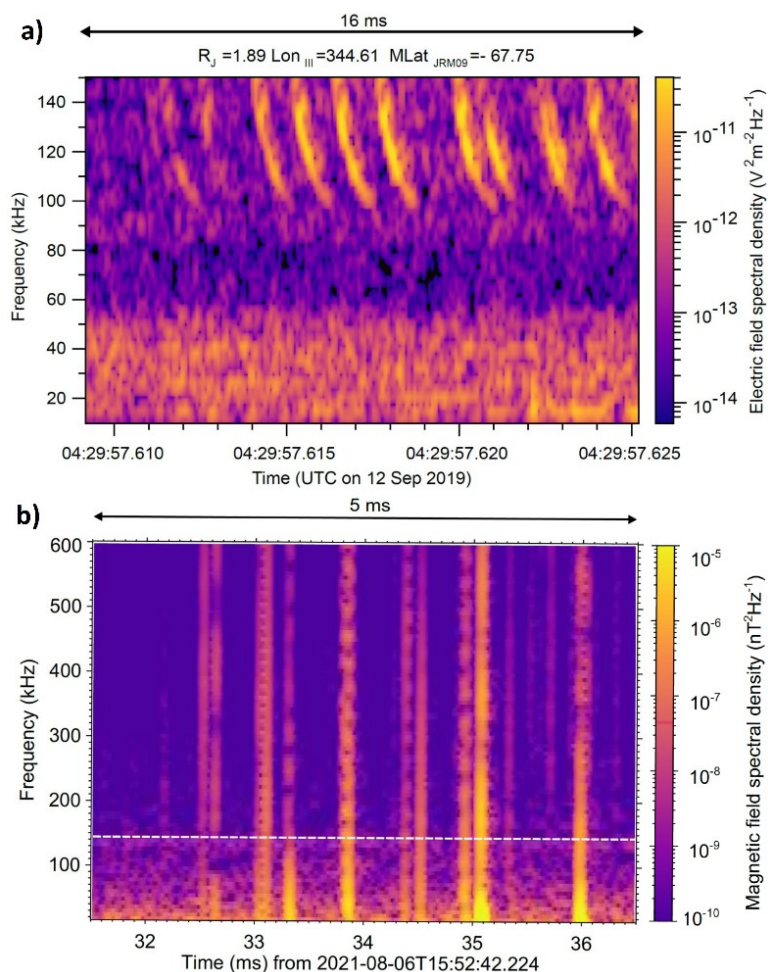


Výsledky oddělení kosmické fyziky Ústavu fyziky atmosféry AV ČR zveřejněné v roce 2023

1. Blesky na Jupiteru pulzují v podobném rytmu jako výboje v bouřkových oblacích na Zemi

Naše poznání bleskových procesů na planetě Jupiter bylo až donedávna značně omezeno nedostatečným časovým rozlišením předchozích měření. Nedávná pozorování mise Juno odhalila elektromagnetické signály pocházejících z výbojů v atmosféře Jupiteru, jejichž četnost naznačovala, že na Jupiteru dochází k několika výbojům za sekundu, což je srovnatelné s pozorováním na Zemi. Stále však nebylo jisté, zda se na Jupiteru vyskytují bleskové procesy na kratších časových škálách odpovídající jevům známým z bouřek na Zemi. Analyzovali jsme vlastnosti téměř pěti set záznamů skupin elektromagnetických pulzů vyzařovaných bleskovými procesy, které se odehrály se v atmosféře planety Jupiter. Data byla nasbírána rádiovým přijímačem s vysokým časovým rozlišením během prvních pěti let mise Juno, která krouží kolem planety od roku 2016. Typický rozestup mezi pulsy o délce jedné milisekundy nás vedl k závěru, že pulsy jsou vyzařovány během krokového prodlužování bleskových kanálů podobně jako v případě vnitro-oblačných blesků, které známe ze Země.



Frekvenčně-časový spektrogram výkonové spektrální hustoty fluktuací elektrického pole skupiny pulzů s disperzí zaznamenaných družicí Juno dne 12. září 2017 po 04:29:57 UTC v radiální vzdálenosti

1,89 R_J (poloměr planety Jupiter). b) Frekvenčně-časový spektrogram výkonové spektrální hustoty fluktuací magnetického pole zobrazující 5 ms dlouhý detail vzniku vnitrooblačného blesku, ke kterému došlo 6. srpna 2021 v 15:52:42 UTC. Měření bylo provedeno širokopásmovou magnetickou smyčkovou anténou (5 kHz až 90 MHz) instalovanou na observatoři Dlouhá Louka v Česku. Pro porovnání s pulsy z panelu a) označuje bílá přerušovaná čára horní frekvenční mez měření radiového přijímače na palubě sondy Juno.

Reference:

I. Kolmašová, O. Santolík, M. Imai, W. S. Kurth, G. B. Hospodarsky, J. E. P. Connerney, S. J. Bolton, **R. Lán** (2023). Lightning at Jupiter pulsates with a similar rhythm as in-cloud lightning at Earth. *Nature communications* 14, 207. Doi:10.1038/s41467-023-38351-6.

Související reference:

Nature Research Highlights: Jupiter's lightning has rhythm — just like Earth's, 23 May 2023. Doi: 10.1038/d41586-023-01698-3.

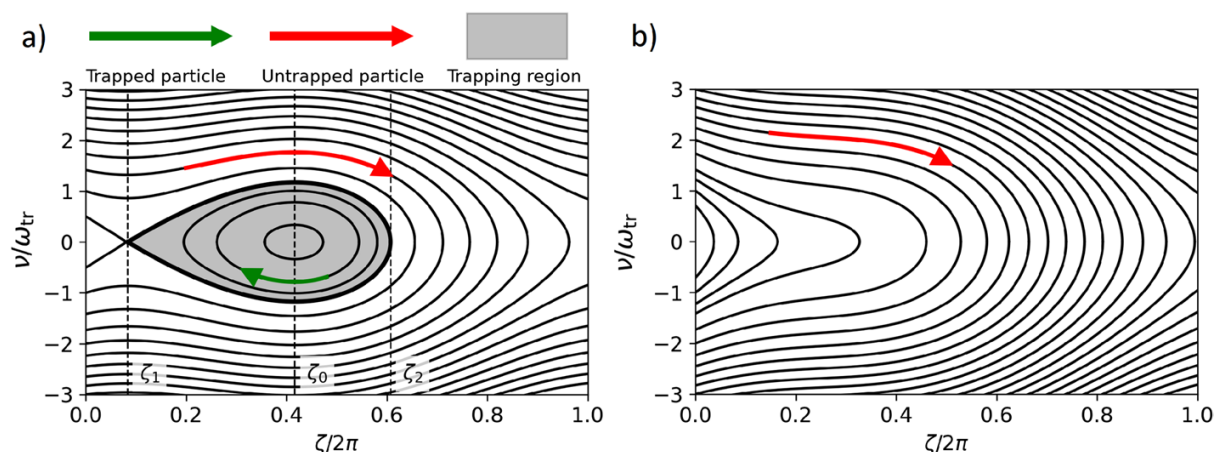
Kurth, W. S., Wilkinson, D. R., Hospodarsky, G. B., **Santolík, O.**, Averkamp, T. F., Sulaiman, A. H., et al. (2023). Juno plasma wave observations at Europa. *Geophysical Research Letters*, 50, e2023GL105775. Doi:10.1029/2023GL105775.

2. Teorie růstu a šíření paralelních hvizdových emisí typu chorus: Historie a přehled

Význam nelineárních vlnově-částicových interakcí pro makroskopickou i mikroskopickou dynamiku vnějšího radiačního pásu Země je již dlouho znám. Pokles populací elektronů během magnetických bouří, prudká zvýšení toku (microbursts) elektronů vysypávajících se do atmosféry a pulzující polární záře jsou vše jevy spojené s rychlým rozptylem energetických elektronů hvizdovými vlnami typu chorus, což je strukturovaná elektromagnetická emise, jež dosahuje amplitud až 1% pozadového magnetického pole. Navzdory desetiletím experimentálního a teoretického zkoumání choru, a přes nedávné pokroky dosažené díky numerickým simulacím, stále neexistuje kompletní teorie popisující mechanismus formování choru, a to ani v jednoduchém případě paralelního (jednorozměrného) šíření. Sledovali jsme vývoj těchto teorií od jejich počátků v 60. letech 20. století až do současného stavu a zahrnuli i nově vznikající tzv. self-konzistentní teorie. Prezentovali jsme kritický přehled jednotlivých přístupů, přičemž jsme brali v potaz nejnovější výsledky družicových pozorování jemné struktury choru. Diskutovali jsme protichůdné aspekty interpretací významu rezonančního proudu elektronů a nehomogenity magnetického pole. Také jsme rozebrali vztah mezi nelineárním růstem a mikroškálovými jevy souvisejícími s šířením vln a identifikovali jsme potenciální výzvy do budoucna, které souvisí s dvojrozměrným šířením choru.

Reference:

Hanzelka, M. and Santolík, O. (2023). Theories of Growth and Propagation of Parallel Whistler-Mode Chorus Emissions: A Review, *Surveys in Geophysics*, Doi: 10.1007/s10712-023-09792-x.



Fázový portrét ukazující chování elektronů v blízkosti cyklotronové rezonance s konstantním faktorem nehomogenity $S = -0.5$ (panel a) a $S = -1.2$ (panel b). Částice v záchytové oblasti (zelená šipka) oscilují okolo konstantní fáze ζ_0 . Nezachycené částice (červená šipka) nejsou fixované na žádný fázový bod.

Související reference:

Hartley, D. P., Christopher, I. W., Kletzing, C. A., Kurth, W. S., **Santolík, O.**, Kolmašová, I., et al. (2023). Chorus wave properties from Van Allen Probes: Quantifying the impact of the sheath corrected electric field. *Geophysical Research Letters*, 50. Doi:10.1029/2023GL102922.

Kletzing, C. A., Bortnik, J., Hospodarsky, G., Kurth, W. S., **Santolík, O.**, Smith, C.W., Christopher, I. W., Hartley, D. P., **Kolmašová, I.**, Sen Gupta, A. (2023). The Electric and Magnetic Fields Instrument Suite and Integrated Science (EMFISIS): Science, Data, and Usage Best Practices, *Space Science Reviews*, 219, 28. Doi: 10.1007/s11214-023-00973-z.

Huang, S., Li, W., Ma, Q., Shen, X.-C., Capannolo, L., **Hanzelka, M.**, Chu, X., Ma, D., Bortnik, J., and Wing, S. (2023). Deep learning model of hiss waves in the plasmasphere and plumes and their effects on radiation belt electrons. *Front. Astron. Space Sci.* 10:1231578. Doi: 10.3389/fspas.2023.1231578.

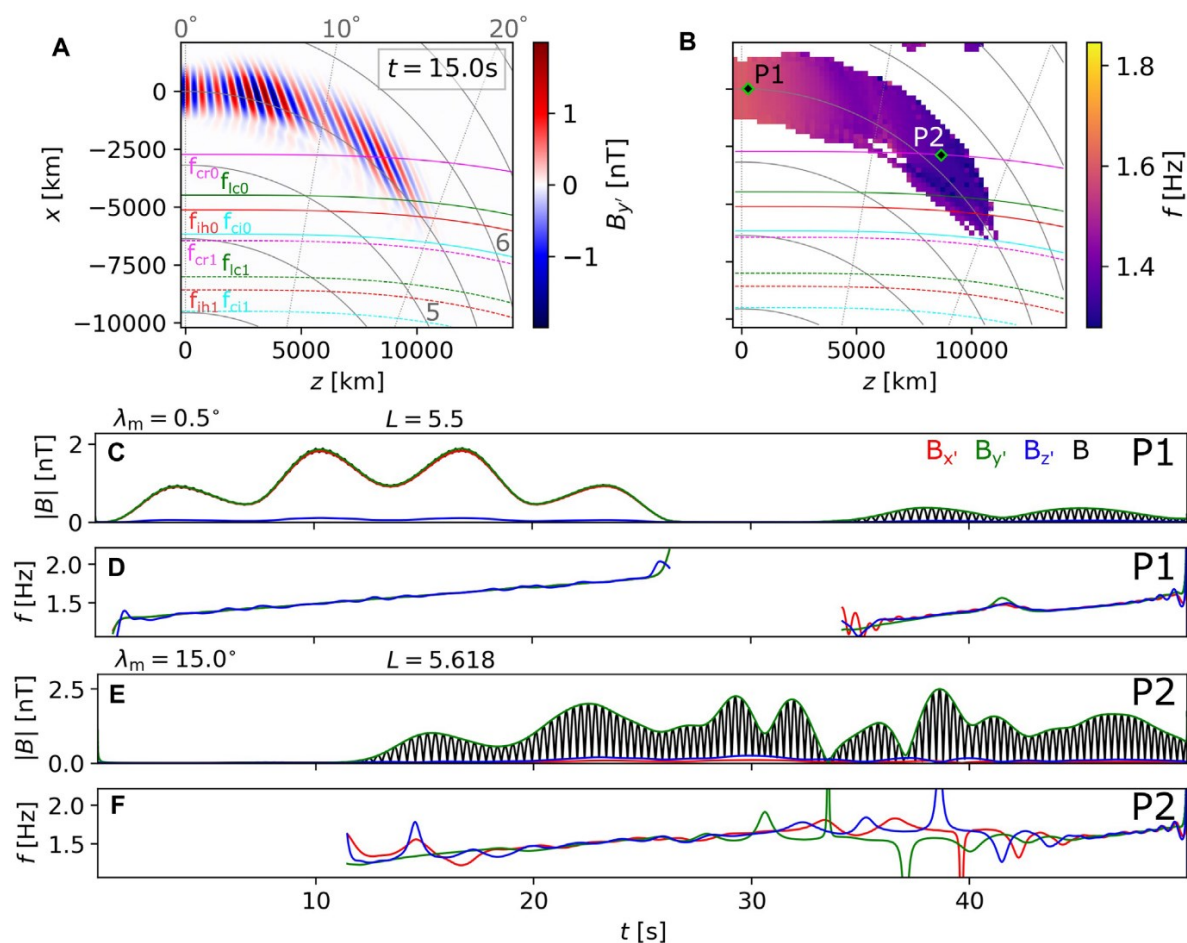
Bezděková, B., Němec, F., Manninen, J., **Santolík, O.**, Hospodarsky, G. B., and Kurth, W. S. (2023), Very low frequency whistler mode wave events observed simultaneously by the Kannuslehto station and Van Allen Probes, *J. Geophys. Res. Space Phys.*, 128(1), e2022JA03107, doi: 10.1029/2022JA031078.

Brunet, A., Dahmen, N., Katsavrias, C., **Santolík, O.**, et al., 2023: Improving the Electron Radiation Belt Nowcast and Forecast Using the SafeSpace Data Assimilation Modeling Pipeline, *Space Weather*, 21, 8, e2022SW003377. Doi:10.1029/2022SW003377.

3. Modelování EMIC vlnových balíčků pomocí vlnových metod: vedené šíření a odražené vlny

Elektromagnetické iontové cyklotronové (EMIC) vlny způsobují rozptyl elektronů v radiačních páslech na energiích od pár stovek keV a výše. K přesnému odhadu rozptylu a následného vysypávání relativistických elektronů na krátkých časových škálách potřebujeme detailní znalosti prostoro-

časového vývoje vlnových polí, jež nelze získat z měření jedné samostatné družice. V této práci jsme prezentovali modely EMIC vln získané z dvourozměrných simulací metodou konečných diferencí v časové doméně (FDTD) na pozadí dipólového magnetického pole Země. Studovali jsme případy šíření vln ve vodíkovém a heliovém pásmu, emise s rostoucí frekvencí, balíčky s amplitudovými modulacemi a vedené vlny. Šíření vln jsme analyzovali v časové doméně, což nám umožnilo přímé srovnání s měřením *in situ*. Ukázali jsme, že gradienty hustoty studeného plazmatu dokáží udržet kvaziparalelní směr vlnového vektoru, účinně vedou energii vlny, a mají silný vliv na konverzi vlnových módů a odrazy. Úhel vlnové normály nevedených vln prudce roste s magnetickou šířkou, což vede k odrazům na iontové hybridní frekvenci a zamezení dalšího šíření na malé nadmořské výšky. Získané vlnové modely mohou v budoucnu sloužit jako vstup do simulací testovacích částic a k analýze rozptylu relativistických elektronů a energetických iontů.



Složky pole a vlnové vlastnosti ze simulačního běhu se vstupními parametry ze Sady 4 (nevedený vlnový balík ve vodíkovém pásmu se stoupajícím tónem a čtyřmi podbalíčky). (A) Složka magnetického pole $B_{y'}$ kolmá na místní siločáru (a kolmá na rovinu meridiánu). Snímek byl pořízen v čase $t = 15$ s. Přechody přes charakteristické frekvence pro vlnovou frekvenci ω_0 jsou vyznačeny plnými čarami, přechody pro konečnou frekvenci ω_1 jsou nakresleny přerušovaně. (B) Snímek okamžité vlnové frekvence získaný z výkonového průměru frekvencí všech tří magnetických složek. Popisky P1 a P2 ukazují polohu sond, které sbíraly data analyzovaná v následujících panelech. (C) Amplitudová obálka měřená sondou P1 a složky magnetického pole $B_{x'}$, $B_{y'}$ a $B_{z'}$ vykreslené červeně, zeleně a modře, v tomto pořadí. Celkové magnetické pole $|B|$ je vyneseno černou čarou. (D) Okamžitá frekvence ze sondy P1, s barevným značením jako v předchozím panelu. (E, F) Jako panely (C, D), ale s daty ze sondy P2.

Reference:

Hanzelka, M., Li, W., Ma, Q., Qin, M., Shen, X.-C., Capannolo, L., and Gan, L. (2023), Full-wave modeling of EMIC wave packets: ducted propagation and reflected waves. *Front. Astron. Space Sci.* 10:1251563. Doi: 10.3389/fspas.2023.1251563.

4. Parametrická analýza rozptylu v pitch-úhlu a ztrát relativistických elektronů způsobených šikmými EMIC vlnami

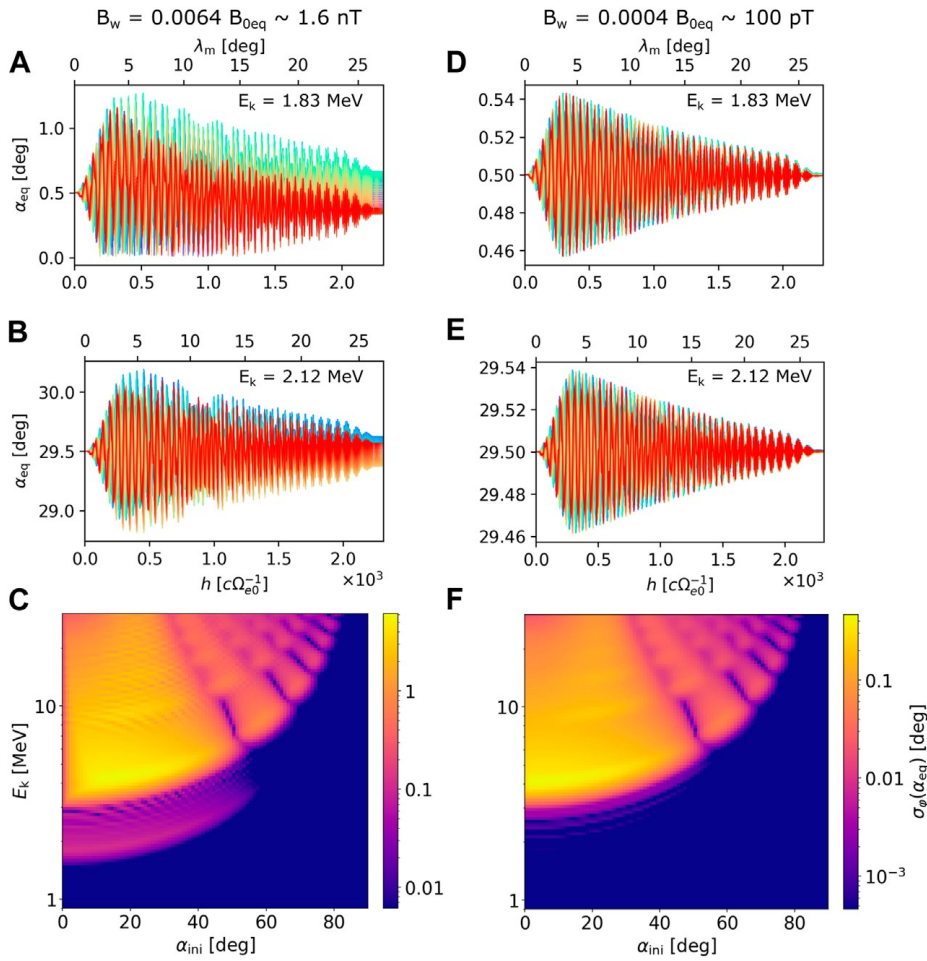
V této studii jsme analyzovali vliv elektromagnetických iontových cyklotronových (EMIC) vln na rozptyl a ztráty relativistických elektronů ve vnějším radiačním pásu Země. EMIC emise jsou běžně pozorovány ve vnitřní magnetosféře, kde dosahují vysokých amplitud a způsobují významné změny v pitch-úhlu především u elektronů s energiemi nad 1 MeV a to působením cyklotronové rezonance. Provedli jsme simulace testovacích částic s elektrony proudícími skrz vlny v heliovém pásmu s různými amplitudami a úhly vlnových normál a vyhodnotili citlivost advektivního a difúzního chování vůči těmto parametrům, a to se zahrnutím velmi šikmého šíření. Numerická analýza potvrdila důležitost harmonických rezonancí se šikmými vlnami, a u velmi šikmých vln jsme pozorovali efektivní rozptyl elektronů proudících proti vlně i podél. Silný vliv konečného Larmorova poloměru však omezoval efektivitu rozptylu na vysokých pitch-úhlech. V poslední době hojně diskutované jevy shlukování částic s malým pitch-úhlem v gyrační fázi v důsledku Lorentzovy síly překvapivě nezpůsobovaly pokles fázové hustoty vysypávajících se částic, a dále jsme ukázali, že transport elektronů do ztrátového kužele je vyvážen rozptylem ven z kužele. V případě šikmých vln s vysokou amplitudou jsme zaznamenali nezanedbatelné ztráty hluboko pod minimální rezonanční energií, které jsme identifikovali jako důsledek nelineárních zlomkových rezonancí. Simulace a teoretický rozbor naznačily, že by tyto rezonance mohly přispívat k vysypávání subrelativistických elektronů, ale budou pravděpodobně zastíněny nerezonančními jevy.

Reference:

Hanzelka, M., Li, W. and Ma, Q. (2023), Parametric analysis of pitch angle scattering and losses of relativistic electrons by oblique EMIC waves. *Front. Astron. Space Sci.* 10:1163515. Doi: 10.3389/fspas.2023.1163515.

Související reference:

Capannolo, L., Li, W., Ma, Q., Qin, M., Shen, X.-C., Angelopoulos, V., **Hanzelka, M.** et al. (2023). Electron precipitation observed by ELFIN using proton precipitation as a proxy for electromagnetic ion cyclotron (EMIC) waves. *Geophysical Research Letters*, 50. Doi:10.1029/2023GL103519.

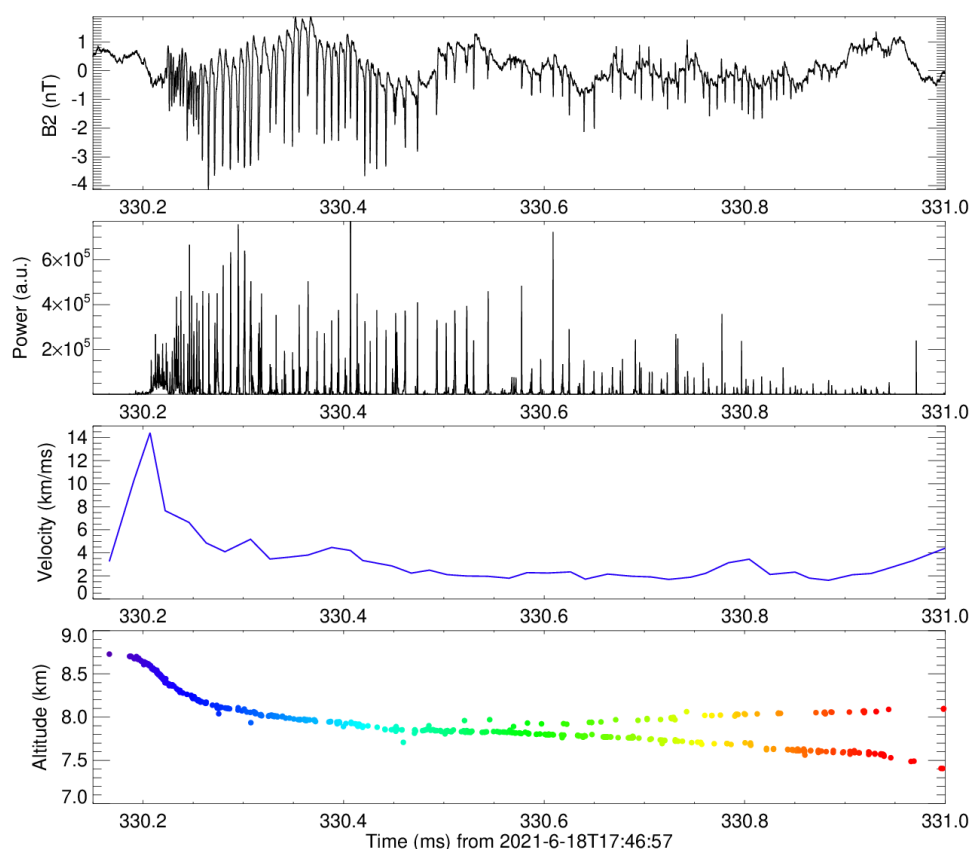


Chování zlomkových rezonancí vysvětleno na trajektoriích částic a směrodatných odchylkách v rovníkovém pitch-úhlu; interakce s EMIC vlnou s úhlem vlnové normály $\vartheta_k = 70^\circ$. (A-B) Změny v pitch-úhlu podél siločáry na energiích mnohem nižších než základní rezonanční energie na rovníku $E_{Rmin} \approx 4$ MeV. Vlnová amplituda je zde $B_{w0} = 1.6$ nT. (C) Směrodatná odchylka rovníkového pitch-úhlu vynesena v logaritmickém grafu s rozsahem tří řádů. Poblíž 2 MeV je patrný slabý rezonanční efekt. (D-F) Podobné jako (A-C), ale s 16krát menší vlnovou amplitudou. Rezonanční jevy poblíž $E_{Rmin}/2$ jsou nyní zcela zanedbatelné v porovnání s fundamentální rezonancí.

5. Sekvence pravidelných mikrosekundových pulsů emitované negativním vůdčím výbojem

V této studii jsme pátrali po původu sekvencí unipolárních mikrosekundových pulsů s překvapivě pravidelně rozloženými intervaly mezi pulsy. Takové pravidelné pulsy byly z předchozích pozorování hlášeny jen velmi zřídka. Zkoumali jsme čtyři sekvence pozorované během extenzivního vnitrooblačného výboje rozkládajícího se nad rovinnatým terénem v Holandsku. Ke studiu těchto neobvyklých procesů měli poprvé k dispozici nejen data z magnetických smyčkových antén SLAVIA, ale i záznamy radioteleskopu LOFAR. Když jsme důkladně synchronizovali oba měřicí systémy, zjistili jsme, že se pravidelné širokopásmové pulzy dokonale shodují s lokalizovanými izolovanými zdroji energetického záření o velmi vysoké frekvenci detekované sítí antén LOFAR. Díky lokalizaci detekovaných rádiových zdrojů jsme zjistili, že dané sekvence byly vyzařovány zápornými vnitrooblačnými vůdčími výboji, které se šířily po pravidelných krocích existujícími bleskovými kanály

původně vytvořenými předchozími kladnými vůdčími výboji. Mechanismus vzniku pravidelných sekvencí pulsů jsme plně nevysvětlili, nicméně se domníváme, že neobvykle pravidelné krokování vůdčího výboje je možné jen za příznivé kombinace vodivosti již existujících bleskových kanálů a okolního elektrického pole uvnitř bouřkových mraků.



Událost C1: (a) Sled pulzů magnetického pole naměřený 18. června 2021 anténou SLAVIA (Shielded Loop Antenna with a Versatile Integrated Amplifier). (b) Výkon vysokofrekvenčních rádiových zdrojů detekovaný ve stejnou dobu anténou CS002 umístěnou blízko jádra radioteleskopu LOFAR. (c) Průměrná rychlost pohybu vůdčího výboje. (d) Vysokofrekvenční zdroje záření lokalizované anténním systémem LOFAR metodou „impulsive imager“.

Reference:

Kolmašová, I., Scholten, O., **Santolík, O.,** Hare, B. M., Zacharov, P., **Lán, R.,** et al. (2023). A strong pulsing nature of negative intracloud dart leaders accompanied by regular trains of microsecond-scale pulses. *Geophysical Research Letters*, 50. Doi:10.1029/2023GL103864.

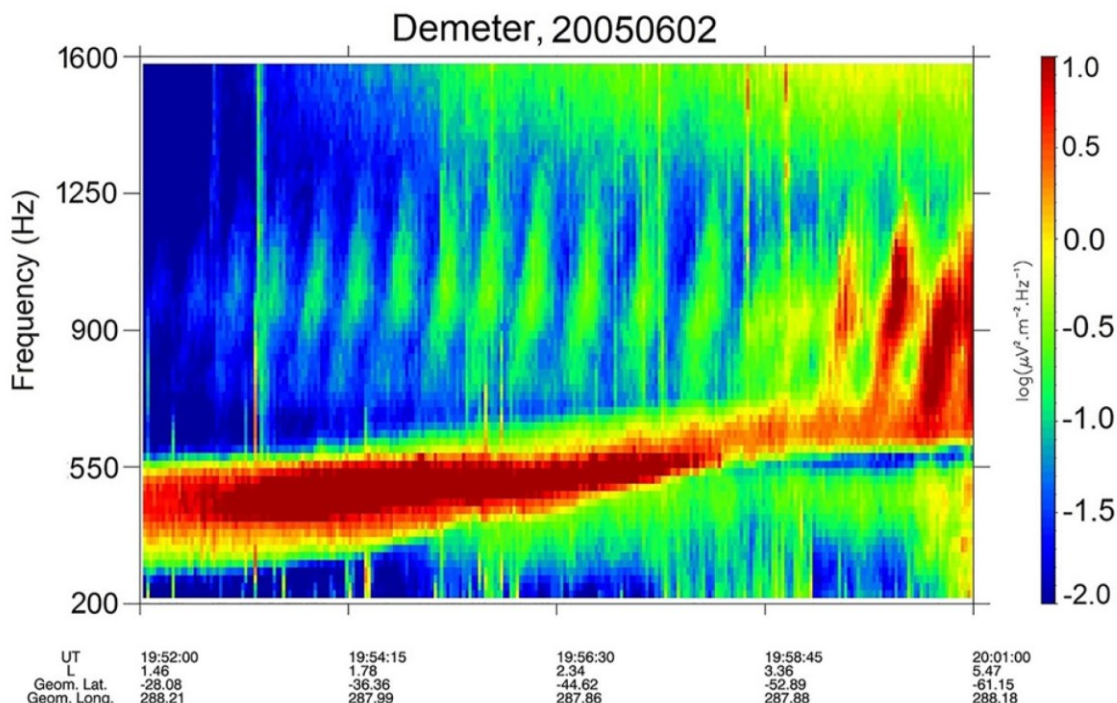
Související reference:

Tomicic, M., Chanrion, O., Farges, T., Mlynarczyk, J., **Kolmašová, I.,** Soula, S., et al. (2023). Observations of elves and radio wave perturbations by intense lightning. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 128. Doi:10.1029/2022JD036541.

Bandara, S., Marshall, T., and Stolzenburg, M. (2023), Further studies of positive Narrow Bipolar Events detected at close range, *Atmospheric Research* 286, 106668.
Doi:10.1016/j.atmosres.2023.106668.

6. Kvaziperiodické ELF/VLF emise související s pulzacemi geomagnetického pole

Porovnali jsme vlastnosti kvaziperiodických (QP) emisí pozorovaných sondou DEMETER v nízkých výškách na extra nízkých a velmi nízkých frekvencích s pulzacemi geomagnetického pole naměřených na zemi pomocí kanadského systému magnetometrů Canadian Array for Realtime Investigations of Magnetic Activity a magnetometru umístěnému na Geofyzikální observatoři ve finské Sodankylä. Celkem jsme analyzovali 398 QP událostí pozorovaných v době, kdy se sonda DEMETER nacházela v blízkosti pozemních magnetometrů. Modulační periody analyzovaných událostí QP byly delší než 10 s a jejich frekvenční šířky pásma byly větší než 200 Hz. U části emisí QP s modulačními periodami kolem 30 s byla zjištěna dobrá shoda mezi jejich modulačními periodami a frekvencemi pulzací magnetického pole měřených na zemi. Tyto emise QP byly zřejmě úzce souvisely s geomagnetickými pulzacemi (typ QP1) a představovaly ~18 % z celkového počtu analyzovaných událostí. U zbývajících 82 % událostí QP (typ QP2) nebyly identifikovány žádné odpovídající geomagnetické pulzace. Zdá se, že intenzita událostí QP1 nekorelovala s intenzitou pulzací geomagnetického pole, zatímco intenzita událostí QP2 rostla s integrovanou intenzitou pulzací geomagnetického pole. Na základě pozorované souvislosti mezi emisemi QP a pulzacemi geomagnetického pole jsme odhadli radiální vzdálenost oblasti vzniku emisí QP1 na $L \sim 7$.



Frekvenčně-časové spektrogramy výkonové spektrální hustoty fluktuací elektrického pole odpovídající kvaziperiodické emisi (QP), naměřené 2. června 2005 mezi 19:52 UT a 20:02 UT na jižní polokouli. Na frekvencích mezi ~700 a ~1700 Hz lze pozorovat soubor jednotlivých elementů QP, které pomalu slábnou směrem k nižším geomagnetickým šířkám.

Reference:

Hajoš, M., Němec, F., Demekhov, A., **Santolík, O.**, Parrot, M., Raita, T., Bezděková, B. (2023), Quasiperiodic ELF/VLF emissions associated with corresponding pulsations of the geomagnetic field, *J. Geophys. Res. Space Phys.*, 128(4), e2022JA03110. Doi:10.1029/2022JA031103.

Související reference:

Němec, F., Manninen, J., **Santolík, O.**, Hospodarsky, G. B., & Kurth, W. S. (2023). Magnetospheric line radiation observed close to the source: Properties and propagation. *J. Geophys. Res. Space Phys.*, 128. Doi:10.1029/2023JA031454.

7. Klasifikace jemné spektrální struktury aurorálního kilometrického záření

Aurorální kilometrické záření (AKR) je generováno nestabilní populací energetických elektronů v aurorální oblasti zemské magnetosféry. Mechanismus známý jako nestabilita cyklotronového maseru zesiluje slabé záření pozadí na úkor energie částic. Tato nestabilita však sama o sobě nedokáže vysvětlit častá pozorování jemných spektrálních struktur AKR, pokud jsou zaznamenány s dostatečně vysokým časovým a frekvenčním rozlišením. Analyzovali jsme pozorování AKR ze širokopásmového přijímače na palubách družic Cluster a představili přehledně různé typy spektrálních jemných struktur nalezených v souboru dat z let 2002 a 2003. Zavedli jsme klasifikační schéma jemných struktur a ve statistické analýze jsme zkoumali jejich četnost výskytu. Diskutovali jsme také možné mechanismy vzniku jednotlivých tříd jemných struktur AKR.

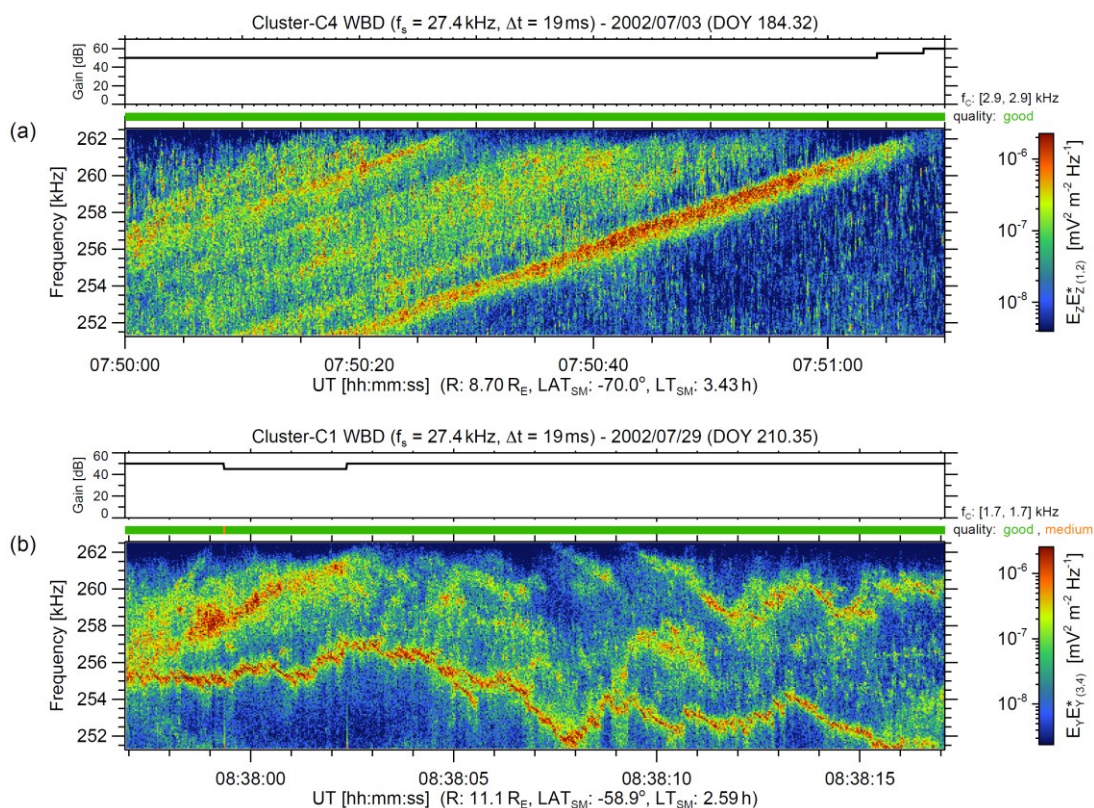
Reference:

Taubenschuss, U., Fischer, G., **Píša, D.**, **Santolík, O.**, **Souček, J.** (2023). Classification of the spectral fine structure in auroral kilometric radiation, *C. K. Louis, C. M. Jackman, G. Fischer, A. H. Sulaiman, P. Zucca, Dublin Institute for Advanced Studies (Eds.), Planetary, Solar and Heliospheric Radio Emissions IX*. Doi:10.25546/103089.

Související reference:

Fischer, G., **Taubenschuss, U.**, **Píša, D.**, Lamy, L., Wu, S., Ye, S.-Y., Jackman, C. M., O'Dwyer, E. (2023). A particular form of Saturn kilometric radiation at the low end of its spectrum., *C. K. Louis, C. M. Jackman, G. Fischer, A. H. Sulaiman, P. Zucca, Dublin Institute for Advanced Studies (Eds.), Planetary, Solar and Heliospheric Radio Emissions IX*. Doi:10.25546/103099.

Lamy, L., Prangé, P., Morooka, M., Kurth, W. S., **Taubenschuss, U.** (2023), The peak frequency source of Saturn's kilometric radiation., *C. K. Louis, C. M. Jackman, G. Fischer, A. H. Sulaiman, P. Zucca, Dublin Institute for Advanced Studies (Eds.), Planetary, Solar and Heliospheric Radio Emissions IX*. Doi:10.25546/103102.



(a) Pásma AKR s kladným driftem (~ 0.22 kHz/s; zobrazeno ~ 80 sekund) a (b) nepravidelně driftující AKR „hadi“ (zobrazeno ~ 20 sekund). Emise v (a) pod intenzivním spodním pásmem je AKR „děšť“ nerozlišeno).

8. Langmuirovy vlny související s magnetickými děrami ve slunečním větru

Langmuirovy vlny (elektrostatické vlny s frekvencí blízkou plazmové frekvenci elektronů) jsou často pozorovány ve slunečním větru a mohou se podílet na rozptylu energie elektronů. Langmuirovy vlny s největší amplitudou jsou obvykle pozorovány ve spojitosti se slunečními rádiovými emisemi typu II a III a s planetárními předšoky. Kromě toho se ve slunečním větru vyskytují Langmuirovy vlny neznámého původu nesouvisející s rádiovými slunečními emisemi. Langmuirovy vlny byly pozorovány uvnitř izolovaných magnetických děr, což naznačuje, že tyto díry hrají při vzniku Langmuirových vln důležitou roli. Podíleli jsme se na studii statistického rozložení Langmuirových vln ve slunečním větru v různých heliocentrických vzdálenostech. Zkoumali jsme vztah mezi magnetickými děrami a Langmuirovými vlnami. Analýzou místních vlastností plazmatu jsme identifikovali možné zdrojové oblasti Langmuirových vln nesouvisející s rádiovými emisemi. Analyzovali jsme data ze dvou přístrojů měřících na palubě sondy Solar Orbiter: z radiového přijímače Radio and Plasma Waves (RPW) a magnetometru (MAG). K identifikaci a studiu Langmuirových vln jsme použili spouštěné záznamy měření elektrického pole a palubní statistická data přístroje TDS (část přístroje RPW). Hustotu plazmatu jsme získali z měření plovoucího potenciálu kosmické sondy. Data z magnetometru jsme použili k monitorování pozadového magnetického pole a k detekci magnetických děr, které jsme definovali jako oblasti s izolovaným poklesem intenzity pole o více než 50 % pod úroveň pozadí. Statistickou analýzu jsme provedli na datech z let 2020 až 2021, přičemž jsme zahrnuli heliocentrické vzdálenosti mezi 0,5 AU a 1 AU. Ukázali jsme, že 78 % Langmuirových vln ve slunečním větru, které nesouvisejí s rádiovými emisemi, se vyskytlo v oblastech lokálního poklesu intenzity magnetického pole, včetně oblastí klasifikovaných

jako izolované magnetické díry. Ukázali jsme také, že se Langmuirovy vlny vyskytovaly častěji uvnitř magnetických děr než v jakékoli jiné oblasti slunečního větru, což naznačuje, že magnetické díry jsou důležitými zdrojovými oblastmi Langmuirových vln ve slunečním větru. Zjistili jsme také, že Langmuirovy vlny vyskytující se současně s magnetickými děrami jsou obvykle méně intenzivní než vlny související s rádiovými emisemi.

Reference:

Boldú, J. J., Graham, D. B., Morooka, M., André, M., Khotyaintsev, Yu. V., Karlsson, T., **Souček, J., Píša, D.**, and Maksimovic, M. (2023). Langmuir waves associated with magnetic holes in the solar wind, *A&A* 674, A220. Doi:10.1051/0004-6361/202346100.

Související reference:

Krasnoselskikh, V. Tsurutani, B. T., Dudok de Wit, T., Walker, S., Balikhin, M., Balat-Pichelin, M..... **Souček, J.** et al. (2023). ICARUS: in-situ studies of the solar corona beyond Parker Solar Probe and Solar Orbiter, *Experimental Astronomy*, 54:277–315. Doi: 10.1007/s10686-022-09878-1.

Kvammen, A., Wickstrøm, K., Kociscak, S., Vaverka, J., Nouzak, L., Zaslavsky, A., Rackovic Babic, K., Gjelsvik, A., **Píša, D., Souček, J.**, and Mann, I. (2023). Machine learning detection of dust impact signals observed by the Solar Orbiter, *Ann. Geophys.*, 41, 69–86. Doi:10.5194/angeo-41-69-2023.

9. Vývoj přístrojového vybavení vědeckých kosmických sond

Nadále jsme se podíleli na vývoji nových vědeckých přístrojů pro kosmické sondy. Pracovali jsme také na kalibraci a starali se o provoz přístrojů a subsystémů kosmických sond, které náš tým v minulosti postavil. Starali jsme se o řádný chod přístroje Radio and Plasma Waves na sondě ESA Solar Orbiter, prováděli jsme letové kalibrace, vyvíjeli software a plánovali provoz přístroje Radio and Plasma Waves Investigation na sondě ESA JUICE, vyvíjeli jsme přístroje pro projekty ESA Comet Interceptor, Vigil, LISA a Athena a rovněž jsme připravovali budoucí lunární mise.

Reference:

Fletcher, L. N., Cavalié, T., Grassi, D., (...), **Santolík, O., Kolmašová, I.**, et al. (2023). Jupiter Science Enabled by ESA's Jupiter Icy Moons Explorer, *Space Science Reviews*, 219, 7, 53.

Barret, D., Albouys, V., den Herder, J.-W., Massimo Cappi, L. P. Huvelin, J. **Souček, J.**..... et al. (2023). The Athena X-ray Integral Field Unit: a consolidated design for the system requirement review of the preliminary definition phase, *Experimental Astronomy* 55:373–426. Doi:10.1007/s10686-022-09880-7.

Dandouras, I., Taylor, M. G. G. T., De Keyser, J., **Grisson, B.**, (...), Štverák, Š., et al. (2023). Space plasma physics science opportunities for the lunar orbital platform - Gateway, *Frontiers in Astronomy and Space Sciences*, 10, 1120302. Doi: 10.3389/fspas.2023.1120302.

Oddělení kosmické fyziky Ústavu fyziky atmosféry AV ČR v roce 2023

1. Samuel Amrich, student, částečný úvazek 20%, do 31. května 2023
2. Radka Balková, administrativní pracovník, částečný úvazek 50%
3. Tomáš Formánek, student, částečný úvazek 20%
4. Benjamin Grison, vědecký pracovník
5. Michajlo Hajoš, vědecký pracovník
6. *Miroslav Hanzelka, postdoktorand, neplacené volno, pobyt na Boston University a GFZ Potsdam*
7. Pavel Houfek, odborný pracovník výzkumu a vývoje, od 1. září 2023
8. Jiří Jánský, odborný pracovník výzkumu a vývoje
9. Michaela Jírová, doktorandka, částečný úvazek 40%
10. Petr Kašpar, vědecký pracovník
11. Andrea Kolínská, doktorand, částečný úvazek 70%
12. Ivana Kolmašová, vedoucí vědecký pracovník
13. *Vratislav Krupař, vědecký pracovník, neplacené volno*
14. *Oksana Krupařová, vědecký pracovník, rodičovská dovolená*
15. Radek Lán, odborný pracovník výzkumu a vývoje
16. Ján Mičko, doktorand, částečný úvazek 70%
17. David Píša, vědecký pracovník
18. Martin Popek, pozorovatel TLE, částečný úvazek 25%
19. Kateřina Rosická, studentka, částečný úvazek 20%
20. Ondřej Santolík, vedoucí vědecký pracovník, vedoucí oddělení
21. Jan Snížek, odborný pracovník výzkumu a vývoje, částečný úvazek 50%
22. Jan Souček, vedoucí vědecký pracovník, zástupce vedoucího oddělení
23. *Hana Špačková, PhD student, rodičovská dovolená*
24. Ulrich Taubenschuss, vědecký pracovník
25. Marie Turčičová, postdoktorandka, částečný úvazek 20%, do 31. července 2023
26. Luděk Uhlíř, odborný pracovník výzkumu a vývoje