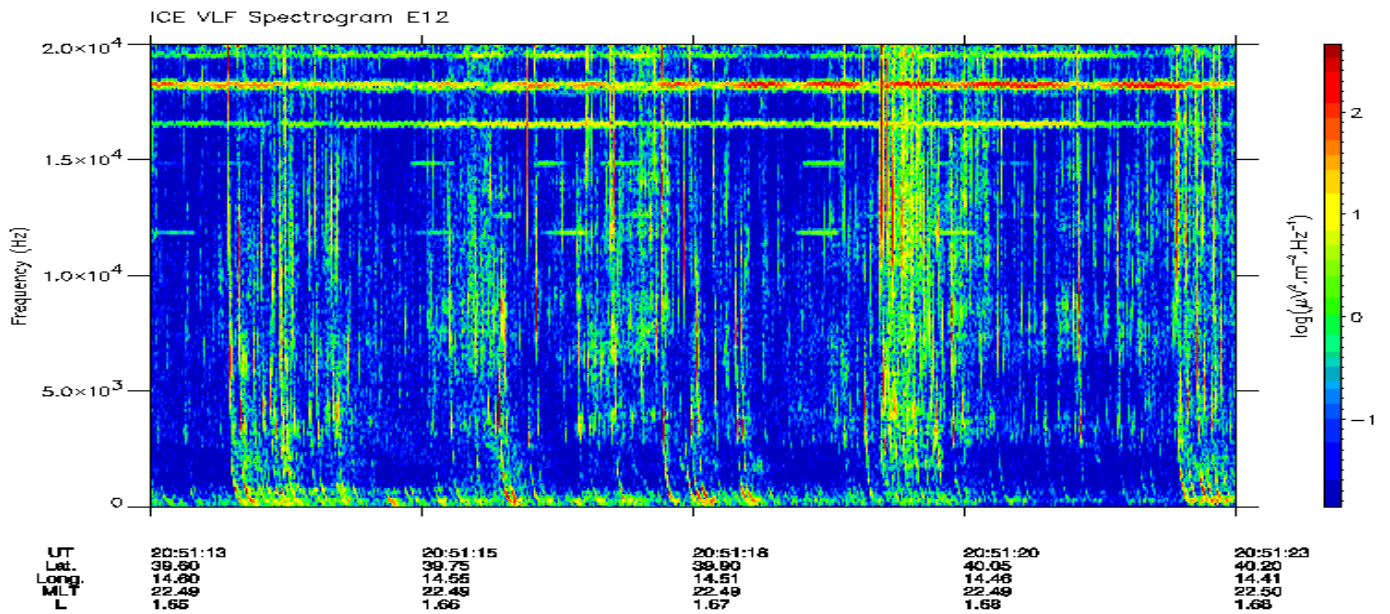
PANSKA VES dne 2006-08-13 20:51:16.000 KANAL b



DEMETER

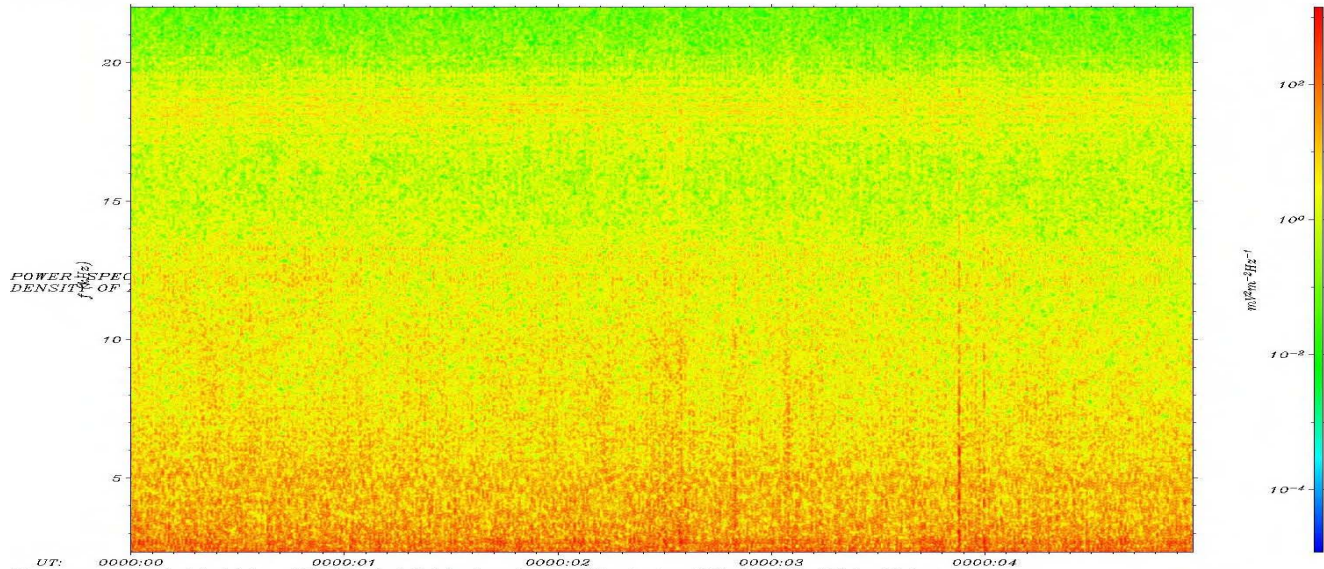
Date $t_{\text{y}}/m/d_{\text{y}}$: 2006/08/13

Orbit: 11272_1

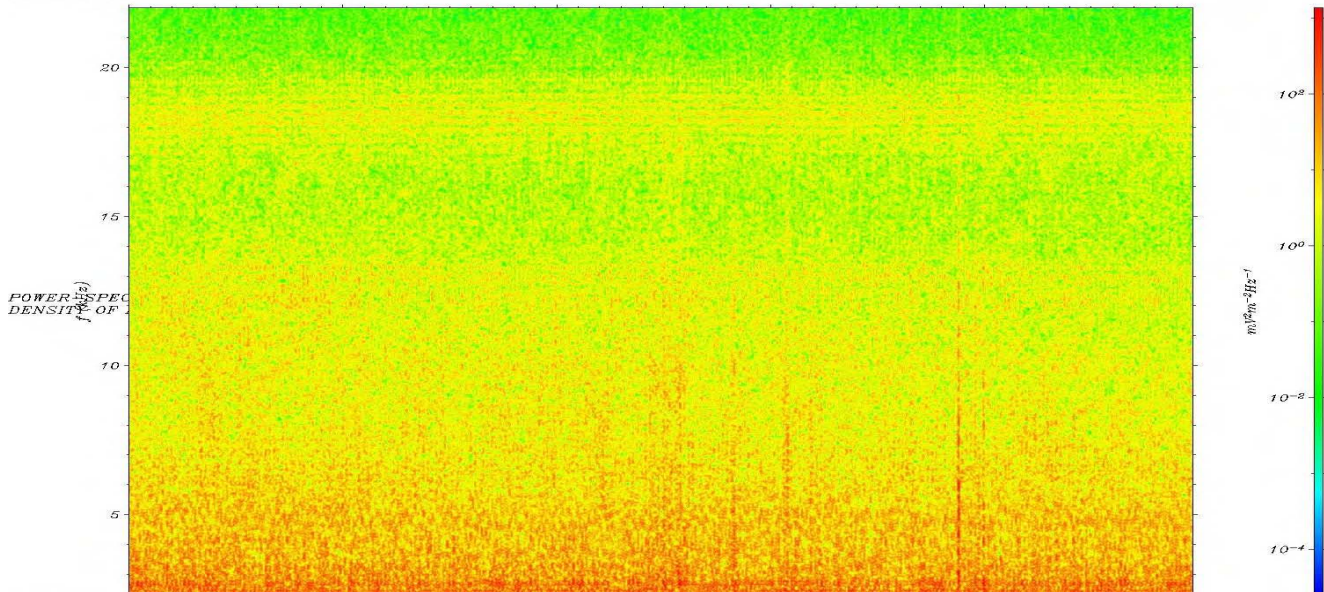


Obr. 4: První dva spektrogramy představují oba kanály naměřené v Panské Vsi, poslední pochází z Demeter. Datum měření: 13. srpna 2006, 20:51:16 UT

PANSKA VES dne 2006-08-13 20:52:15.000 KANAL a



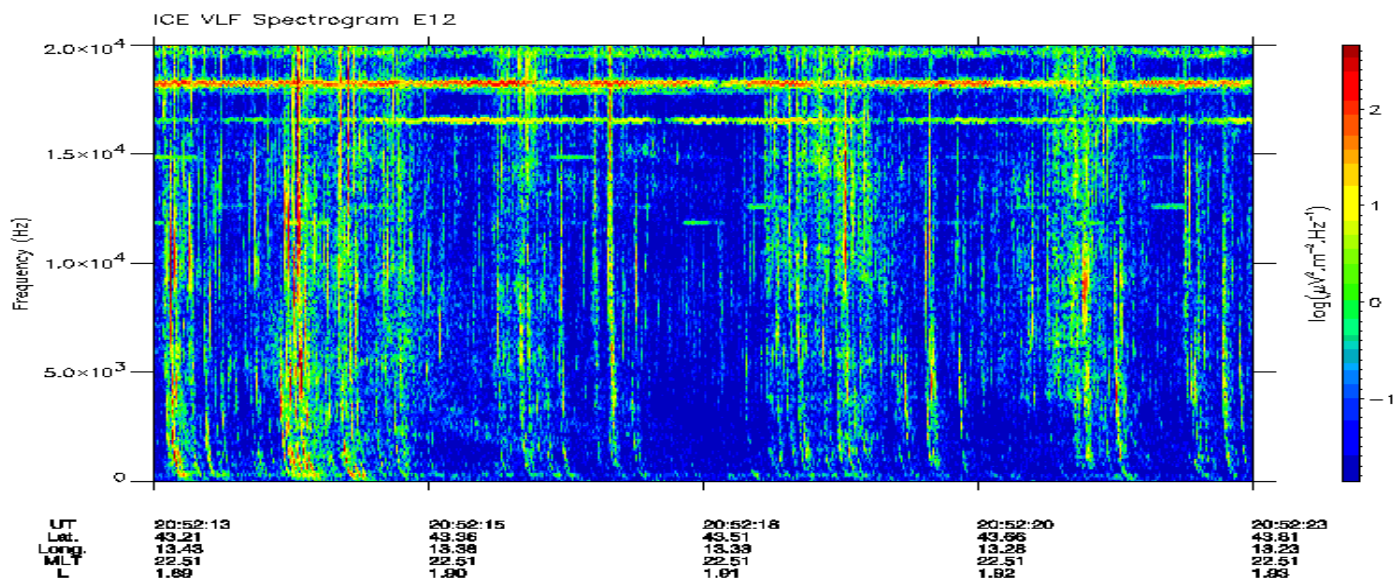
PANSKA VES dne 2006-08-13 20:52:15.000 KANAL b



DEMETER

Date (y/m/d): 2006/08/13

Orbit: 11272_1



Obr. 5: První dva spektrogramy představují oba kanály naměřené v Panské Vsi, poslední pochází z Demeter. Datum měření: 13. srpna 2006, 20:52:15 UT

Závěr

V rámci našeho projektu jsme se podíleli na instalaci měřicího zařízení v oboru VLF a provedli jsme testovací měření v červenci až září 2006. Naměřená data jsme porovnali s daty družice DEMETER, která byla zapínána pro měření v rychlém módu nad pozorovací a telemetrickou stanicí v Panské Vsi. Nalezli jsme případy, kdy družice měřila hvizdy s nízkou dispersí současně se sferikami pozorovanými v Panské Vsi. Tyto výsledky jsou slibným začátkem pro další studium průniku hvizdů inosférou.

Poděkování

Tímto bychom rádi vyjádřili náš dík Ing. Jaroslavu Chumovi z Ústavu fyziky atmosféry Akademie věd, jenž nám a celému projektu detekce hvizdů (jenž vysoce přesahuje rozsah tohoto projektu) věnoval mnoho času a úsilí. Dále bychom rádi poděkovali pracovníkům observatoře v Panské Vsi, kteří nám ochotně pomáhali s instalací antén a Davidu Píšovi, studentu třetího ročníku MFF UK, jenž nám byl nápomocen při spouštění měření v Panské Vsi. Náš dík patří též Michelu Parrotovi, vedoucímu projektu Demeter, za spuštění rychlého módu nad Panskou Vsí. A na závěr bychom rádi na tomto místě poděkovali Doc. Ondřeji Santolíkovi, našemu projektovému vedoucímu, za nezměrnou ochotu, trpělivost a důvěru v nás vloženou.

V Praze dne 4. října 2006

Martin Rybář, Petra Suková, Vlastimil Kůs

Vyjádření vedoucího projektu:

S předkládanou zprávou plně souhlasím. Kolegyně Suková a kolegové Rybář a Kůs se s velkým nasazením zapojili do systematické práce na měření v Panské Vsi a na porovnávání výsledků s družicovými daty. Projevili velký smysl pro týmovou práci a získané výsledky považují za velmi slibné. Rád proto doporučuji vyplacení druhé části stipendia.

Ondřej Santolík