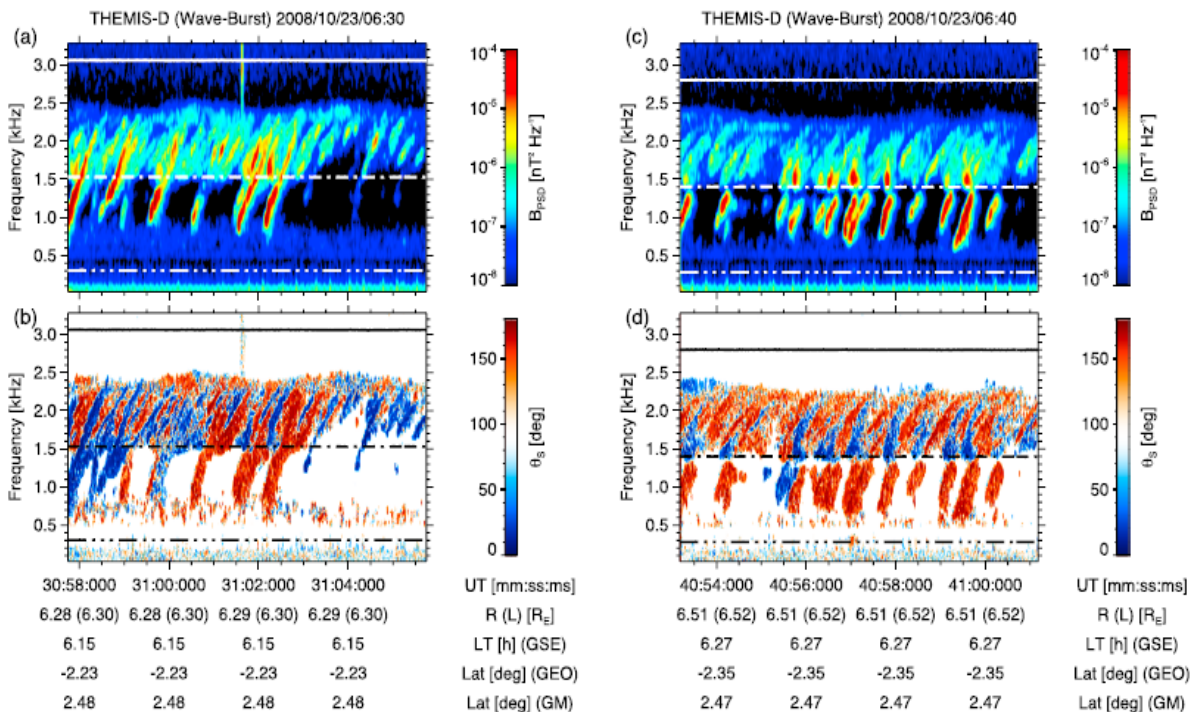


Výsledky Oddělení kosmické fyziky Ústavu fyziky atmosféry AV ČR zveřejněné v roce 2015

1. Vlastnosti emisí typu chorus a hiss

Na základě analýzy spektrálních charakteristik, směrů vlnového vektoru a polarizace jsme našli pět různých kategorií zdrojů vyzařujících nelineární elementy choru. V této případové studii jsme analyzovali elementy emise typu chorus zaznamenané družicí THEMIS v jejich zdrojové oblasti. Zaměřili jsme se na spektrální a polarizační charakteristiky chorových elementů se stoupající frekvencí (obr. 2). Zajímalo nás zejména, jak se mění během formování elementu úhel, který svírá vlnový vektor a siločára magnetického pole Země. Zjistili jsme, že se úhel šíření vlny mění od paralelního až k téměř kolmému na magnetickou siločáru a že ke změnám úhlu šíření dochází dokonce v rámci jediného chorového elementu. Podle vypočtených charakteristik jsme rozdělili pozorované případy do pěti charakteristických skupin a určili jejich vlastnosti. Zajímavá byla zvláště skupina třetí, kdy se emise typu chorus rozdělila ve své zdrojové oblasti do dvou zřetelných frekvenčních pásmů s mezerou umístěnou na polovině lokální elektronové cyklotronové frekvence a šířkou ~ 100 Hz, což současné teorie neumí uspokojivě vysvětlit.



Výkonová spektrální hustota magnetického pole (a, c); polární úhel Poyntingova vektoru (b, d)

Reference:

Taubenschuss U., Santolík O., Graham D. B., Fu H., Khotyaintsev Y. V., Le Contel O., 2015: Different types of whistler mode chorus in the equatorial source region. *Geophys. Res. Lett.*, 42, doi:10.1002/2015GL066004.

Související reference:

Macůšová, E., O. Santolík, N. Cornilleau-Wehrlin, and K. H. Yearby (2015), Bandwidths and amplitudes of chorus-like banded emissions measured by the TC-1 Double Star spacecraft, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 120, 1057-1071, doi:10.1002/2014JA020440.

Miyoshi, Y., S. Saito, K. Seki, T. Nishiyama, R. Kataoka, K. Asamura, Y. Katoh, Y. Ebihara, T. Sakanoi, M. Hirahara, S. Oyama, S. Kurita, and **O. Santolík** (2015), Relation between fine structure of energy spectra for pulsating aurora electrons and frequency spectra of whistler mode chorus waves, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 120, doi:10.1002/2015JA021562.

Miyoshi, Y., S. Oyama, S. Saito, S. Kurita, H. Fujiwara, R. Kataoka, Y. Ebihara, C. Kletzing, G. Reeves, **O. Santolík**, M. Clilverd, C. J. Rodger, E. Turunen, and F. Tsuchiya (2015), Energetic electron precipitation associated with pulsating aurora: EISCAT and Van Allen Probe observations, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 120, 2754–2766, doi:10.1002/2014JA020690.

Hajra, R., B. T. Tsurutani, E. Echer, W. D. Gonzalez, C. G. Marques Brum, L. E. Antunes Vieira, and **O. Santolík** (2015), Relativistic Electron Acceleration during HILDCAA Events: Are Precursor CIR Magnetic Storms Important? *Earth, Planets and Space* 67:109, DOI 10.1186/s40623-015-0280-5.

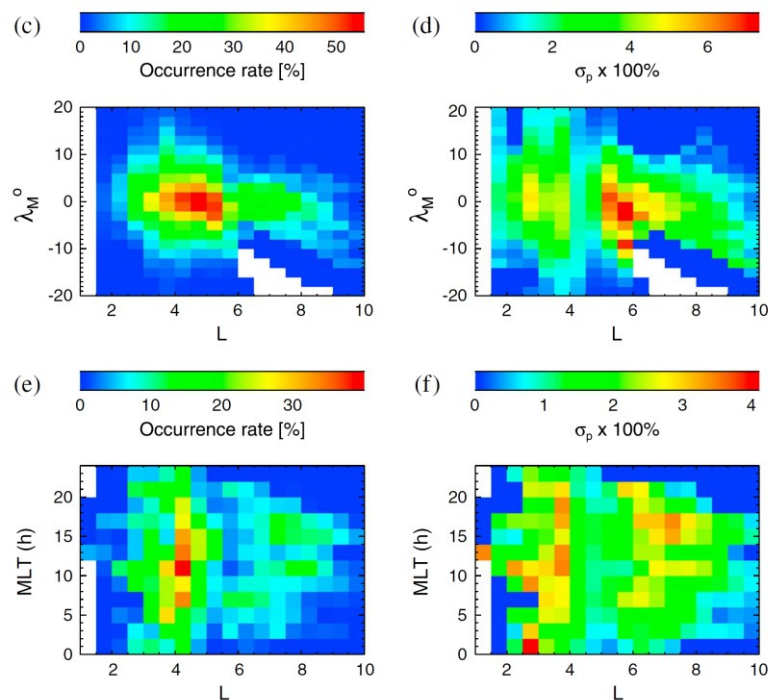
Laakso, H., **O. Santolík**, R. Horne, **I. Kolmašová**, P. Escoubet, A. Masson, and M. Taylor (2015), Identifying the source region of plasmaspheric hiss, *Geophys. Res. Lett.*, 42, 3141-3149, doi:10.1002/2015GL063755.

Tsurutani, B. T., B. J. Falkowski, J. S. Pickett, **O. Santolík**, and G. S. Lakhina (2015), Plasmaspheric hiss properties: Observations from Polar, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 120, 414-431, doi:10.1002/2014JA020518.

Titova, E. E., B. V. Kozelov, A. G. Demekhov, J. Manninen, **O. Santolík**, C. A. Kletzing, and G. Reeves (2015), Identification of the source of quasiperiodic VLF emissions using ground-based and Van Allen Probes satellite observations, *Geophys. Res. Lett.*, 42, 6137–6145, doi:10.1002/2015GL064911.

2. Rovníkový šum

Vytvořili jsme soubor záznamů emisí typu rovníkový šum, (nazývané též rychlé magneto-zvukové vlny), naměřené přístrojem STAFF-SA na palubě družic CLUSTER během deseti let. Analýza vlastností těchto emisí ukázala, že se vyskytují převážně v oblastech do 7° od geomagnetického rovníku ve vzdálenostech 3-5.5 zemských poloměrů a že se jejich výskyt zvyšuje během zvýšené geomagnetické aktivity. V případové studii jsme ukázali, že emise typu rovníkový šum může mít zřetelnou frekvenční periodickou strukturu. Frekvence jednotlivých úzkých pásem (obr. 4) odpovídají přesně násobkům protonové cyklotronové frekvence. Přítomnost takto strukturovaných vln naznačuje, že emise typu rovníkový šum mohou hrát významnou roli v urychlování a rozptylu elektronů a iontů v radiačních páscech Země.



Výskyt emise typu rovníkový šum v intervalech $0.5 L \times 2^\circ \lambda_M$ (c, d) a $0.5 L \times 2$ hod MLT (e, f).

Reference:

Hrbáčková, Z., O. Santolík, F. Nemeč, E. Macúšová, and N. Cornilleau-Wehrin (2015), Systematic analysis of occurrence of equatorial noise emissions using 10 years of data from the Cluster mission, J. Geophys. Res. Space Physics, 120, 1007-1021, doi:10.1002/2014JA020268.

Související reference:

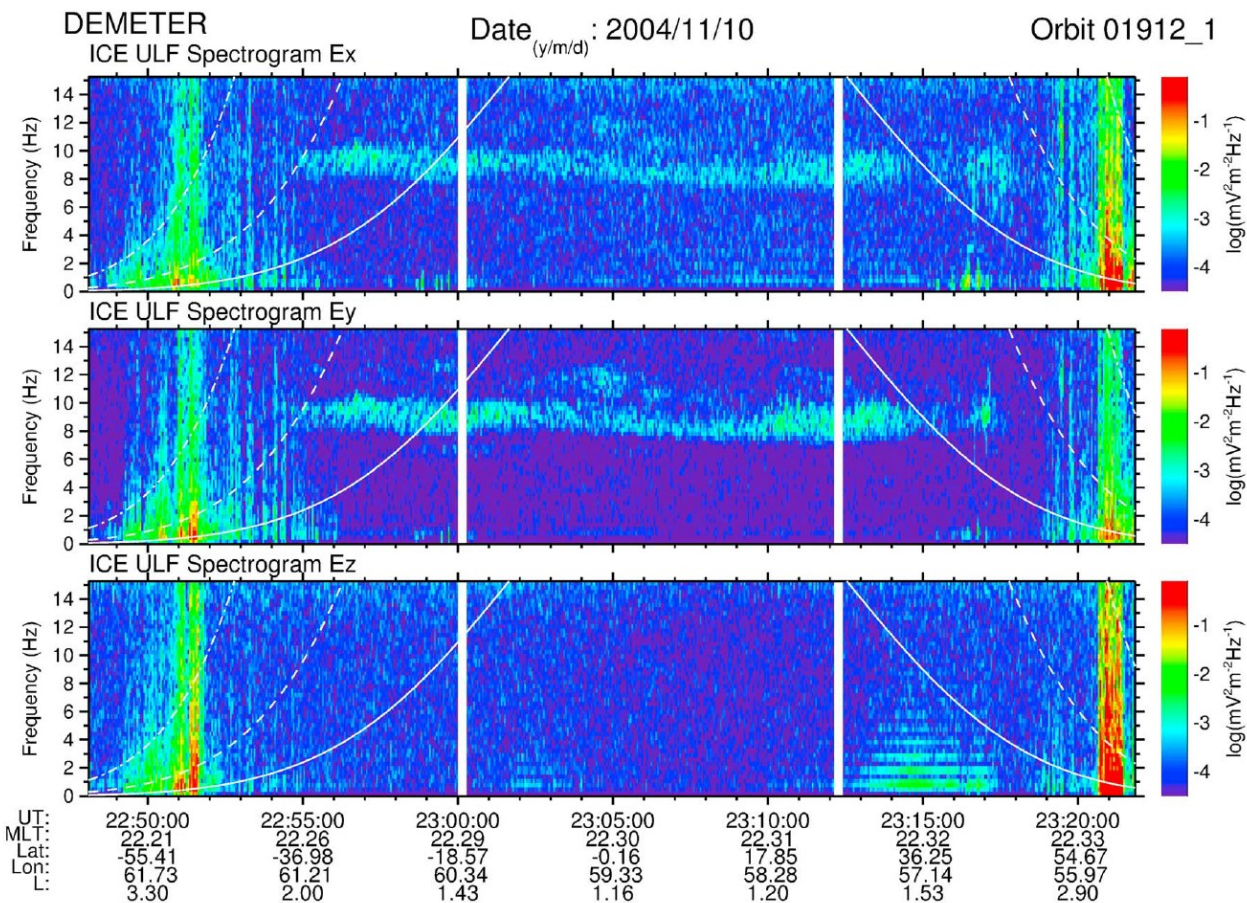
Balikhin, M. A., Y. Y. Shprits, S. N. Walker, L. Chen, N. Cornilleau-Wehrin, I. Dandouras, O. Santolik, C. Carr, K. H. Yearby, B. Weiss, Observations of discrete harmonics emerging from equatorial noise (2015). Nat. Commun. 6:7703 doi: 10.1038/ncomms8703.

Němec, F., O. Santolík, Z. Hrbáčková, J. S. Pickett, and N. Cornilleau-Wehrin (2015), Equatorial noise emissions with quasiperiodic modulation of wave intensity, J. Geophys. Res. Space Physics, 120, 2649-2661, doi:10.1002/2014JA020816.

Němec, F., O. Santolík, Z. Hrbáčková, and N. Cornilleau-Wehrin (2015), Intensities and spatiotemporal variability of equatorial noise emissions observed by the Cluster spacecraft, J. Geophys. Res. Space Physics, 120, 1620-1632, doi:10.1002/2014JA020814.

3. Měření vlnových emisí družicí DEMETER

Družice DEMETER, která obíhala Zemi na nízké oběžné dráze, zaznamenala během magnetické bouře v listopadu 2004 v pásmu ultra nízkých frekvencí (0–20 Hz) elektromagnetické emise typu EMIC (elektromagnetické iontově-cyklotronové vlny) na neobvykle vysokých frekvencích a po neobvykle dlouhou dobu. Analýzou šíření emise jsme zjistili, že její zdrojová oblast leží pravděpodobně ve vnitřní magnetosféře ($L \sim 2-3$). Této zdrojové oblasti odpovídá i frekvence emise, která dosahuje 10 Hz. Domníváme se, že vlnová emise byla generována pod lokální cyklotronovou frekvencí helia a šířila se ve velkém rozmezí úhlů vlnového vektoru vůči pozadovému magnetickému poli ke družici na nízké výšce.



Příklad emise typu EMIC ve spektrogramech tří složek elektrického pole do 15 Hz z 10. 11. 2004 mezi 22:48:06 and 23:21:44 UT. Parametry pod obrázkem označují čas (UT), magnetický lokální čas (MLT), geomagnetickou šířku (Lat) a délku (Lon) a McIlwainův parametr (L). Svislé bílé čáry označují časový interval, pro který nejsou data k dispozici z důvodu kalibrace přístroje. Plné, čárkované a čerchované linky označují rovnikové cyklotronové frekvence O^+ , He^+ , and H^+ .

Reference:

Píša, D., M. Parrot, O. Santolík, and J. D. Menietti (2015), EMIC waves observed by the low-altitude satellite DEMETER during the November 2004 magnetic storm, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 120, 5455-5464, doi:10.1002/2014JA020233.

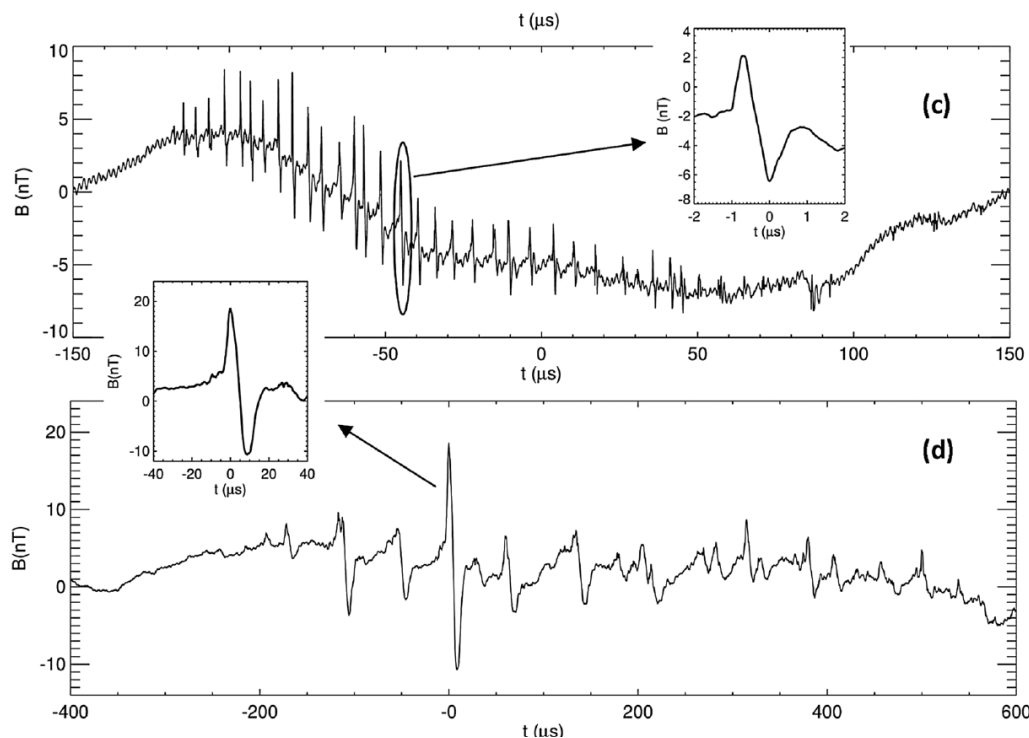
Související reference:

Bezděková, B., F. Němec, M. Parrot, **O. Santolík**, and **O. Krupařová** (2015), Magnetospheric line radiation: 6.5 years of observations by the DEMETER spacecraft, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 120, 9442–9456, doi:10.1002/2015JA021246.

Nemec, F., M. Parrot, and **O. Santolík** (2015), Power line harmonic radiation observed by the DEMETER spacecraft at 50/60 Hz and low harmonics, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 120, 8954–8967, doi:10.1002/2015JA021682.

4. Elektromagnetické projevy bleskové aktivity

Představili jsme nový jednoduchý model, kterým lze popsat unipolární a bipolární elektromagnetické pulsy, které se jsou vyzařovány v různých stádiích vývoje bleskového výboje. Ukázali jsme, že tvar pulsů závisí na parametrech modelu, a to především na rychlosti proudového impulsu injektovaného do simulovaného bleskového kanálu, jeho tvaru a délce kroku. Model je použitelný pro tzv. iniciační pulsy bleskového výboje, ale i pulsy provázející vůdčí skokový a vůdčí spojitý výboj.



Příklad sekvencí bipolárních pulsů. (c) Pulsy objevující se mezi následnými bleskovými výboji. (d) Iniciační pulsy.

Reference:

Kašpar, P., **O. Santolík**, and **I. Kolmašová** (2015), Unipolar and bipolar pulses emitted during the development of lightning flashes, *Geophys. Res. Lett.*, 42, 7206–7213, doi:10.1002/2015GL064777.

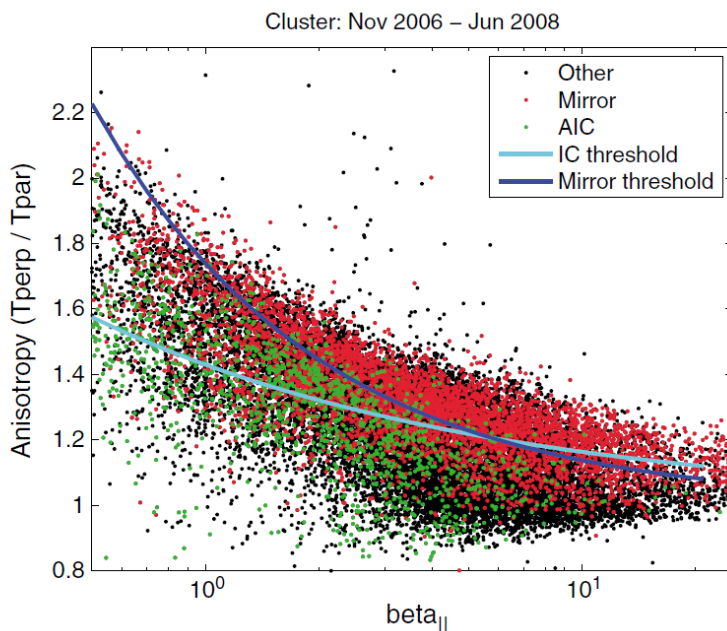
Související reference:

Záhlava, J., F. Nemeč, **O. Santolík**, **I. Kolmašová**, M. Parrot, and C. J. Rodger (2015), Very low frequency radio events with a reduced intensity observed by the low-altitude DEMETER spacecraft, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 120, 9781-9794, doi:10.1002/2015JA021607.

Parrot, M., J. J. Berthelier, J. Blecki, J. Y. Brochet, Y. Hobara, D. Lagoutte, J. P. Lebreton, F. Nemeč, T. Onishi, J. L. Pinçon, **D. Píša**, **O. Santolík**, J. A. Sauvaud, E. Slominska (2015), Unexpected events recorded by the ionospheric satellite DEMETER, *Surveys in Geophysics* 36(3), 483-511.

5. Sluneční vítr a magnetosférické hranice

Měření družic Cluster ukazují, že výskyt nízkofrekvenčních vln je korelován s parametry plazmatu významnými pro vznik nestabilit. Statistická analýza vln zrcadlového módu a iontově cyklotronových vln společně s parametry plazmatu byla založena na 2 letech systematických měření. Modely rázové vlny, magnetopauzy a toku plazmatu mezi těmito hranicemi posloužily k lokalizaci měření a k určení parametrů rázové vlny. Jako určující parametr se silným vlivem na výskyt nízkofrekvenčních vln byl identifikován úhel mezi lokální kolmicí k ploše rázové vlny a směrem magnetického pole ve slunečním větru, doplněný o Machovo číslo vzhledem k Alfvénově rychlosti.



Výskyt vln zrcadlového módu a iontově cyklotronových vln v závislosti na parametrech plazmatu, společně s prahy příslušných nestabilit

Reference:

Souček J., Escoubet C. P., **Grison B.**, 2015: Magnetosheath plasma stability and ULF wave occurrence as a function of location in the magnetosheath and upstream bow shock parameters. *J. Geophys. Res. Space Physics*, 120, 2838–2850, doi:10.1002/2015JA021087.

Související reference:

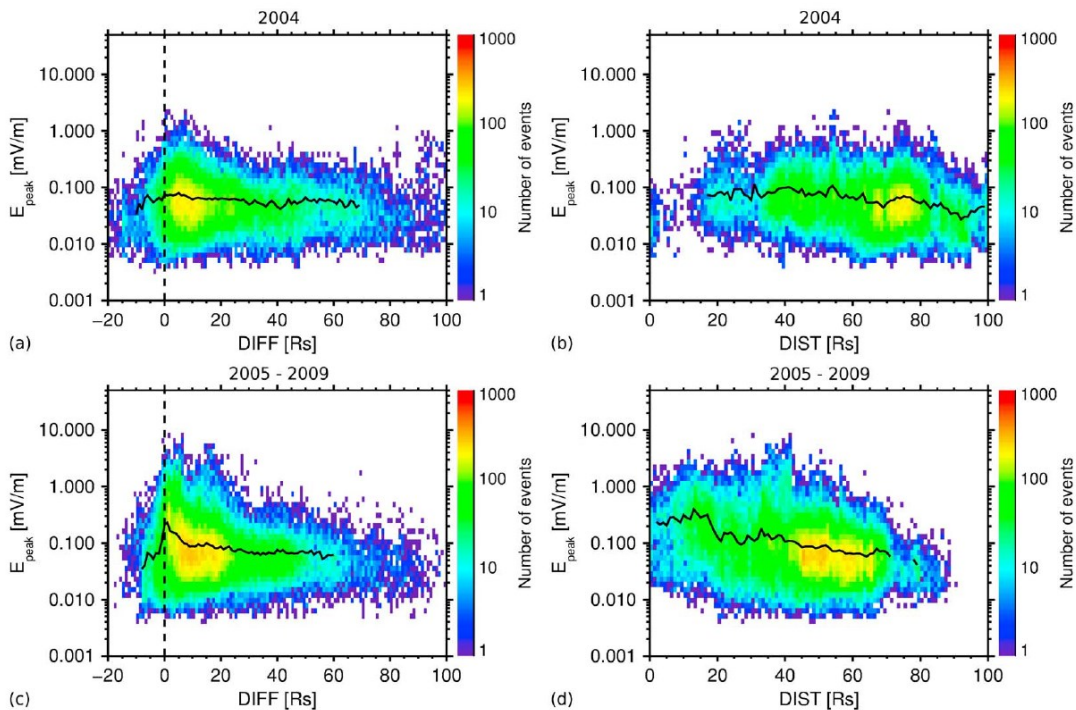
Krupař, V., E. P. Kontar, J. Soucek, O. Santolik, M. Maksimovic, and O. Krupařová (2015), On the speed and acceleration of electron beams triggering interplanetary type III radio bursts, *Astronomy & Astrophysics* 580, A137, doi: 10.1051/0004-6361/201425308.

Krupařová, O., L. Přech, K. Jelínek, Š. Dusík, J. Šimůnek, K. Grygorov, and J.-H. Shue (2015), Analysis of temperature versus density plots and their relation to the LLBL formation under southward and northward IMF orientations, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 120, 3475–3488, doi:10.1002/2014JA020308.

Krupařová, O., J. Šafránková, Z. Němeček, and L. Přech (2015), Transient events at the magnetopause and bipolar magnetic signatures, *Planetary and Space Science* 115, 9–26.

6. Vlny v plazmatickém okolí planety Saturn

V záznamech vlnového přístroje Plasma Wave Science/Wideband Receiver na palubě sondy Cassini z let 2004–2009 jsme systematicky vyhledali Langmuirovy vlny v oblasti před rázovou vlnou planety Saturn. Automatickou metodou jsme identifikovali téměř 300 000 časových intervalů, které jsme podrobili další analýze. Zaměřili jsme se především na analýzu intenzity vln a její závislost na poloze družice uvnitř oblasti před rázovou vlnou. Zjistili jsme, že intenzita vln narůstá v blízkosti její hranice a jejich maximum je lehce posunuto dovnitř této oblasti. Intenzita vln se pak dále zmenšuje se směrem k rázové vlně.



Rozložení časových intervalů obsahujících Langmuirovy vlny podle intenzity vln a podle pozice uvnitř foreshocku (DIFF- vlevo) nebo vzdálenosti od siločáry tangenciálního magnetického pole (DIST- vpravo).

Reference:

Píša, D., G. B. Hospodarsky, W. S. Kurth, **O. Santolík**, **J. Souček**, D. A. Gurnett, A. Masters, and M. E. Hill (2015), Statistics of Langmuir wave amplitudes observed inside Saturn's foreshock by the Cassini spacecraft, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 120, 2531-2542, doi:10.1002/2014JA020560.

Oddělení kosmické fyziky, Ústav fyziky atmosféry AV ČR v roce 2015

1. Marek Basovník, PhD student, částečný úvazek 60%
2. Benjamin Grison, vědecký pracovník
3. Michajlo Hajoš, vědecký pracovník
4. Miroslav Horký, postdoktorand, od 1. listopadu
5. Zuzana Hrbáčková, PhD studentka, částečný úvazek 70%
6. Petr Kašpar, postdoktorand
7. Vratislav Krupař, postdoktorand, do 31. srpna; částečný úvazek 20% od 1. září
8. Oksana Krupařová, postdoktorandka
9. Eva Macúšová, postdoktorandka
10. Radek Lán, odborný pracovník výzkumu a vývoje
11. David Píša, postdoktorand
12. Ondřej Santolík, vedoucí vědecký pracovník, vedoucí oddělení
13. Jan Souček, vědecký pracovník, zástupce vedoucího oddělení
14. Ulrich Taubenschuss, vědecký pracovník
15. Alexander Tomori, PhD student, částečný úvazek 50%
16. Hana Zemanová, PhD studentka, částečný úvazek 40% od 1. listopadu