

Výsledky oddělení kosmické fyziky Ústavu fyziky atmosféry AV ČR zveřejněné v roce 2020

1. První pozorování „elfů“ a jejich zdrojových bleskových výbojů během jarní kontinentální bouřky malého rozsahu

Představili jsme pozorování optických přechodných jevů tzv. elves (“Emission of Light and Very Low Frequency perturbations due to Electromagnetic Pulse Sources”), které se neočekávaně vytvořily nad malou kontinentální jarní bouřkou s rozlohou ~ 30 km x ~ 50 km (Obr. 1). Blesková detekční síť EUCLID zaznamenala během bouřky pětikrát vyšší podíl kladných blesků, než bývá obvyklé, a zároveň jejich průměrný špičkový proud dosáhl vysoké hodnoty 64 kA. Špičkové proudy bleskových výbojů, které excitovaly optické jevy - elfy, byly dokonce silnější než ~ 300 kA. Prozkoumali jsme různé optické a elektromagnetické záznamy elfů a jejich zdrojových blesků. Nalezli jsme elektromagnetické stopy elfů v záznamech vzdálených měření kvazistatického elektrického pole i záznamech měření signálu nízkofrekvenčního úzkopásmového rádiového vysílače. Zpozorovali jsme také, že elektromagnetické signály generované zdrojovými bleskovými výboji souvisejícími s elfy, vykazovaly v širokopásmovém měření neobvykle silné ionosférické odrazy. Tatáž měření překvapivě neukázala žádné stopy elfů po dalších silných výbojích, které se objevily během téže bouřky. Pomocí modelu jsme hledali vysvětlení, proč další silné blesky nebyly schopny elfy vybudit. Zjistili jsme, že pomaleji se šířící proudová vlna v bleskovém kanálu či jeho menší vodivost by způsobily, že by se proud v kanálu tlumil rychleji. S neobvykle velkým tlumením by jen extrémně silné blesky nad ~ 300 kA byly schopné excitovat molekuly dusíku na dně ionosféry a generovat pozorovatelné elfy.



Obr 1. Obrázky elfů pozorovaných během bouřky malého rozsahu dne 2. dubna 2017. Výška středu elfů byla odhadnuta na ~ 84 km a jejich delší poloosa na ~ 150 km.

Reference:

Kolmašová, I., Santolík, O., Kašpar, P., Popek, M., Pizzuti, A., Spurný, P., et al. (2021). First observations of elves and their causative very strong lightning discharges in an unusual small-scale continental spring-time thunderstorm. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 126, e2020JD032825, <https://doi.org/10.1029/2020JD032825>. (Published online: 04 December 2020)

Související reference:

Pizzuti, A., J. M. Wilkinson, S. Soula, J. Mlynarczyk, **I. Kolmašová**, **O. Santolík**, R. Scovell, A. Bennett, M. Füllekrug (2021), Signatures of large peak current lightning strokes during an unusually intense sprite-producing thunderstorm in southern England, *Atmospheric Research*, 249, 105357, <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2020.105357> (Published online: 9 November 2020)

Shklyar, D. R., Manninen, J., Titova, E. E., **Santolík, O.**, **Kolmašová, I.**, & Turunen, T. (2020). Ground and space signatures of VLF noise suppression by whistlers. *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, 125, e2019JA027430. <https://doi.org/10.1029/2019JA027430>

Arnone, E., J. Bór, O. Chanrion, V. Barta, S. Dietrich, C.-F. Enell, T. Farges, M. Füllekrug, A. Kero, R. Labanti, A. Mäkelä, K. Mezuman, A. Odzimek, **M. Popek**, M. Prevedelli, M. Ridolfi, S. Soula, D. Valeri, O. van der Velde, Y. Yair, F. Zanotti, P. Zoladek, T. Neubert (2020), Climatology of Transient Luminous Events and Lightning Observed Above Europe and the Mediterranean Sea, *Surveys in Geophysics* 41, 167–199, <https://doi.org/10.1007/s10712-019-09573-5>

2. Model jemné struktury emisí typu chorus s rostoucí frekvencí

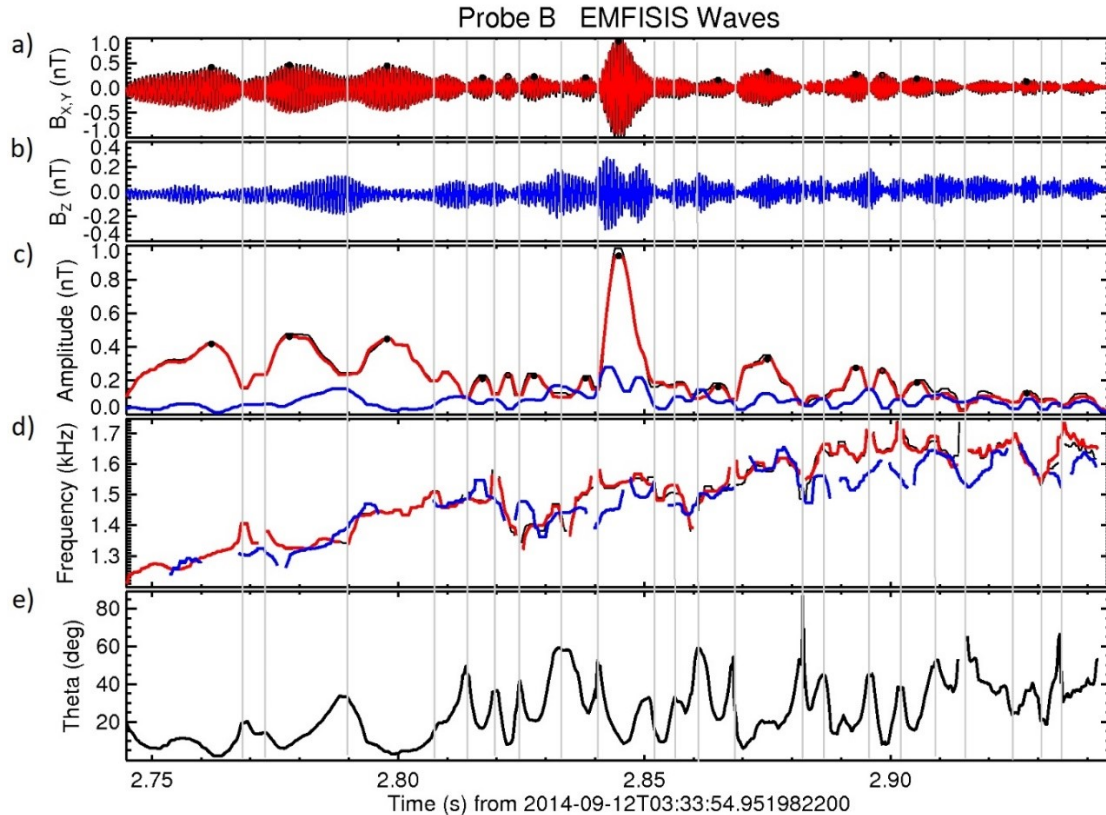
Na základě teorie nelineárního růstu emisí typu chorus byl zkonstruován model vzniku jejich jemné struktury subpaketů (krátkých vlnových balíčků). V modelu jsme předpokládali, že rezonanční proud, jenž teče ze zdroje proti směru šíření emisí, vyzařuje vlny hvizdového módu na mírně zvýšené frekvenci, které následně spustí růst nového subpaketu. Saturace amplitudy vln je řízena tzv. optimální amplitudou. Numerickým řešením advekčních rovnic pro každý balíček, spolu s okrajovými podmínkami pro růst choru, získáme jeden element emise složený z krátkých balíčků. Tento element vykazuje postupný posun zdroje proti směru šíření vln a nepravidelný růst frekvence s poklesy mezi sousedními balíčky. Dále jsme vyšetřili vliv vstupních parametrů na počet subpaketů, posun zdroje, růst frekvence a maximální amplitudu. Nový model dokáže postihnout základní rysy okamžitého vývoje frekvence tak, jak byl pozorován pomocí družic Van Allen Probes (obr. 2). Modelové vlnové pole může být v budoucnu použito v simulacích urychlování částic.

Reference:

Hanzelka, M., Santolík, O., Omura, Y., **Kolmašová, I.**, & Kletzing, C. A. (2020). A model of the subpacket structure of rising tone chorus emissions. *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, 125, e2020JA028094. <https://doi.org/10.1029/2020JA028094>

Související reference:

Demekhov, A. G., **Taubenschuss, U.**, **Hanzelka, M.**, & **Santolík, O.** (2020). Frequency dependence of very low frequency chorus Poynting flux in the source region: THEMIS observations and a model. *Geophysical Research Letters*, 47, e2020GL086958. <https://doi.org/10.1029/2020GL086958>

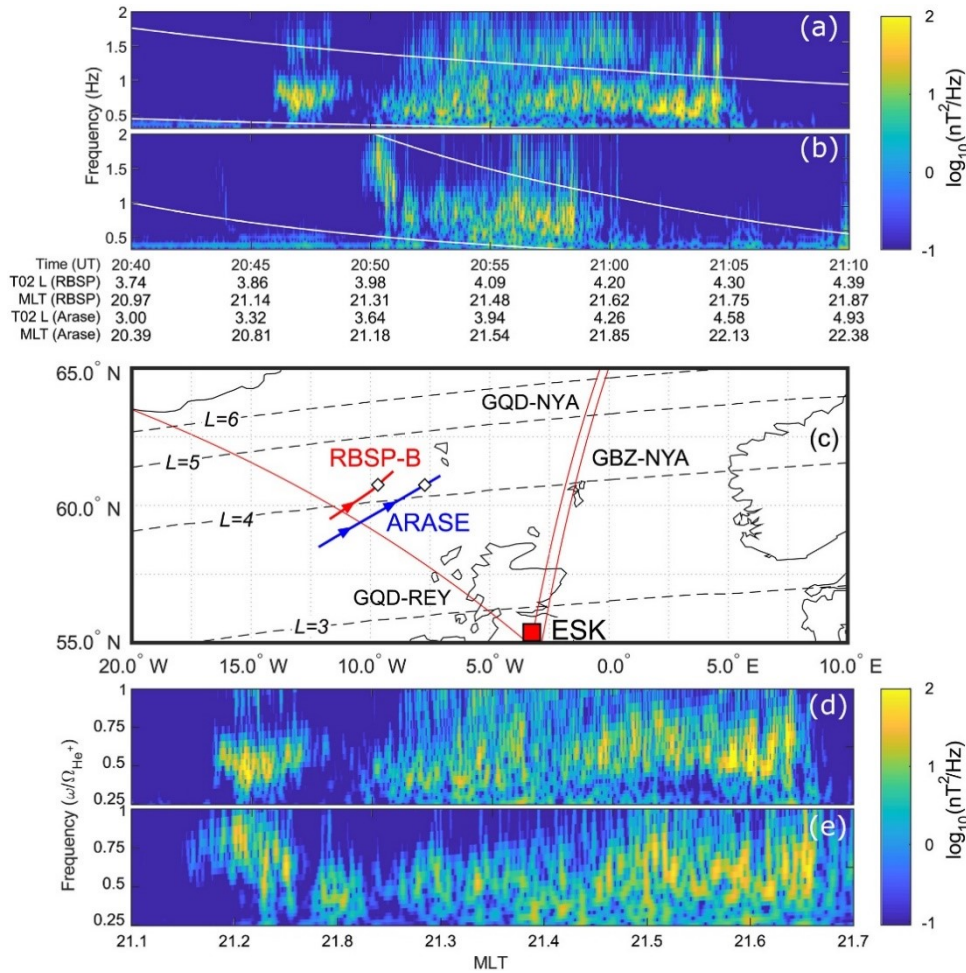


Obr. 2 Podrobná analýza elementu emise typu chorus zachyceného přístrojem EMFISIS Waves na sondě Van Allen Probe B dne 12. září 2014. (a) Vlnová forma fluktuací magnetického pole kolmých na lokální siločáru, (b) vlnová forma fluktuací magnetického pole podél siločáry, (c) okamžitá amplituda kolmé a paralelní komponenty a absolutní hodnoty, reprezentovány červenou, modrou a černou čarou, v tomto pořadí, (d) okamžitá frekvence vln s okamžitou amplitudou větší než 50 pT, barvy odpovídají předchozímu panelu, (e) okamžitá velikost úhlu mezi vlnovým vektorem a lokální siločarou; svislé šedé čáry ukazují minima amplitudy dominantní kolmé komponenty; černé body vyznačují lokální maxima, jež jsou alespoň 50 pT nad sousedním minimem.

3. Multi-přístrojový přístup k určení rozsahu zdrojové oblasti elektromagnetických iontově cyklotronových vln způsobujících vysypávání energetických elektronů

V posledních letech probíhala debata ohledně schopnosti elektromagnetických iontových cyklotronových (EMIC) vln způsobovat vysypávání energetických elektronů (EEP, Energetic Electron Precipitation) do zemské atmosféry. Otázky ohledně energií a množství částic, se kterými dokáží tyto vlny interagovat, stále zůstávají otevřené. Mnohé studie se snažily o popis těchto interakcí pomocí simulací, jsou však limitovány nedostatkem přesných informací ohledně prostorového rozsahu oblastí s EMIC aktivitou. Zkoumali jsme výjimečně pozorování EMIC vlnové aktivity současně na satelitech Van Allen Probe B a Arase v konjunkci s pozemními pozorováními EEP na síti stanic určených k příjmu subionosférických radiových vln o velmi nízkých frekvencích (obr. 3). Vyvinuli jsme jednoduchou metodu

založenou na uvedených pozorováních sloužící ke stanovení rozsahu zdroje EMIC vln v zeměpisné délce, jež dává výsledný rozsah 0.75 hodin MLT s driftem 0.67 MLT/hod.



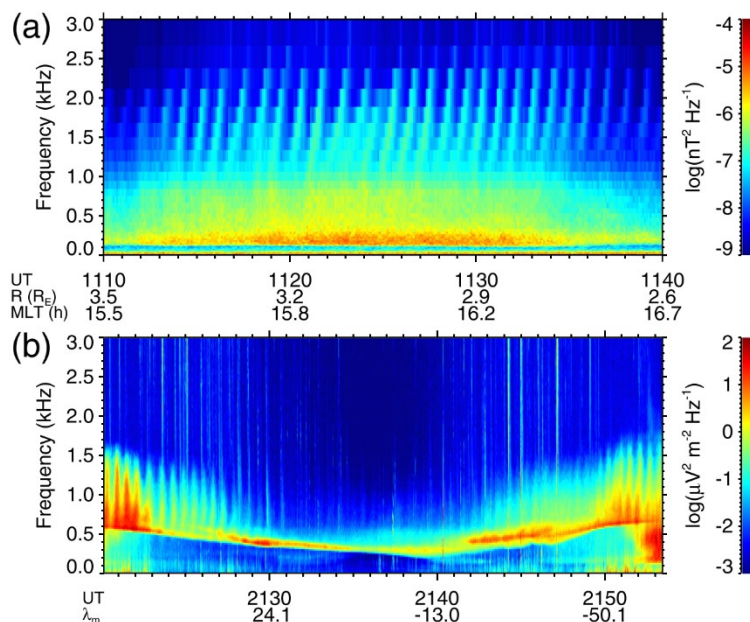
Obr 3 (a) Spektrogram kolmé složky vlnového výkonu z RBSP-B (souřadnice spojené se siločarou), s heliovou a kyslíkovou gyrofrekvencí vykreslenou bílou čarou. (b) Jako (a), ale data pocházejí z přístroje MGF na družici Arase. (c) Mapa oblasti pozorovaných událostí s otisky pozic RBSP-B a Arase promítaných podél siločar (dle T02 modelu) vyznačenými červeně a modře (šipky ukazují směr pohybu a bílé kosočtverce značí body nejtěsnějšího přiblížení družic); tři trajektorie VLF vln pozorovaných sítí AARDDVARK jsou vyznačeny červenými čarami; magnetometr v Eskdalemuiru je označen červeným čtvercem. L-hodnoty siločar 3-6 z modelu T02 jsou zakresleny přerušovanými černými čarami. (d, e) Jako (a) a (b), avšak horizontální osa ukazuje MLT a frekvence je normalizována na rovníkovou heliovou gyrofrekvenci.

Reference:

Hendry, A. T., Santolik, O., Miyoshi, Y., Matsuoka, A., Rodger, C. J., Clilverd, M. A., et al. (2020). A multi-instrument approach to determining the source-region extent of EEP-driving EMIC waves. *Geophysical Research Letters*, 47, e2019GL086599. <https://doi.org/10.1029/2019GL086599>

4. Elektromagnetické emise hvizdového módu s kvaziperiodickou modulací intenzity: rozdíly v míře výskytu zaznamenané družicemi Van Allen Probes a DEMETER

Kvaziperiodické emise hvizdového módu lze nalézt v záznamech družic měřících v magnetosféře ve frekvenčním pásmu od 500 Hz do 4 kHz. Vyznačují se téměř periodickou modulací vlnové intenzity. Zkoumali jsme velké soubory dat naměřené družicemi Van Allen Probes v rovníkové oblasti ve větších radiálních vzdálenostech od Země a družicí DEMETER, která se pohybovala po nízké dráze. Zatímco družice Van Allen Probes detekovaly kvaziperiodické emise ve všech lokálních časech a ve všech geomagnetických délkách, družice DEMETER zaznamenala tento typ emisí pouze ve dne a s výrazně menší mírou výskytu v oblasti jihoatlantické anomálie (obr. 4). Záznamy družic Van Allen Probes byly poměrně rovnoměrně rozloženy během celého roku s mírným poklesem na jaře a na podzim. V záznamech družice DEMETER jsme našli výrazné minimum v měsíci červnu. Tento zjevný nesoulad jsme vysvětlili vlivem magnetického pole Země a zvýšenou intenzitou pozadových vln v záznamech DEMETER, které zamaskovaly kvaziperiodické emise ve zkoumaných spektrogramech



Obr.4 a) Časově-frekvenční spektrogram znázorňující spektrální výkonovou hustotu fluktuací magnetického pole naměřené družicí Van Allen Probe A 4. října 2017 blízko rovníku ve frekvenčním pásmu mezi 1 a 2.5 kHz. V záznamu je rozpoznatelná řada elementů kvaziperiodické emise. b) Časově-frekvenční spektrogram znázorňující spektrální výkonovou hustotu fluktuací elektrického pole naměřené družicí DEMETER 13. srpna 2010 během dne. Družice se pohybovala od severu k jihu. Elementy kvaziperiodické emise byly zaznamenány ve frekvenčním pásmu mezi 0.5 a 1.5 kHz na vyšších geomagnetických šířkách a jejich intenzita se zmenšovala směrem ke geomagnetickému rovníku.

Reference:

Nemec, F., Santolík, O., Hospodarsky, G. B., Hajoš, M., Demekhov, A. G., Kurth, W. S., et al. (2020). Whistler mode quasiperiodic emissions: Contrasting Van Allen Probes and DEMETER occurrence rates.

Journal of Geophysical Research: Space Physics, 125, e2020JA027918.
<https://doi.org/10.1029/2020JA027918>

Související reference:

Nemec, F., **Tomori, A., Santolík, O.**, Boardsen, S. A., Hospodarsky, G. B., Kurth, W. S., et al. (2020). Fine harmonic structure of equatorial noise with a quasiperiodic modulation. *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, 125, e2019JA027509. <https://doi.org/10.1029/2019JA027509>

Martinez-Calderon, C., Němec, F., Katoh, Y., Shiokawa, K., Kletzing, C., Hospodarsky, G., **Santolík, O.** et al. (2020). Spatial extent of quasiperiodic emissions simultaneously observed by Arase and Van Allen Probes on 29 November 2018. *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, 125, e2020JA028126. <https://doi.org/10.1029/2020JA028126>

Bezdeková, B., Nemec, F., Manninen, J., Hospodarsky, G. B., **Santolík, O.**, Kurth, W. S., & Hartley, D. P. (2020). Conjugate observations of quasiperiodic emissions by the Van Allen Probes spacecraft and ground-based station Kannuslehto. *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, 125, e2020JA027793. <https://doi.org/10.1029/2020JA027793>

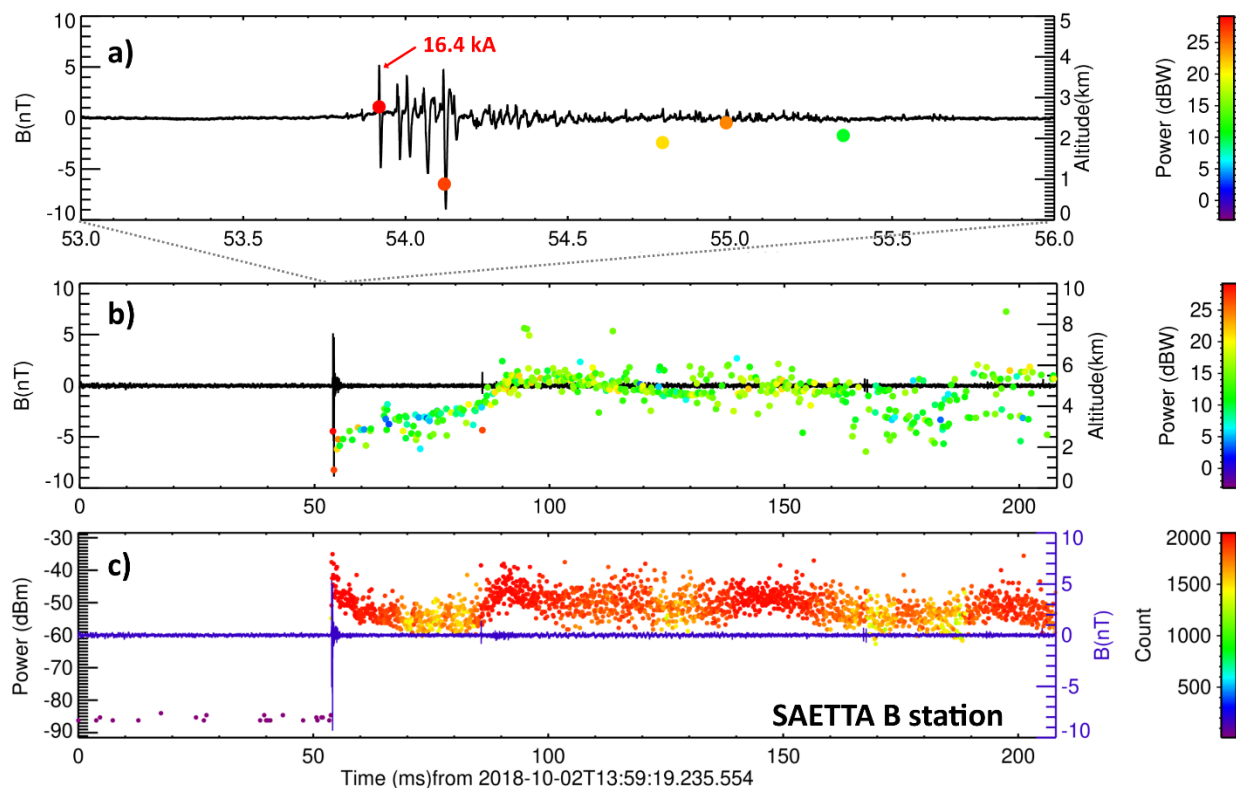
Demekhov, A. G., Titova, E. E., Manninen, J., Pasmanik, D. L., Lubchich, A. A., **Santolík, O.**, et al. (2020). Localization of the source of quasiperiodic VLF emissions in the magnetosphere by using simultaneous ground and space observations: A case study. *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, 125, e2020JA027776. <https://doi.org/10.1029/2020JA027776>

5. Dva scénáře vývoje iniciačních procesů podobných těm, které předcházejí záporným bleskům typu oblak-země, ale které k zemi nedorazí

Běžnému zápornému bleskovému výboji typu oblak-země předcházejí iniciační procesy a vůdčí výboj. Iniciační procesy jsou v elektromagnetických záznamech jasně rozpoznatelné jako sekvence bipolárních pulsů. V některých případech však iniciační procesy zůstanou izolované a k vůdčímu a zpětnému výboji nedojde. Zkoumali jsme 128 takových izolovaných sekvencí iniciačních pulsů zaznamenaných v letech 2015 a 2018 širokospektrálním analyzátozem připojeným k magnetické smyčkové anténě umístěné na severním cípu ostrova Korsika. Širokopásmová data (5 kHz-37 MHz) jsme zkombinovali s měřením pole úzkopásmových přijímačů SAETTA (60 – 66 MHz), které zaznamenává a lokalizuje emise provázející šíření výboje uvnitř bouřkového oblaku (obr. 5). Zjistili jsme, že se nedokončený výboj může v bouřkovém oblaku vyvíjet dvěma různými způsoby: buď se šíří dál po dobu nejméně 150 ms (typ A, 73 % případů, příklad obr. 5) nebo rychle vymizí (typ B, 27 % případů). Dále jsme zjistili, že vlastnosti sekvencí iniciačních pulsů v obou scénářích vývoje nedokončeného výboje se nikterak neliší od pulsů předcházejících běžný záporný bleskový výboj.

Reference:

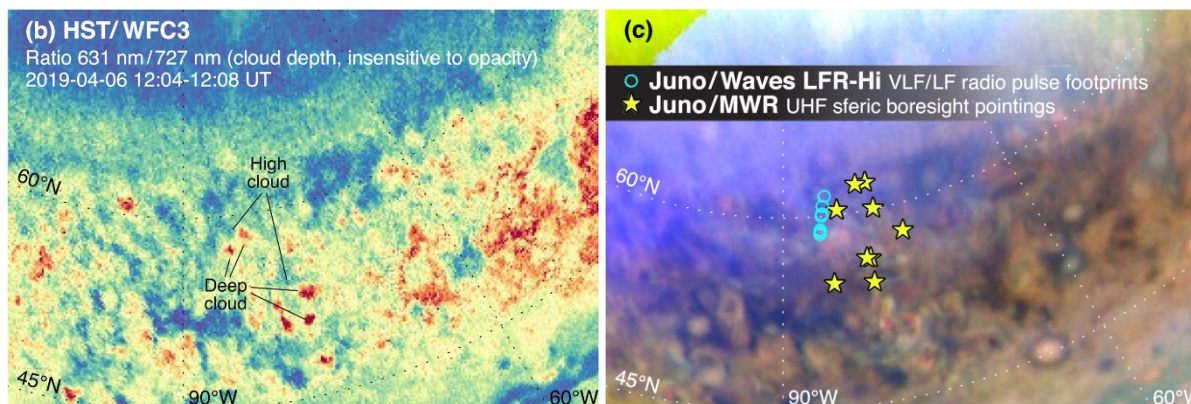
Kolmašová, I., Santolík, O., Defer, E., **Kašpar, P., Kolínská, A.**, Pedebay, S., & Coquillat, S. (2020). Two propagation scenarios of isolated breakdown lightning processes in failed negative cloud-to-ground flashes. *Geophysical Research Letters*, 47, e2020GL090593. <https://doi.org/10.1029/2020GL090593>



Obr. 5 Příklad izolované sekvence iniciačních pulsů typu A zaznamenané a) širokopásmovou magnetickou smyčkou, b) polem úzkopásmových antén, c) jednotlivou úzkopásmovou anténou. Šipka v panelu a) ukazuje na puls detekovaný evropskou bleskovou sítí Euclid, barevné body v panelech a) a b) znázorňují výkon emise detekovaných a lokalizovaných polem úzkopásmových antén SAETTA. Barevné body v panelu c) představují počet emisí zaznamenaných v jednom měřicím okně (80 μ s) přijímače na stanici SAETTA B a výkon nejsilnější emise detekované v daném měřicím okně.

6. Pozorování radiových signálů emitovaných bleskovými výboji během bouřek na Jupiteru

Bleskové výboje na Jupiteru emitují radiové signály v širokém pásmu frekvencí. Vlnový přístroj (Waves) na palubě sondy Juno zaznamenal 6. dubna 2019 řady krátkých submilisekundových radiových pulsů ve frekvenčním pásmu pod 150 kHz. Analýza ukázala, že poloha jejich zdrojových blesků získaná pomocí projekce podél magnetické siločáry byla nedaleko od projekce polohy signálů zaznamenaných mikrovlnným přístrojem (MWR). Obrázky z Hubblova dalekohledu pořízené ve stejné době ukazují, že zdrojové blesky pocházejí z oblasti aktivní konvekce, kde se vyskytovaly vodní oblaky (obr. 6).



Obr. 6 Polární projekce mapy získané Hubblovým dalekohledem ukazující oblast aktivní konvekce, kde se vyskytovaly zdrojové blesky emitující zachycené radiové signály. b) Aktivní konvekce – nízké oblaky (deep clouds) a přestřelující vrcholky (high clouds) je rozpoznatelná podle barvy získaná jako poměr obrázků pořízených ve dvou vlnových délkách (631/727 nm). c) Poloha zdrojových blesků na kompozitním obrázku složeném ze záznamů pořízených ve třech vlnových délkách (631 + 727 + 889 nm). Hvězdičky reprezentují projekci detekcí vlnového přístroje a modré kroužky ukazují projekci polohy detekcí mikrovlnného přístroje.

Reference:

Imai, M., Wong, M. H., Kolmašová, I., Brown, S. T., Santolík, O., & Kurth, W. S., et al. (2020). High-spatiotemporal resolution observations of Jupiter lightning-induced radio pulses associated with spherics and thunderstorms. *Geophysical Research Letters*, 47, e2020GL088397. <https://doi.org/10.1029/2020GL088397>

Související reference:

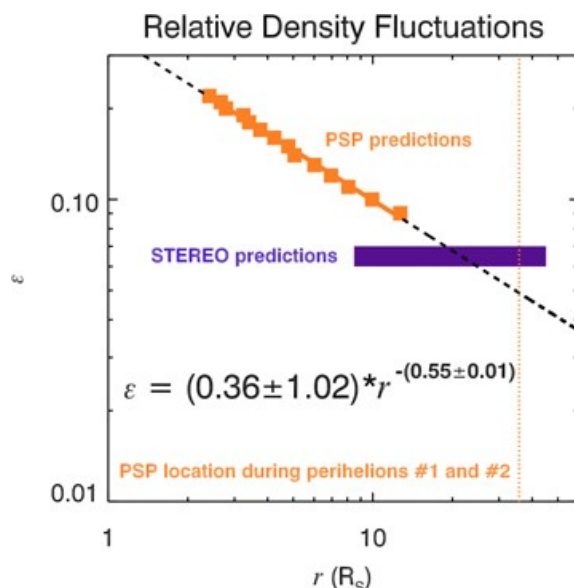
Sulaiman, A. H., Hospodarsky, G. B., Elliott, S. S., Kurth, W. S., Gurnett, D. A., Imai, M., M. Imai, F. Allegrini, B. Bonfond, G. Clark, J. E. P. Connerney, R. W. Ebert, D. J. Gershman, V. Hue, S. Janser, S. Kotsiaros, C. Paranicas, O. Santolík, J. Saur, J. R. Szalay, S. J. Bolton (2020). Wave-particle interactions associated with Io's auroral footprint: Evidence of Alfvén, ion cyclotron, and whistler modes. *Geophysical Research Letters*, 47, e2020GL088432. <https://doi.org/10.1029/2020GL088432>

Erard, S., Cecconi, B., Le Sidaner, P., Chauvin, C., Rossi, A.P., Minin, M., Capria, T., Ivanovski, S., Schmitt, B., Génot, V., André, N., Marmo, C., Vandaele, A.C., Trompet, L., Scherf, M., Hueso, R., Määttänen, A., Carry, B., Achilleos, N., Soucek, J., Pisa, D., Benson, K., Fernique, P. and Millour, E., 2020. Virtual European Solar & Planetary Access (VESPA): A Planetary Science Virtual Observatory Cornerstone. *Data Science Journal*, 19(1), 22. <http://doi.org/10.5334/dsj-2020-022>.

7. Hustotní fluktuační ve slunečním větru odhalené na základě měření radiových emisí typu III pomocí Parkerovy sluneční sondy

Rádiové vlny jsou ve slunečním větru silně rozptýleny, takže se zdá, že jejich zjevné zdroje jsou podstatně větší a na jiném místě, než skutečné zdroje. Protože tento rozptyl závisí na spektru turbulentních fluktuačních hustoty plazmatu slunečního větru, lepší porozumění šíření rádiových vln

poskytuje nepřímou informaci o fluktuaci relativní hustoty. Zkoumali jsme 30 emisí typu III pozorovaných na sondě Parker Solar Probe (PSP). Poprvé jsme odvodili doby poklesu emisí typu III mezi 1 a 10 MHz díky bezkonkurenčnímu časovému rozlišení PSP. Pozorovali jsme významnou odchylku pro frekvence nad 1 MHz ve srovnání s předchozími měřeními pod 1 MHz. Radiální vzdálenosti zdrojů rádiových vln generovaných na 1 MHz se totiž zhruba shodují s Alfvénovým bodem, kde Alfvénova rychlost klesne na hodnoty nižší, než je rychlost slunečního větru. Porovnáním pozorování PSP a simulací Monte Carlo jsme předpověděli fluktuace relativní hustoty v rozmezí od 0.22 do 0.09 v radiálních vzdálenostech mezi 2.5 a 14 slunečních poloměrů měřených od středu Slunce (obr. 7). Nakonec jsme vypočítali fluktuace relativní hustoty, měřené in situ pomocí PSP v radiální vzdálenosti 35.7 poloměrů Slunce během přísluní č. 1 na 0.07, a na 0.06 v přísluní č. 2. To je ve velmi dobré shodě s předchozími předpovědi získanými dálkovým měřením rádiových zdrojů generovaných v této radiální vzdálenosti.



Obr 7 Výsledky simulací Monte Carlo a pozorování PSP. Relativní hustoty pro různé radiální vzdálenosti r jsou označeny oranžovými čtverci. Plná černá čára představuje výsledek proložení mocninnou funkcí. Předpokládané fluktuace relativní hustoty, ϵ , podle sond STEREO jsou zobrazeny fialově. Tečkovaná oranžová čára označuje radiální vzdálenost PSP během přísluní č. 1 a č. 2.

Reference:

Krupar, V., A. Szabo, M. Maksimovic, **O. Kruparova**, E. P. Kontar, L. A. Balmaceda, X. Bonnin, S. D. Bale et al. (2020), Density Fluctuations in the Solar Wind Based on Type III Radio Bursts Observed by Parker Solar Probe, The Astrophysical Journal Supplement Series 246, 57, <https://doi.org/10.3847/1538-4365/ab65bd>

Související reference:

Schmieder, B., Kim, R.-S., **Grison, B.**, Bocchialini, K., Kwon, R.-Y., Poedts, S., & Démoulin, P. (2020). Low Geo-Effectiveness of Fast Halo CMEs Related to the 12 X-Class Flares in 2002. Journal of Geophysical Research: Space Physics, 125, e2019JA027529. <https://doi.org/10.1029/2019JA027529>

M. Pick, J. Magdalenic, N. Cornilleau-Wehrin, **B. Grison**, B. Schmieder, and K. Bocchialini, Role of the Coronal Environment in the Formation of Four Shocks Observed without Coronal Mass Ejections at Earth's Lagrangian Point L1 (2020), The Astrophysical Journal 895, 144, <https://doi.org/10.3847/1538-4357/ab8fae>

Martinez Oliveros, Juan Carlos; Castillo, Saida Milena Diaz; **Krupar, Vratislav**; Pulupa, Marc; Bale, Stuart D.; Calvo-Mozo, Benjamin (2020), An In Situ Interplanetary "U-burst": Observation and Results, The Astrophysical Journal 897, 170, <https://doi.org/10.3847/1538-4357/ab96c3>

Lario, D., R. Y. Kwon, L. Balmaceda, I. G. Richardson, **V. Krupar**, B. J. Thompson, O. C. St Cyr, L. Zhao, and M. Zhang (2020), Fast and Wide CMEs without Observed >20MeV Protons, The Astrophysical Journal 889, 92, <https://doi.org/10.3847/1538-4357/ab64e1>

Vandas, M., Nemecek, Z., Safrankova, J., Romashets, E. P., & **Hajoš, M.** (2020). Comparison of observed and modeled magnetic fields in the Earth's magnetosheath. Journal of Geophysical Research: Space Physics, 125, e2019JA027705. <https://doi.org/10.1029/2019JA027705>

8. Subsystem pro vzorkování v časové doméně pro sondu Solar Orbiter

Sonda Solar Orbiter, která úspěšně odstartovala v únoru 2020, nese mimo jiné i čtyři vědecké přístroje zaměřené na měření vlastností elektromagnetického pole a plazmatu slunečního větru v jejím blízkém okolí. Tato skupina přístrojů nazývaných souhrnně in-situ přístroje, zahrnuje magnetometr (MAG), přístroj pro měření rozdělovací funkce iontů a elektronů slunečního větru (SWA), přístroj pro detekci slunečních energetických částic (EPD) a přístroj pro měření rádiových a plazmových vln ve slunečním větru (RPW). Jeden ze subsystémů přístroje RPW, takzvaný Time Domain Sampler, určený k pozorování vysokofrekvenčních plazmových vln, byl vyvinut pracovníky ÚFA a členové Oddělení kosmické fyziky se věnují jeho vědeckému provozu, kalibraci a zpracování měřených dat. Od startu je přístroj téměř v nepřetržitém provozu a za tu dobu se podařilo zaznamenat tisíce plazmových vln a dopadů prachových částic, včetně vln ve zdrojových oblastech rádiových emisí typu III (obr. 8), měření při prvním periheliu a průletu indukovanou magnetosférou Venuše. V roce 2020 vyšlo zvláštní číslo časopisu Astronomy & Astrophysics, kde jsou popsány vědecké přístroje včetně RPW a způsob plánování a koordinace měření jednotlivých přístrojů na úrovni celého Solar Orbiteru.

Reference:

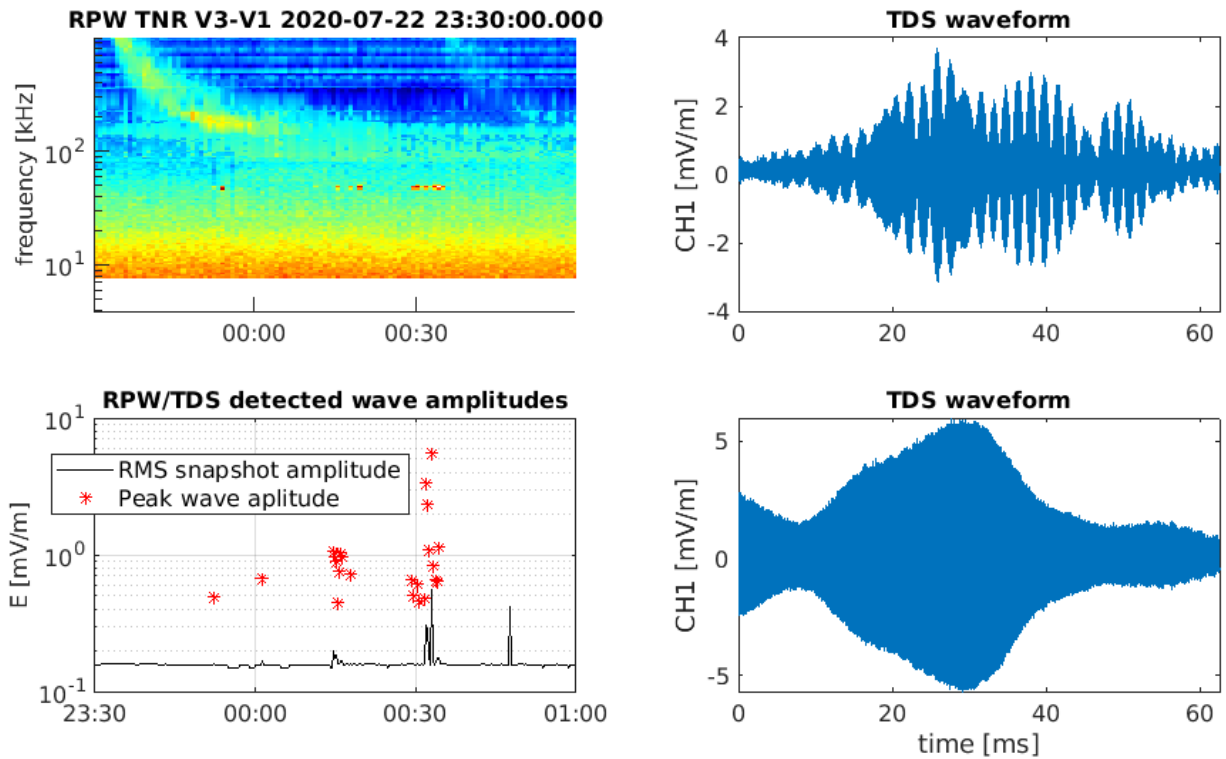
Maksimovic, M., Bale, S. D., Chust, T., Khotyaintsev, Y., Krasnoselskikh, V., Kretschmar, M., (...), **Souček, Jan**, Steller, M., Štverák, Štěpán, Trávníček, Pavel, (...), **Santolík, Ondřej, Kolmašová, Ivana, Krupař, Vratislav, Krupařová, Oksana, Píša, David, Uhlíř, Luděk, Lán, Radek**, Baše, Jiří, Ahlen, L., André, M., Bylander, L., Cripps, V., Cully, C., Eriksson, A., Jansson, S.-E., Johansson, E.P.G., Karlsson, T., Puccio, W., Břínek, J., Öttacher, H., Panchenko, M., Berthomier, M., Goetz, K., Hellinger, Petr, (...), 2020: The Solar Orbiter Radio and Plasma Waves (RPW) instrument, Astronomy & Astrophysics 624, A12, [doi:10.1051/0004-6361/201936214](https://doi.org/10.1051/0004-6361/201936214)

Související reference:

Rodríguez-Pacheco, J., Wimmer-Schweingruber, R.F., Mason, G.M.,... **Souček, J.**,... (2020), The Energetic Particle Detector: Energetic particle instrument suite for the Solar Orbiter mission, Astronomy & Astrophysics 642, A7, <https://doi.org/10.1051/0004-6361/201935287>

Zouganelis, I., De Groof, A., Walsh, A. P., ..., **Souček, J.**, Štverák, Š. (2020), The Solar Orbiter Science Activity Plan. Translating solar and heliospheric physics questions into action, Astronomy & Astrophysics 642, A3, <https://doi.org/10.1051/0004-6361/202038445>

Walsh, A. P., Horbury, T.S., Maksimovic, M., ..., **Souček, J.**,... (2020), Coordination of the in situ payload of Solar Orbiter, *Astronomy & Astrophysics* 642, A5 <https://doi.org/10.1051/0004-6361/201936894>



Obr. 8 Rádiová emise typu 3 pozorovaná sondou Solar Orbiter v červenci 2020. V tento den Solar Orbiter zaznamenal i průlet zdrojovou oblastí této rádiové emise, kde byly pozorovány sluneční energetické částice a Langmuirovy vlny. V pravé polovině obrázku je zobrazen časový vývoj elektrického pole Langmuirových vln na elektronové plazmové frekvenci, zaznamenaný přístrojem RPW-TDS.

Oddělení kosmické fyziky Ústavu fyziky atmosféry AV ČR v roce 2020

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, do 2. dubna
7. Jiří Jánský, odborný pracovník výzkumu a vývoje, od 1. května
8. Petr Kašpar, postdoktorand
9. Ivana Kolmašová, vedoucí vědecký pracovník
10. Andrea Kolínská, student mag. studia, od 1. října doktorand, částečný úvazek 50%
11. Vratislav Krupař, vědecký pracovník, částečný úvazek 20%, *od 8.června neplacené volno*
12. *Oksana Krupařová, vědecký pracovník, mateřská a rodičovská dovolená*
13. Radek Lán, odborný pracovník výzkumu a vývoje
14. Jan Lukačevič, PhD student, částečný úvazek 70%
15. David Píša, vědecký pracovník
16. Martin Popek, pozorovatel TLE, částečný úvazek 25%
17. Ondřej Santolík, vedoucí vědecký pracovník, vedoucí oddělení
18. Jan Snížek, odborný pracovník výzkumu a vývoje, částečný úvazek 50%
19. Jan Souček, vedoucí vědecký pracovník, zástupce vedoucího oddělení
20. Hana Špačková, PhD student, částečný úvazek 70%
21. Ulrich Taubenschuss, vědecký pracovník
22. *Alexander Tomori, PhD student, rodičovská dovolená*
23. Luděk Uhlíř, odborný pracovník výzkumu a vývoje
24. Christof Weber, postdoktorand, do 31. ledna