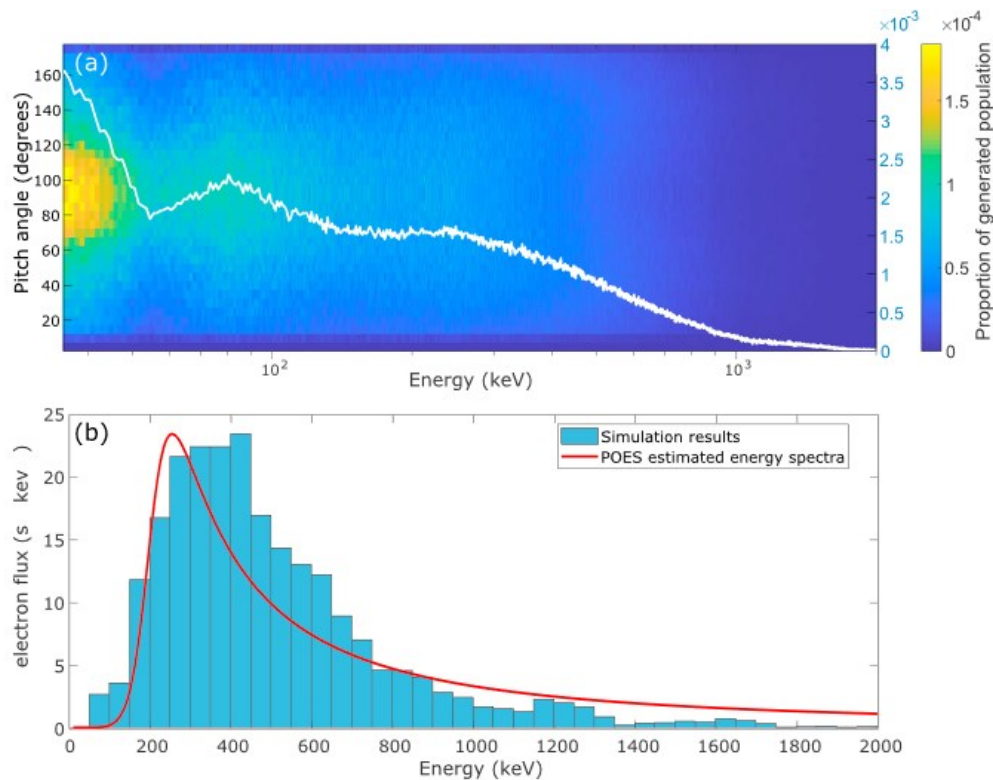


Výsledky Oddělení kosmické fyziky Ústavu fyziky atmosféry AV ČR zveřejněné v roce 2019

1. Vícebodové měření vysypávání nízkoenergetických elektronů způsobeného nelineárními elektromagnetickými iontově cyklotronovými vlnami

V práci Hendry et al. (2019) jsme pomocí družicových a pozemních měření poprvé experimentálně ověřili, že jsou emise typu EMIC (tzv. elektromagnetické iontově-cyklotronové vlny) schopné vyvolat vysypávání elektronů o nízkých energiích v řádu stovek elektronvoltů (obr. 1). Teoretické práce používající kvazilineární teorii interakci vln typu EMIC a elektronů s takto nízkými energiemi vylučují. Práce založené na nelineární teorii takovou interakci předpověděly, ale až doposud nebyla potvrzena měřením. Naše pozorování jsme doplnili simulacemi, jejichž výsledky ukázaly, že vlny a elektrony spolu interagují formou nelineárního záchytu, jehož výsledkem je vysypání elektronů do ztrátového kužele, pozorovatelné i na zemi. V práci Miyoshi et al. (2019) jsme popsali způsob, jakým se v plazmosféře přeměňují magnetozvukové vlny (nazývané též podle svého výskytu rovníkový šum) na elektromagnetické iontově-cyklotronové vlny. Zjistili jsme, že ke konverzi módů dochází na cyklotronových frekvencích deuterionů nebo alfa částic.



Obr. 1 (a) Pozorované rozdělení energií a pitch úhlů vysypaných elektronů. Bílá křivka znázorňuje energetické spektrum elektronů posčítané přes všechny pitch úhly. Barevná škála označuje podíl elektronů daných energií a úhlů na celkové elektronové populaci. (b) Porovnání spektrálního toku vysypaných elektronů pozorovaného družicí POES (tyrkysový histogram) s tokem předpovězeným pomocí částicové simulace (červená křivka).

Reference:

Hendry, A. T., Santolík, O., Kletzing, C. A., Rodger, C. J., Shiokawa, K., & Baishev, D. (2019). Multi-instrument observation of nonlinear EMIC-driven electron precipitation at sub-MeV energies. *Geophysical Research Letters*, 46, 7248-7257. <https://doi.org/10.1029/2019GL082401>.

Související reference:

Hendry, Aaron T., Mark A. Clilverd, Craig J. Rodger, Mark J. Engebretson (2019) , Chapter 8 - Ground-based very-low-frequency radio wave observations of energetic particle precipitation, *The Dynamic Loss of Earth's Radiation Belts, From Loss in the Magnetosphere to Particle Precipitation in the Atmosphere*, Book , edited by Allison N. Jaynes and Maria E. Usanova

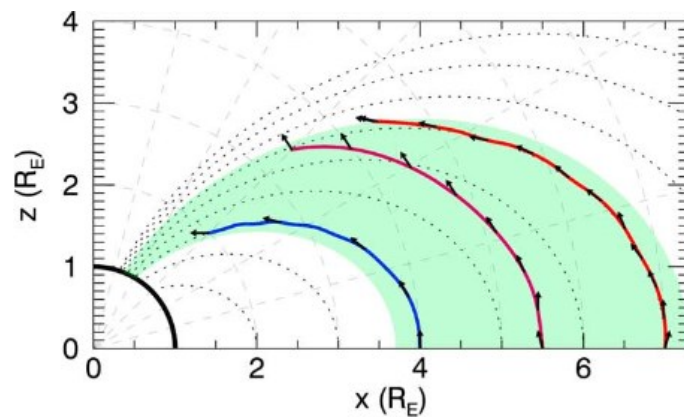
Miyoshi, Y., Matsuda, S., Kurita, S., Nomura, K., Keika, K., Shoji, M., N. Kitamura, Y. Kasahara, A. Matsuoka, I. Shinohara, K. Shiokawa, S. Machida, **O. Santolík**, S. A. Boardsen, R. B. Horne, and J. F. Wygant (2019). EMIC waves converted from equatorial noise due to $M/Q=2$ ions in the plasmasphere: Observations from Van Allen Probes and Arase. *Geophysical Research Letters*, 46, 5662-5669. <https://doi.org/10.1029/2019GL083024>

Rodger, C. J., Turner, D. L., Clilverd, M. A., & **Hendry, A. T.** (2019). Magnetic local time-resolved examination of radiation belt dynamics during high-speed solar wind speed-triggered substorm clusters. *Geophysical Research Letters*, 46, 10,219–10,229. <https://doi.org/10.1029/2019GL083712>.

Lessard, M. R., Paulson, K., Spence, H. E., Weaver, C., Engebretson, M. J., Millan, R., et al. + **A. Hendry** (2019). Generation of EMIC waves and effects on particle precipitation during a solar wind pressure intensification with $B_z > 0$. *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, 124, 4492–4508. <https://doi.org/10.1029/2019JA026477>.

2. Vliv vedení vln na chorus a exohiss ve hvizdovém módu ve vnějším radiačním pásu

Dříve publikované statistiky založené na měřeních z družice Cluster překvapivě ukazují, že se ve vnějším radiačním pásu šíří hvizdové vlny z dolního frekvenčního pásma netlumeně a rovnoběžně s magnetickými siločarami až do středních magnetických šířek, zatímco paprskové simulace poskytují silně tlumené vlny s šikmými vlnovými vektory. Toto chování vysvětlujeme v práci Hanzelka a Santolík (2019) na základě předpokladu o velkém zastoupení vedených vln. Ukazujeme, že vlnovody v plazmatu mohou být tak slabé a úzké, aby byly špatně detekovatelné družicovými přístroji, a zároveň dostatečně silné na to, aby dokázaly vést vlny v paprskové simulaci vln hvizdového módu ve studeném plazmatu (obr. 2). Po zahrnutí řídké populace horkých elektronů jsme pozorovali silný vliv Landauova útlumu na nevedené vlny, zatímco vedené vlny pocitovaly slabší útlum, případně jejich amplituda dokonce narůstala. Průměrné amplitudy a úhly vlnové normály vážené amplitudou, získané ze simulace zahrnující vedené i nevedené vlny, nám ve výsledku poskytují intenzivní kvaziparalelní vlny, což je ve shodě s pozorováním.



Obr. 2 Trajektorie paprsků v meridionální rovině. Vlnovody jsou umístěny v $L=\{4.0,5.5,7.0\}$ a shodují se s počáteční radiální vzdáleností modrých, fialových a červených paprsků, v tomto pořadí. Šířka vlnovodů je 96 km, relativní nárůst hustoty je 0.06. Černé šipky představují směry vlnových vektorů a jsou vykresleny v ekvidistantních intervalech grupového času 0.1 s a na konci každé trajektorie. Počáteční úhly vlnových normál jsou 0° pro modrou trajektorii, -15° pro fialovou trajektorii a 15° pro červenou trajektorii.

Reference:

Hanzelka, M., & Santolík, O. (2019). Effects of ducting on whistler mode chorus or exohiss in the outer radiation belt. *Geophysical Research Letters*, 46, 5735-5745. <https://doi.org/10.1029/2019GL083115>.

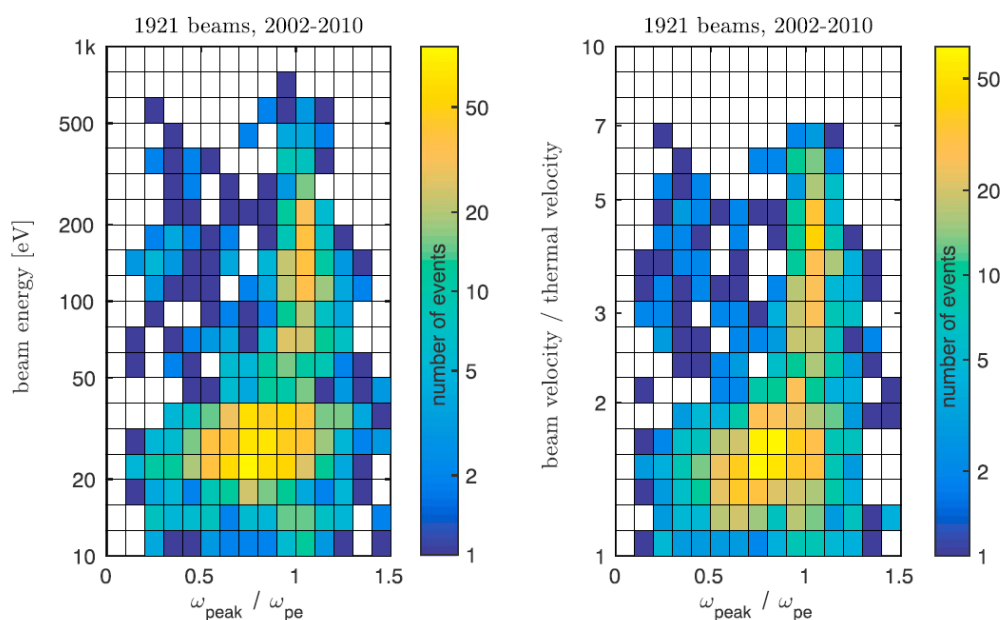
Související reference:

Hartley, D. P., Kletzing, C. A., Chen, L., Horne, R. B., & **Santolík, O.** (2019). Van Allen Probes observations of chorus wave vector orientations: Implications for the chorus-to-hiss mechanism. *Geophysical Research Letters*, 46, 2337-2346. <https://doi.org/10.1029/2019GL082111>.

Ripoll, J.-F., Loridan, V., Denton, M. H., Cunningham, G., Reeves, G., **Santolík, O.**, et al. (2019). Observations and Fokker-Planck simulations of the L-shell, energy, and pitch angle structure of Earth's electron radiation belts during quiet times. *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, 124, 1125–1142. <https://doi.org/10.1029/2018JA026111>

3. Přímé měření nízkoenergetických elektronových svazků ve foreshocku

V práci Souček et al. (2019) jsme popsali přímé měření nízkoenergetických elektronových svazků ve foreshocku. Charakteristickým jevem pro oblast foreshocku jsou elektrostatické plazmové vlny v okolí elektronové plazmové frekvence. Tyto vlny jsou generovány elektronovými svazky vznikajícími urychlením elektronů zemskou rázovou vlnou. V blízkosti hrany foreshocku mají charakter úzkopásmových intenzivních vln a hlouběji ve foreshocku slábnou a jejich spektrum se rozšiřuje. V práci prezentujeme statistickou analýzu elektronových svazků pozorovaných družicemi Cluster, kde ukazujeme korespondenci mezi energií elektronových svazků s odpovídajícími spektry elektrostatických vln. Širokopásmové emise jsou korelované s pomalejšími svazky, zatímco vysokoenergetické elektronové svazky jsou spojené s výskytem úzkopásmových Langmuirových vln (obr. 3). Dále jsme v práci numericky řešili lineární disperzní relaci pro vybranou podmnožinu pozorovaných elektronových distribucí. Zjistili jsme, že zatímco pozorované elektronové distribuční funkce často obsahují lokálně pozitivní derivaci nutnou pro vznik svazkové nestability, pozorovaná kombinace energie, hustoty a teploty typicky odpovídá marginálně stabilnímu plazmatu. Silně nestabilní elektronové svazky jsou tedy rychle rozptýleny plazmovou nestabilitou a pouze stabilní nebo marginálně stabilní distribuce přetrvávají dostatečně dlouho, aby mohly být pozorovány elektronovým spektrometrem.



Obr. 3 Rozdělení energií svazku v závislosti na relativní frekvenci maxima elektrického pole (vytvořené na základě měření družice Cluster 2 v letech 2002 až 2010. (vlevo) Rozdělení energie svazku v elektronvoltech jako funkce relativní frekvence. (vpravo) Rozdělení rychlosti svazku normované tepelnou rychlostí v závislosti na relativní frekvenci. (Relativní frekvenci rozumíme frekvenci maxima elektrického pole normované plazmovou frekvencí.) Barvou je znázorněna četnost případů.

Reference:

Soucek, J., Pisa, D., & Santolik, O. (2019). Direct measurement of low-energy electron foreshock beams. *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, 124, 2380-2392 <https://doi.org/10.1029/2019JA026470>

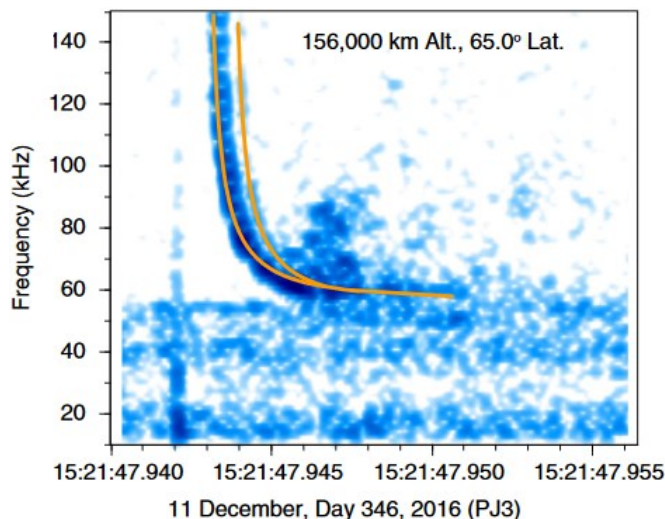
Související reference:

Ala-Lahti, M., Kilpua, E. K. J., Souček, Jan, Pulkkinen, T. I., Dimmock, A. (2019), Alfvén Ion Cyclotron Waves in Sheath Regions Driven by Interplanetary Coronal Mass Ejections, *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, 124, 6, pp. 3893-3909

4. Náznaky existence oblastí s nízkou hustotou plazmatu v ionosféře planety Jupiter

V práci Imai et al. (2019) jsme představili zcela nový typ elektromagnetických signálů, které byly zaznamenány sondou Juno obíhající planet Jupiter a jejichž zdrojem jsou bleskové výboje v atmosféře plynné planety. Během prvních devíti blízkých průletů sondy Juno okolo planet Jupiter přístroj Waves na její palubě zaznamenal celkem 445 milisekundových pulsů, které vykazovaly disperzi a které se nešířily pod tzv. frekvenci ořezu (obr. 4). Signály tohoto typu by nemohly proniknout ionosférou Jupitera, pokud by neobsahovala nehomogenity s výrazně nižší hustotou plazmatu, než se předpokládalo na základě okultačních měření sondy Voyager 2. Pomocí modelu jsme odhadli, jaká je hustota plazmatu v takových nehomogenitách a jaká je jejich velikost ve směru šíření elektromagnetického signálu od planety k

sondě. Dospěli jsme k závěru, že ionosféra planety Jupiter obsahuje díry s hustotou menší než je 250 částic v centimetru krychlovém.



Obr. 4 Časově-frekvenční spektrogram ukazující nový typ elektromagnetického signálu pocházejícího od blesků na Jupiteru. Oranžová křivka odpovídá modelu vypočítaného pro šíření elektromagnetické vlny v O modu.

Reference:

Imai, M., Kolmašová, I., Kurth, W.S., Santolík, O., Hospodarsky, G. B., Gurnett, D.A., Brown, S. T., Bolton, S.J., Connerney, J. E. P., Levin, S. M. Evidence for low density holes in Jupiter's ionosphere. *Nature Communications* 10, 2751 (2019) doi:10.1038/s41467-019-10708-w

Související reference:

Menietti, J. D., Yoon, P. H., Píša, D., Averkamp, T. F., Sulaiman, A. H., Kurth, W. S., Santolík, O., Arridge, C. S. (2019). The role of intense upper hybrid resonance emissions in the generation of Saturn narrowband emission. *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, 124, 5709-5718. <https://doi.org/10.1029/2019JA026855>.

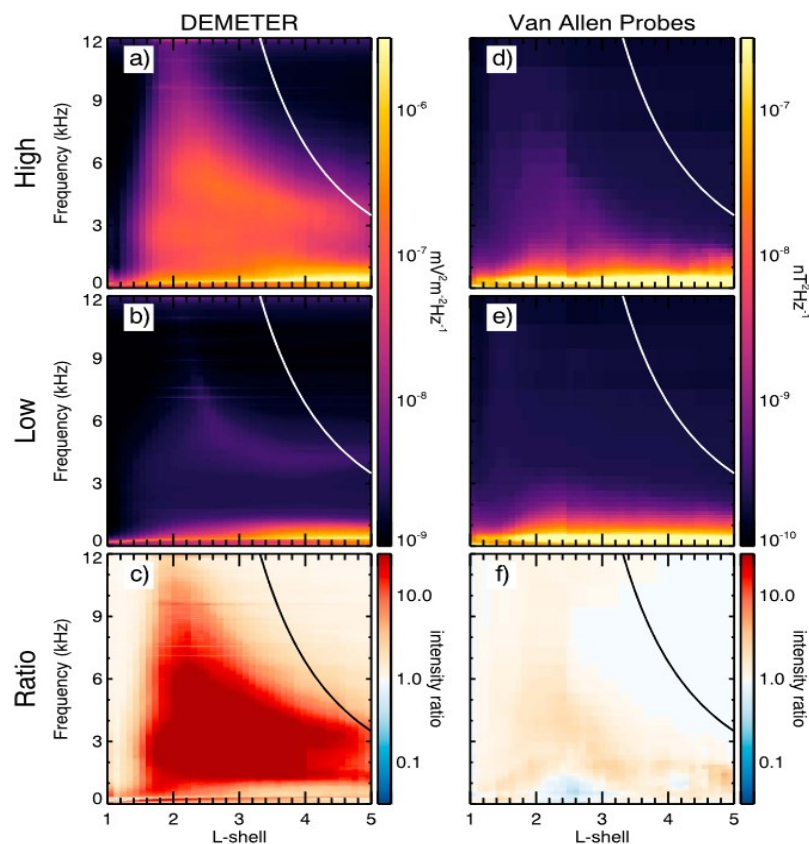
Menietti, J. D., B. Palmaerts, J. Zahlava, T. F. Averkamp, J. B. Groene, and W. S. Kurth (2019), Quasi-periodic Saturn auroral hiss observed during a Cassini proximal orbit, *Geophysical Research Letters*, doi: 10.1029/2019JA027338

Sulaiman, A. H., Farrell, W.M., Ye, S. - Y., Kurth, W. S., Gurnett, D. A., Hospodarsky, G. B., Menietti, J. D., Píša, David, Hunt, G.J., Agiwal, O., Dougherty, M. K. , 2019: A persistent, large-scale, and ordered electrodynamic connection between Saturn and its main rings, *Geophysical Research Letters*, 46, 13, pp. 7166-7172

Ye, S. - Y., Vaverka, (...), Píša, D., Hospodarsky, G. B., Kurth, W. S., Horanyi, M., 2019: Understanding Cassini RPWS Antenna Signals Triggered by Dust Impacts, *Geophysical Research Letters*, 46, 20, pp. 10941-10950

5. Podíl elektromagnetických signálů pocházejících z bleskových výbojů na celkové intenzitě vln v plazmosféře

V práci Záhlava et al. (2019) jsme se pokusili odhadnout, jaký podíl mají elektromagnetické signály pocházející z bleskových výbojů na celkové intenzitě vln o velmi nízkých frekvencích pozorovaných v intervalu vzdáleností od 600 do 32 000 km od povrchu Země. Použili jsme měření detekční sítě WWLLN (World Wide Lightning Location Network) a vybrali jsme časová období s velmi nízkou a velmi vysokou bleskovou aktivitou. Poté jsme analyzovali měření družic DEMETER a Van Allen Probes v těchto vybraných časových intervalech. Zjistili jsme, že emise pocházejících z bleskových výbojů mohou mít v některých případech výrazně vyšší intenzitu než ostatní přírodní emise. Ukázali jsme, že velikost podílu emisí pocházejících z blesků závisí na lokálním čase a je největší v odpoledních a večerních hodinách a je nevýznamná v nočních a ranních hodinách. Výrazný podíl emisí od blesků na celkové intenzitě vln jsme pozorovali podle očekávání v plazmosféře a ve frekvenčním intervalu od 500 Hz do 12 kHz (obr. 5).



Obr. 5 (a, b) Medián spektrální výkonové hustoty fluktuací elektrického pole naměřeného družicí DEMETER v ranních hodinách při vysoké a nízké bleskové aktivitě. (c) Podíl mezi panelem (a) a (b). Červená barva v panelu (c) zobrazuje oblasti ve frekvenci a prostoru, kde je podíl vln z blesků podstatný. Bílá barva naopak zobrazuje oblasti, kde převažují emise jiného typu. Bílá nebo černá plná křivka znázorňuje rovníkovou elektronovou cyklotronovou frekvenci. Panely (d-f) zobrazují tytéž parametry pro data naměřená družicemi Van Allen Probes.

Reference:

Záhlava, J., Nemeč, F., Santolík, O., Kolmašová, I., Hospodarsky, G. B., Parrot, M., et al. (2019). Lightning contribution to overall whistler mode wave intensities in the plasmasphere. *Geophysical Research Letters*, 46, 8607-8616. <https://doi.org/10.1029/2019GL083918>.

Související reference:

Macotela, E. L., Němec, F., Manninen, J., **Santolík, O., Kolmašová, I.,** & Turunen, T. (2019). VLF emissions with banded structure in the 16- to 39-kHz frequency range measured by a high-latitude ground-based receiver. *Geophysical Research Letters*, 46. <https://doi.org/10.1029/2019GL086127>.

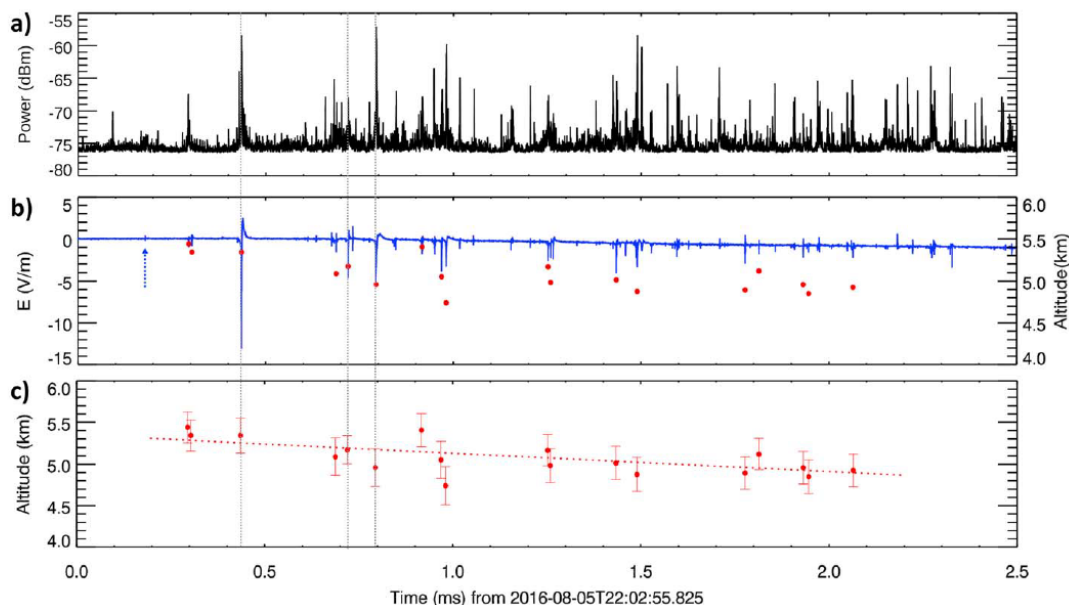
Pasmanik, D. L., Demekhov, A. G., **Hayosh, M.,** Nemeč, F., **Santolík, O.,** & Parrot, M. (2019). Quasiperiodic ELF/VLF emissions detected onboard the DEMETER spacecraft: Theoretical analysis and comparison with observations. *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, 124, 5278-5288. <https://doi.org/10.1029/2018JA026444>.

Xia, Z., Chen, L., Zhima, Z., **Santolík, O.,** Horne, R. B., & Parrot, M. (2019). Statistical characteristics of ionospheric hiss waves. *Geophysical Research Letters*, 46, 7147-7156. <https://doi.org/10.1029/2019GL083275>,

Bezdeková, B., Nemeč, F., Parrot, M., **Hajos, M., Záhlava, J., & Santolík, O.** (2019). Dependence of properties of magnetospheric line radiation and quasiperiodic emissions on solar wind parameters and geomagnetic activity. *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, 124, 2552- 2568. <https://doi.org/10.1029/2018JA026378>,

6. Současný výskyt širokospektrálních iniciačních pulsů a úzkopásmových zdrojů VHF záření během vývoje negativního blesku typu oblak-země

Věnovali jsme se také analýzám signálů generovaných vnitrooblakovými procesy během prvních 2 milisekund vývoje bleskového výboje (Kolmašová et al., 2019). Použili jsme záznamy naměřené během vývoje 20 negativních bleskových výbojů typu oblak-země dvěma poli přijímačů pracujících ve frekvenčních pásmech ~0–2.5 MHz a 186–192 MHz. Zjistili jsme, že se tzv. iniciační pulsy v záznamech nízkofrekvenčních přijímačů systematicky vyskytují současně s pulsy detekovanými přijímači pracujícími v pásmu velmi vysokých frekvencí (obr. 6). Toto současné pozorování ve velmi rozdílných frekvenčních pásmech se dá vysvětlit velmi rychlým vývojem vnitrooblakových proudových kanálů a rychlým nástupem vnitrooblakových proudů, které emitují elektromagnetické signály ve velmi širokém pásmu frekvencí.



Obr. 6 Příklad měření vysokofrekvenčního (a) a nízkofrekvenčního (b) přijímače z 5. srpna 2016. Červené body v panelech (b) a (c) označují výšku výskytu jednotlivých iniciačních pulsů odhadnutých pomocí metody PBFA (Position By Fast Antenna). Svislé šedé čáry propojují tzv. klasické iniciační pulsy (širší než 10 mikrosekund v panelu (b) a současně zaznamenané VHF pulsy ($\pm 1\mu\text{s}$). Červená linka v panelu (c) znázorňuje lineární trend představující rychlost pohybu vnitrooblačového výboje směrem k zemi.

Reference:

Kolmašová, I., Marshall, T., Bandara, S., Karunarathne, S., Stolzenburg, M., Karunarathne, N., & Siedlecki, R. (2019). Initial breakdown pulses accompanied by VHF pulses during negative cloud-to-ground lightning flashes. *Geophysical Research Letters*, 46, doi:10.1029/2019GL082488.

Související reference:

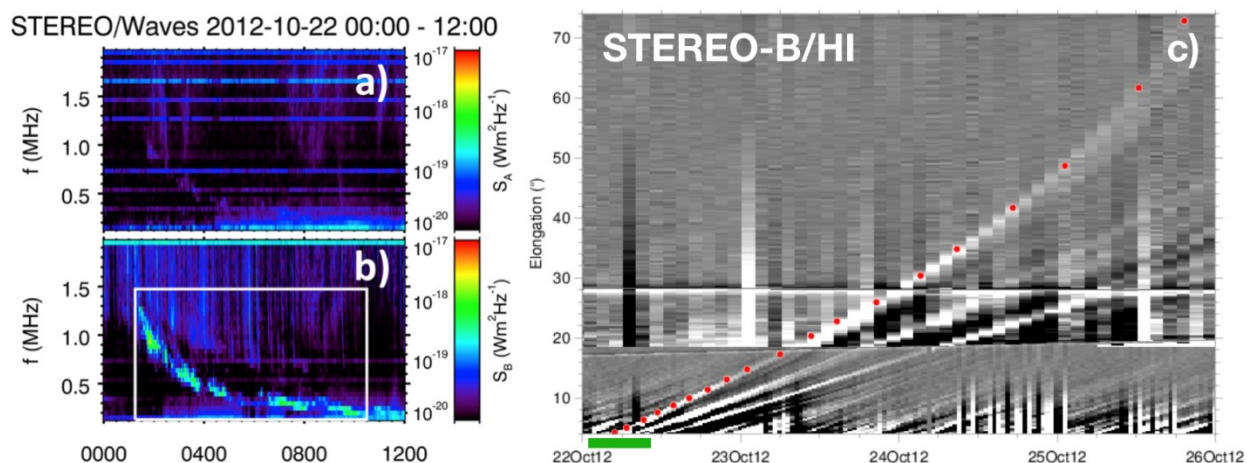
Marshall, T., Bandara, S., Karunarathne, N., Karunarathne, S., **Kolmašová, Ivana**, Siedlecki, R., Stolzenburg, M. (2019): A study of lightning flash initiation prior to the first initial breakdown pulse, *Atmospheric Research*, 217, 1, pp. 10-23

J. Slegl, **J. Minářová**, P. Kuca, **I. Kolmašová**, **O. Santolík**, **Z. Sokol**, G. Reitz, I. Ambrozová and O. Ploc (2019), response of the Czech RMN network to thunderstorm activity, *Radiation Protection Dosimetry*, pp. 1–4, doi:10.1093/rpd/ncz205

Enrico Arnone, József Bór, Olivier Chanrion, Veronika Barta, Stefano Dietrich, Carl-Fredrik Enell, Thomas Farges, Martin Füllekrug, Antti Kero, Roberto Labanti, Antti Mäkelä, Keren Mezuman, Anna Odzimek, **Martin Poppek**, Marco Prevedelli, Marco Ridolfi, Serge Soula, Oscar van der Velde, Yoav Yair, Przemysław Zoladek, and Torsten Neubert (2019), Climatology of transient luminous events and lightning observed above Europe and the Mediterranean Sea, *Surv Geophys*, doi:10.1007/s10712-019-09573-5

7. Přehled výronů koronální hmoty a meziplanetárních emisí typu II

V práci Krupař et al. (2019) jsme statisticky zpracovali přehled výronů koronální hmoty a meziplanetárních emisí typu II. Výrony koronální hmoty (CME) jsou odpovědné za největší projevy kosmického počasí, jako jsou sluneční energetické částice a geomagnetické bouře na Zemi. Rádiové emise typu II jsou produkované elektronovými svazky urychlenými na rázových vlnách spojených s CME (obr. 7). Provedli jsme statistickou studii 153 meziplanetárních rádiových emisí typu II pozorovaných dvěma družicemi STEREO od března 2008 do srpna 2014. Rádiové emise typu II byly porovnány s parametry CME zahrnutými v katalogu HELCATS (Heliospheric Cataloging, Analysis and Techniques Service). Zjistili jsme, že rychlejší CME jsou statisticky častěji spojeny s meziplanetárními rádiovými emisemi typu II. Korelovali jsme frekvenční posuny interplanetárních emisí typu II s kamerovým pozorováním, abychom lokalizovali rádiové zdroje s ohledem na CME. Naše výsledky naznačují, že interplanetární emise typu II mají větší pravděpodobnost, že zdrojová oblast bude umístěna blíže k bokům CME než k přednímu okraji.



Obr. 7 Rádiové a kamerové pozorování družic STEREO. A), b) Intenzita rádiového signálu mezi 22. říjnem 2012 00:00 UT a 12:00 UT. Bílý obdélník označuje rádiové emise typu II. (c) Kamerové pozorování mezi 2012 a 22. říjnem 2012. Pozice CME jsou označeny jako červené kolečka. Zelený pruh ukazuje časový interval s rádiovými emisemi typu II

Reference:

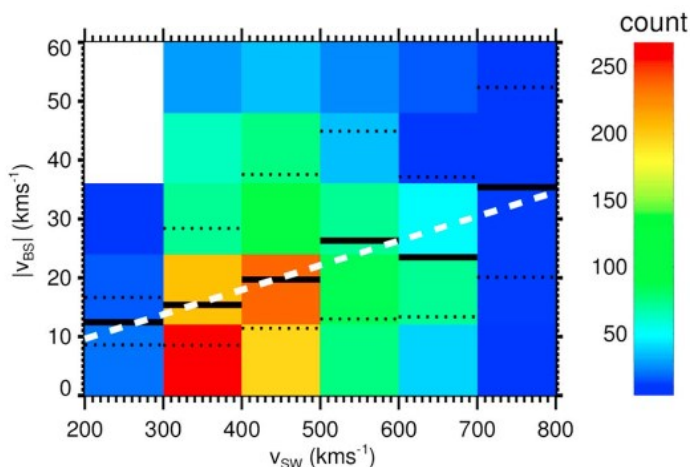
V. Krupař, J. Magdalenic, J. P. Eastwood, N. Gopalswamy, O. Krupařova, A. Szabo, and F. Němec (2019), Statistical Survey of Coronal Mass Ejections and Interplanetary Type II Bursts, The Astrophysical Journal, 882:92 (5pp), <https://doi.org/10.3847/1538-4357/ab3345>.

Související reference:

Kontar, Eduard P.; Chen, Xingyao; Chrysaphi, Nicolina; Jeffrey, Natasha L. S.; Emslie, A.Gordon; Krupař, Vratislav; Maksimovic, Milan; Gordovskyy, Mykola; Browning, Philippa K. (2019), Anisotropic Radio-wave Scattering and the Interpretation of Solar Radio Emission Observations, The Astrophysical Journal, 884, 2, article id. 122, 15 pp., <https://iopscience.iop.org/article/10.3847/1538-4357/ab40bb>

8. Statistická studie rázové vlny pozorované družicemi Cluster

Slunce ze své horní atmosféry nepřetržitě vyzařuje proud nabitých částic zvaný sluneční vítr. Překážkou jejího toku je magnetosféra Země. Kvůli nadzvukové rychlosti slunečního větru je před magnetosférou vytvořena rázová vlna. Tato prudká přechodová oblast mezi nadzvukovými a podzvukovými toky byla často pozorována čtyřmi družicemi Cluster. Pomocí časovací analýzy jsme v práci Krupařová et al. (2019) získali rychlosti a směry pohybu pro velké množství pozorování rázové vlny. Pomocí empirického modelu jsme korelovali rychlost rázové vlny s rychlostí slunečního větru (obr. 8). Lepší pochopení kinematiky rázové vlny může přinést nový pohled na vlnově-částicové interakce v plazmatu s aplikací v laboratorním plazmatu.



Obr. 8 Statistická studie rychlosti rázové vlny 2-D histogram počtu událostí v závislosti na rychlosti rázové vlny na rychlosti slunečního větru. Plné a tečkované čáry označují mediány a kvartily. Bílá přerušovaná čára ukazuje lineární fit.

Reference:

Kruparova, O., Krupar, V., Safrankova, J., Nemecek, Z., Maksimovic, M., Santolik, O., et al. (2019). Statistical survey of the terrestrial bow shock observed by the Cluster spacecraft. *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, 124, 1539-1547. <https://doi.org/10.1029/2018JA026272>

Oddělení kosmické fyziky, Ústav fyziky atmosféry AV ČR v roce 2019

1. Radka Balková, administrativní pracovník, částečný úvazek 50%
2. Zdeněk Griebel, technik, částečný úvazek 40%
3. Benjamin Grison, vědecký pracovník
4. Michajlo Hajoš, vědecký pracovník
5. Miroslav Hanzelka, PhD student, částečný úvazek 70%
6. Aaron T. Hendry, postdoktorand
7. Petr Kašpar, postdoktorand
8. Ivana Kolmašová, vědecký pracovník
9. Andrea Kolínská, student mag. studia, částečný úvazek 50%
10. Vratislav Krupař, vědecký pracovník, částečný úvazek 50%
11. Oksana Krupařová, vědecký pracovník, částečný úvazek 48%

12. Radek Lán, odborný pracovník výzkumu a vývoje
13. Jan Lukačevič, PhD student, částečný úvazek 70%
14. David Piša, vědecký pracovník
15. Martin Popek, pozorovatel TLE, částečný úvazek 25%
16. Ondřej Santolík, vedoucí vědecký pracovník, vedoucí oddělení
17. Jan Snížek, odborný pracovník výzkumu a vývoje, od 1.6., částečný úvazek 50%
18. Jan Souček, vedoucí vědecký pracovník, zástupce vedoucího oddělení
19. Hana Špačková, PhD student, částečný úvazek 70%
20. Ulrich Taubenschuss, vědecký pracovník
21. *Alexander Tomori, PhD student, rodičovská dovolená*
22. Luděk Uhlíř, odborný pracovník výzkumu a vývoje
23. Christof Weber, postdoktorand
24. Jan Záhlava, PhD student, od 1.4., částečný úvazek 20%