

ABSTRAKTY

Jaká je teplota protuberancí? První nezávislé měření s pomocí observatoře ALMA

Bárta M.¹, Heinzl P.^{1,2} a Berlicki A.^{2,1}

¹Astronomický ústav AV ČR, Ondřejov, Česká republika,

²Wroclaw University, Center of Excellence - Solar and Stellar Activity, Polsko

Teplota částečně ionizovaného plazmatu ve slunečních protuberancích dosud patří k ne zcela spolehlivě určeným parametrům – dosavadní studie různých autorů uvádějí rozptyl 6000 K – 10000 K. Přitom její hodnota hraje významnou roli v celkové fyzice protuberance, zejména v kardinální otázce, zda chladnější protuberanční hmota jen stéká do prohlubní magnetického pole vytvořených vnějším systémem elektrických proudů nebo i sama k formování těchto prohlubní svou tíží přispívá. Tradičně je teplota protuberancí určována spektroskopicky z čar ve viditelné a UV/EUV oblasti. Složitost formování čáry tzv. non-LTE přenosem záření a závislost výsledku na dalších parametrech modelu pak vede k výše uvedené nejednoznačnosti v určení teploty.

Nástup slunečních pozorování s observatoří ALMA v roce 2017 umožnil i zcela nezávislé měření teplot plazmatu založené na zjištění jasové teploty záření emitovaného protuberancí v milimetrové oblasti. Heinzl a kol. (2015) vyvinuli metodu výpočtu jasové teploty mm emise v závislosti na kinetické teplotě plazmatu a optické tloušťce protuberance v daném místě určené z celkové radiace v čáře H α v konkrétním obrazovém elementu. Ze simultánních zobrazení protuberance v čáře H α a na mm vlnách (ALMA) tak v principu lze inverzí určit i kinetickou teplotu plazmatu. Tato nová metoda byla vůbec poprvé použita na protuberanci pozorovanou 18. dubna 2018 simultánně observatoří ALMA a přístrojem MSDP observatoře ve Wroclawi. Výsledkem je teplotní mapa protuberance s rozlišením $\sim 1''$. Výsledky byly nedávno publikovány v časopise *The Astrophysical Journal* (Heinzl a kol., 2022; <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2022ApJ...927L..29H/abstract>) a tento příspěvek si klade za cíl jejich stručné shrnutí s důrazem zejména na netriviální zpracování komplexních dat z mm observatoře ALMA.

Výškové rozloženie fyzikálnych vlastností nad slnečnou škvrou

Benko M.¹, Gömöry P.¹, Kuckein C.³, Balthasar H.², González Manrique S.J.²

¹Astronomický ústav, SAV, Tatranská Lomnica, Slovenská republika

²Leibnizov Inštitút pre Astrofyziku Potsdam, Nemecko

³Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC)

Analyzovali sme vlastnosti fotosférického a chromosférického magnetického poľa stabilnej slnečnej škvry v aktívnej oblasti AR 12553 dňa 20. júna 2016 pomocou moderných vypočtových techník. Spektropolarimetrické pozorovania boli získané pomocou infračerveného spektrografu GREGOR (GRIS) na 1,5 metra Teleskop GREGOR a spektropolarimeter na palube satelitu Hinode. Naším cieľom bolo preskúmať magnetické a dynamické vlastnosti z fotosféry do chromosféry nad slnečnou škvrou.

Hlboké učenie a jeho využitie pre segmentáciu javov v slnečnej koróne

Butka P.¹, Mackovjak Š.², Maslej Krešňáková V.²

¹Fakulta elektrotechniky a informatiky, Technická univerzita, Košice

²Ústav experimentálnej fyziky SAV, Košice

Štruktúry v slnečnej koróne sú hlavnými motormi procesov vesmírneho počasia, ktoré môžu priamo alebo nepriamo ovplyvniť Zem. Vďaka najnovším vesmírnym solárnym observatóriám s možnosťou nepretržitého získavania snímok s vysokým rozlíšením je možné štruktúry v slnečnej koróne monitorovať v priebehu rokov s časovým rozlíšením niekoľkých minút. Pre efektívne spracovanie takýchto snímok sa používa stále viac automatických metód na báze rôznych metód

strojového učenia (Machine Learning). Z pohľadu spracovania obrazových dát hrajú dnes významnú rolu metódy strojového učenia na báze hlbokých neurónových sietí, známe aj ako oblasť hlbokého učenia (Deep Learning). V rámci našej práce sme vyvinuli metódu automatickej segmentácie štruktúr slnečnej koróny pozorovanej v EUV spektre, ktorá je založená na prístupe hlbokého učenia s využitím konvolučných neurónových sietí. Dostupné súbory vstupných údajov boli preskúmané spolu s vlastným súborom dát na základe manuálnej anotácie cieľových štruktúr. Naš model SCSS-Net (Solar Corona Structures Segmentation Network) poskytuje aktuálne segmentáciu pre koronálne diery a aktívne oblasti. Ukázalo sa, že metódy na báze hlbokého učenia sú schopné využiť rôzne anotácie a prekonať svojim mechanizmom aj problémy s rôznou kvalitou anotácií. Vytvorený model je štrukturálne univerzálny a proces učenia modelu predstavuje univerzálny postup na identifikáciu štruktúr v slnečnej koróne, ktorý môže byť v budúcnosti aplikovaný pre doplnenie o segmentáciu ďalších javov. Výstupy modelu umožňujú získať nové údaje o aktuálnom stave koróny a môžu byť následne použité pre ďalšie štúdie samotnej slnečnej aktivity, ako aj súvislostí medzi slnečnou aktivitou a jej vplyvom na Zem.

50 rokov slnečných seminárov

Dorotovič I., *Slovenská ústredná hviezdáren, Hurbanovo*

Príspevok dopĺňa analýzu prvých 20-tich celoštátnych slnečných seminárov, ktorú vo svojom referáte urobil na 15. CSS Dr. J. Sýkora (Sýkora, 2000) a na 20. CSS Dr. M. Lorenc (Lorenc, 2010). Pôvodné tabuľky a grafy z roku 2010 sú doplnené hodnotami posledných 5-tich celoštátnych slnečných seminárov uskutočnených v rokoch 2012 – 2020.

O rotácii koróny a slnečnej aktivite

Dorotovič I., Rybanský M., *Slovenská ústredná hviezdáren, Hurbanovo*

Príspevok sa zaoberá dvomi otázkami, ktoré súvisia s rotáciou koróny:

- 1) Rotuje koróna diferenciálne ako fotosféra, alebo ako pevné teleso?
- 2) Mení sa rýchlosť rotácie pri zmenách úrovne slnečnej aktivity?

Vychádzame z práce Dorotovič a Rybanský (2019), kde sa ukázalo, že koróna rotuje diferenciálne, čo potvrdzuje aj množstvo iných autorov. Ukázalo sa ďalej, že rýchlosť rotácie súvisí s koronálnym indexom aktivity s koeficientom korelácie $r = 0,752$ a s amplitúdou okolo $0,024$ °/deň. Platí to však iba pre dáta z SDO, t.j. od roku 2011. Pre overenie sme sa pokúsili použiť staršie okrajové merania zelenej koróny, ktoré sú katalogizované v SÚH Hurbanovo s označením MHR. Výsledok nie je presvedčivý, ale pri tomto postupe dostávame výsledky, ktoré naznačujú rotáciu koróny ako pevného telesa.

Pokles teploty počas úplného zatmenia Slnka v USA (21. august 2017)

Dorotovič I.¹, Mítre Z.², Péntek K.³

¹*Slovenská ústredná hviezdáreň Hurbanovo*

²*University of Pécs, Faculty of Sciences, Institute of Geography and Earth Sciences – Pécs, Hungary*

³*Eötvös Loránd University, Savaria Department of Mathematics –Szombathely, Hungary*

Údaje o teplote a intenzite svetla boli namerané počas úplného zatmenia Slnka v USA 21. augusta 2017. Hlavným cieľom štúdie je analýza poklesu teploty v dôsledku úplného zatmenia Slnka. Disk Slnka aproximuje geometrický model. Pokles teploty sa určuje v porovnaní s údajmi o priemernej teplote bez zatmenia Slnka. Trend znižovania bol dosiahnutý pomocou polynomiálnej funkcie. Z tejto funkcie sa určí najväčší pokles teploty o $5,8$ °C. K najväčšiemu poklesu teploty došlo s fázovým posunom približne 6 minút oproti najväčšej fáze zatmenia Slnka. Proces znižovania teploty vykazuje podobnosť s predchádzajúcimi štúdiami. Vzhľadom na prerušovanú oblačnosť počas zatmenia nemožno vykonať zlepšenie geometrického modelu disku Slnka na základe použitia nameraných údajov o úrovni osvetlenia.

Vplyv fotoionizácie a hladinovo rozlíšenej ionizácie na ionizačnú rovnováhu uhlíka pre kappa-distribúcie.

Dzifčáková E.¹, Dufresne R., Del Zanna G.²

¹Astronomický ústav AV ČR, Ondřejov, Česká republika,

²DAMTP, CMS, University of Cambridge, Wilberforce Road, Cambridge CB3 0WA, UK

Ionizačná rovnováha v koronálnych podmienkach s nízkymi hustotami elektrónov sa typicky počíta ako problémnezavislá hustote. Predpokladá sa, že dominuje ionizácia a rekombinácia zo základných hladín pretože populácie excitovaných hladín sú oveľa menšie. Avšak toto neplatí pre metastabilné hladiny. Pre výpočet vplyvu hustoty na ionizačnú rovnováhu pre kappa-distribúcie boli použité hladinovo rozlíšené ionizačné a rekombinačné rýchlosti a hustotne závislé populácie hladín. Ukázalo sa, že vplyv hustoty na ionizačnú rovnováhu je menší pre viac ne-maxwellovské distribúcie s nižším kappa. Je to dôsledok nárastu rýchlostí ionizácie pre nižšie kappa. Fotoionizácia sa s kappa chová podobne. Rast rýchlostí ionizácie pre silne ne-maxwellovské distribúcie vedie k potlačeniu vplyvu fotoionizácie.

Satelitné monitorovanie Zeme

Feranec J., Geografický ústav SAV, Bratislava

Naša planéta čelí viacerým globálnym hrozbám, na ktorých sledovanie sa sústreďuje čoraz viac bádateľských aktivít. V centre pozornosti sú najmä globálne zmeny klímy, zvyšovanie výskytu prírodných, ale aj človekom podmienených katastrof, rast populácie, jej masové migrácie a pod. Dôležitou súčasťou identifikácie, analýzy a hodnotenia spomenutých globálnych hrozieb je systematické sledovanie v Zeme, ktoré je zabezpečované prostredníctvom monitorovania.

Monitorovanie je plánovaný, systematicky akontinuálny proces zberu reprezentatívnych charakteristík orôznych objektoch Zeme, s cieľom prispieť k ich pravidelnému vyhodnocovaniu. Zaznamenávané sú fyzikálne, chemické, biologické, ekologické, environmentálne charakteristiky umožňujúce lepšie identifikovať, pochopiť, ako aj prognózovať zmeny alebo trendy vývoja príslušných charakteristík v rôznych priestorových a časových mierkach. Práve satelitné technológie snímkovania vytvorili základnú platformu na monitorovanie zemského povrchu nielen na globálnej úrovni, ale už aj na úrovni jednotlivých štátov.

Cieľom referátu je poskytnúť prehľad satelitov využívaných pri monitorovaní a tiež vývoj programov monitorovania Zeme s dôrazom na poznanie stavu a vývoja krajiny pokrývky na celosvetovej či celoeurópskej až národnej úrovni.

Budúcnosť spektropolarimetra Geofyzikálneho a astronomického observatória Univerzity v Coimbre

Gafeira R., Observatório Astronómico, GAUC, FCTUC, Coimbra, Portugal

Podrobné štúdium slnečnej activity (SA) a variability na dlhodobých časových radoch údajov je základným prvkom v pochopení dynamiky a vývoja Slnka. Okrem toho, SA ovplyvňuje niekoľko aspektov nášho života, ako je klíma, komunikácia, energetika, leectvo a mnohé ďalšie oblasti, pričom udržiavajú a zároveň ohrozujú celý náš technologicky založený spôsob života. Preto je prvoradé zabezpečenie kontinuity neprerušených a samokonzistentných sérií údajov pozorovaní Slnka a ich štúdium. Súvisiace fyzikálne procesy a štruktúry na Slnku sa rozprestierajú v širokom rozsahu hodnôt týkajúcich sa ich životnosti, intenzity a priestorových rozmerov. V ideálnom prípade potrebujeme na podrobné štúdium všetkých týchto rôznych štruktúr zariadenia, ktoré nám umožnia pozorovať celý slnečný disk a spektrum s veľmi vysokým spektrálnym, priestorovým a časovým rozlíšením. Bohužiaľ, kvôli technickým obmedzeniam to nie je možné a pozorovatelia slnečného žiarenia musia riešiť jasné kompromisy. Dokonca aj dnes prvky ako priestorové rozlíšenie verzus zorné pole (FoV), spektrálne pokrytie verzus časové rozlíšenie a pozorovanie spektrálnych čiar v lokálnej alebo nelokálnej termodynamicknej rovnováhe (v závislosti od vedeckého cieľa) patria medzi prekážky, ktoré musia vedci mať na yreteli ako obmedzenia ich práce. Najmodernejšie slnečné ďalekohľady, ako je americký 4-metrový ďalekohľad DKIST, nemecký ďalekohľad GREGOR alebo európsky Solar

Orbiter, plus zariadenia novej generácie, ako je misia SUNRISE III na balóne alebo budúci európsky slnečný ďalekohľad, budú pozorovať Slnko s bezprecedentným priestorovým a spektrálnym rozlíšením. Aj keď budú využívať najmodernejšie technológie, nepokrývajú všetky možné režimy pozorovania. Niektoré kľúčové aspekty, ako sú malé FoV, v niektorých prípadoch obmedzený počet spektrálnych čiar alebo krátka životnosť prístrojov patria medzi tie, ktoré môžu pokryť niektoré iné prístroje. Spektroheliograf OGAUC je jedným z najodolnejších slnečných prístrojov, ktoré stále fungujú. Po dvojitej modernizácii, prvej pre novú optiku a druhej pre digitálny záznam obrazu, vykonáva denné pozorovania od roku 1927. Tento prístroj sa používa na štúdium štruktúr viditeľných v slnečnej atmosfére z intenzitných snímok v špecifických vlnových dĺžkach, pričom sa ignoruje väčšina viditeľného spektrálneho rozsahu. Jedným z hlavných dôvodov je nedostatok nástrojov na extrakciu ďalších informácií z typu pozorovaní, ktoré je potrebné analyzovať v režime nelokálnej termodynamickéj rovnováhy (NLTE). S novou generáciou spektropolarimetrických inverzných kódov však môžeme invertovať spektrálne čiary NLTE, aby sme získali informácie o teplote, rýchlosti a vektore magnetického poľa. Takáto analýza je už možná s niekoľkými vyššie uvedenými ďalekohľadmi, ale nepokrývajú všetky možné režimy pozorovania. V tomto projekte navrhujeme využiť prevádzkovú infraštruktúru spektroheliografu OGAUC a aktualizovať ju, zlepšiť jej spektrálne rozlíšenie, pridať ďalšie spektrálne oblasti záujmu, zvýšiť priestorové vzorkovanie a pridať polarimetrickú citlivosť. Vďaka svojej flexibilitě, dlhodobému priebehu a súboru pozorovaných spektrálnych čiar a polarimetrickej citlivosti bude konkurencieschopným najmodernejším prístrojom konkurujúcim ostatným slnečným synoptickým (celodiskovým) pozemským spektroheliografom vo svojej kategórii. V kombinácii s novými inverznými kódmi NLTE a technikami neurónových sietí nám tento upgrade umožní sondovať v chromosférických a fotosférických výškach slnečnú teplotu, rýchlosť a magnetické pole.

Observatórium na Lomnickom štíte – aktuálne informácie

Gömöry P. a kolektív pracovníkov observatória na Lomnickom štíte, *Astronomický ústav, SAV, Tatranská Lomnica, Slovenská republika*

V rámci prednášky budú sprostredkované aktuálne informácie o koronálnej stanici na Lomnickom štíte s dôrazom na vývoj a vylepšenia postfokusových prístrojov, súčasné observačné možnosti a plány do budúcnosti.

Jsou hvězdné erupce podobné těm slunečním?

Heinzel P.^{1,2}

¹*Astronomický ústav AV ČR, Ondřejov, Česká republika,*

²*Wroclaw University, Center of Excellence - Solar and Stellar Activity, Poľsko*

V přehledu ukážeme různé podobnosti, ale i rozdíly, mezi slunečními a hvězdnými erupcemi. V poslední době byla získána celá řada nových výsledků jak z pozemních, tak i kosmických teleskopů (Kepler, TESS), jejichž analýza je založena na synergiích mezi Sluncem a chladnými hvězdami. Nové

O vztazích mezi výskytem blesků, slunečním větrem, sluneční aktivitou, a kosmickým zářením

Chum J., Saxonbergova D., *Ústav fyziky atmosféry AV ČR, Praha; Česká republika*

Langer R., Strhářský I., *Ústav experimentální fyziky SAV, Košice*

Diendorfer G., *OVE Service GmbH, Dept. ALDIS (Austrian Lightning Detection & Information System) Vienna, Austria*

Je prezentován experimentální výzkum vztahů mezi atmosférickou elektřinou ve střední Evropě, slunečním větrem a kosmickým zářením měřeným na vrcholu Lomnického štítu, 2634 m. Je ukázáno, že variabilita bleskové aktivity může být v určitých obdobích (konkrétně přibližně v letech 2015 až 2019) částečně synchronní se sluneční rotací a s kosmickým zářením. Pro delší časové intervaly je však obecně asynchronní. Vztah proměnných, které mají lokální spektrální maxima na podobných frekvencích je proto nutno sledovat přes delší časová období, aby byly vyloučeny závěry založené na

náhodné synchronizaci. Na druhou stranu je ukázáno, že vyhlazená variabilita bleskové aktivity ve střední Evropě je ve studovaném období 2004-2020 v protifázi se sluneční aktivitou (korelační koeficient cca 0.9) a ve fázi s měřeným kosmickým zářením. Jsou diskutovány možné mechanismy vedoucí k částečné závislosti výskytu blesků na sluneční aktivitě. Další experimentální a teoretické studie jsou však nutné vzhledem ke složitosti vazeb mezi sluneční aktivitou a klimatem.

Kink oscilace vláken v protuberanci vyvolané vírovým prouděním

Jelínek P.¹, Belov S.¹, Karlický M.²

¹*Jihočeská univerzita, Přírodovědecká fakulta, Katedra fyziky, Branišovská 1760, 370 05 České Budějovice, Česká republika*

²*Akademie věd, Astronomický ústav, Fričova 298, 251 65 Ondřejov, Česká republika*

Pomocí numerického kódu Lare3d, kterým řešíme soustavu trojrozměrných (3-D) ideálních časově závislých magnetohydrodynamických (MHD) rovnic za přítomnosti gravitace, studujeme turbulentní a oscilační procesy vlákna protuberance. Tato studie se zaměřuje především na buzení vlnových kmitů generovaných jevem známým jako vortex shedding – vírové proudění. Tento jev je velmi dobře prostudován v hydrodynamice (HD), ale méně pochopen v magnetickém prostředí, zejména v podmínkách sluneční atmosféry. Periodicita víru závisí na Strouhalově čísle, experimentálně i teoreticky popsáném v podmínkách HD. Provedli jsme parametrickou studii, abychom prezentovali, jak vytváření vírů a excitovaných kink oscilací závisí na počáteční rychlosti proudění. Poprvé pomocí 3D numerických simulací ukazujeme, že víry mohou vybudit kink oscilace protuberance nebo podobných magnetických struktur. Bylo zjištěno, že perioda oscilací je podobná teoreticky předpovězené a víry mohou hrát možnou roli jako zdroj tohoto typu oscilací ve sluneční atmosféře. Dále také studujeme závislost Strouhalova čísla na magnetickém poli v podmínkách sluneční atmosféry.

Stabilita slunečních skvrn s ohledem na vlastnosti magnetického pole

Jurčák J., *Astronomický ústav AV ČR, Ondřejov, Česká republika*

Sluneční skvrny jsou nejdéle známým projevem sluneční aktivity. Už od roku 1908 je známo, že jejich vznik je způsoben silným magnetickým polem. V přednášce budou shrnuty naše současné poznatky o vlastnostech magnetického pole v jemných strukturách slunečních skvrn a o tom, jak vlastnosti magnetického pole ovlivňují stabilitu těchto útvarů na slunečním povrchu. Pozornost bude věnována zejména vlastnostem magnetického pole, které určují ostré intenzitní rozhraní mezi umbrou a penumbrou slunečních skvrn, a které určují viditelný okraj slunečních skvrn, tedy rozhraní mezi penumbrou a klidným Slunce.

Rázy prvních dvou hlavních komponent magnetického pole na Slunci - totoidálního a poloidálního - a jejich podobnost s polem koncentrace CO₂ na Zemi

Kalenda P., *CoalExp, Pražmo, ČR*

První dvě hlavní komponenty pozadového magnetického pole na Slunci (Zharkova et al. 2012, Shepherd et al. 2014) mají nosné periody 20,141 let a 22,25 let a z fyzikálního hlediska je můžeme považovat za projevy změn poloidálního a toroidálního magnetického pole, která jsou řízena gravitačními a slapovými silami planet (Kalenda 2020).

Perioda 20,141 let je periodou vzájemných konjunkcí a opozic největších slapových planet, tedy Me-V-E-J, které svým slapovým působením vyvolávají na Slunci slapové výdutě (nebo alespoň pohyb plasmatu, k nim směřující). V dobách, kdy jsou V a E v konjunkci, je magnetický dipól Slunce „kladný“ a v době opozic V a E je „záporný“. Slapové vlivy planet tedy určují polaritu magnetického pole na Slunci a charakter poloidálního pole.

Perioda 22,25 let je základní periodou, se kterou se střídají J a S v konjunkci a opozici vůči barycentru celé Sluneční soustavy a Slunci. Silovými momenty planet s největším gravitačním působením na Slunce tak dochází k přenosu rotačních momentů všech těles mezi sebou (orbitální na spinové a zpět) a tyto silové momenty tak převážně určují amplitudu toroidálního pozadového

magnetického pole Slunce, které je úměrná diferenciální spinové rotaci Slunce. Rázová perioda mezi oběma základními nosnými frekvencemi je cca 208 let.

Sluneční skvrny na povrchu v průběhu cyklu mění svou heliografickou šířku (Butterfly diagram) obdobným způsobem, jako je tomu v případě koncentrace CO₂ na Zemi a každý sluneční cyklus (i cyklus CO₂) začíná ve vyšších šířkách a končí u rovníku. Na Zemi je to způsobeno biologickým cyklem v závislosti na osvětlení kontinentů, na Slunci se může pravděpodobně (analogicky) jednat o „dopravu paliva“ pro jaderné reakce.

Newyorská železničná búrka z roku 1921 zaznamenaná na magnetogramoch observatória v Starej Ďale

Koči E.¹, Valach F.²

¹*Slovenská ústredná hviezdáreň Hurbanovo*

²*Geomagnetické observatórium Ústavu vied o Zemi Slovenskej akadémie vied, v. v. i., Komárňanská 108, 947 01 Hurbanovo*

Táto geomagnetická búrka z roku 1921 nazývaná aj „Newyorská železničná búrka“ bola zaznamenaná aj na magnetogramoch na observatóriu v Starej Ďale. Avšak magnetogramy nezaznamenali horizontálnu intenzitu a deklinácia aj vertikálna intenzita sa na časti záznamov dostali mimo rozsah. Navyše, pôvodné magnetogramy nemali popísané osi a mierky. Poďarilo sa nám čiastočne zrekonštruovať záznam porovnaním so záznamami z observatória v Starej Ďale z obdobia pred a po študovanej udalosti, a tiež s údajmi z iných observatórií. Zachovaný záznam síce nepokrýva celú búrku, ale aj tak vykazuje extrémne veľké variácie poľa: v deklinácii až takmer o 1° za menej ako 1 hodinu (kým sa dostal z meracieho rozsahu), vo vertikálnej zložke nárast až o viac ako 80 nT za menej ako 3 hodiny (po návrate späť do meracieho rozsahu).

Testovanie súpravy záznamového zariadenia LB-480 napojeného na starší magnetometer Bobrovho typu PSM-8711

Koči E.¹, Valach F.², Váczyová M.²

¹*Slovenská ústredná hviezdáreň Hurbanovo*

²*Geomagnetické observatórium Ústavu vied o Zemi Slovenskej akadémie vied, v. v. i., Komárňanská 108, 947 01 Hurbanovo*

Predstavujeme výsledky testovania zostavy záznamového zariadenia LB-480 napojeného na starší magnetometer Bobrovho typu PSM-8711 v podmienkach pokojného aj porušeného geomagnetického poľa. Dôležitým medzivýsledkom štúdie sú citlivosti snímačov variometra. Testovanie v podmienkach pokojného aj porušeného geomagnetického poľa ukázalo uspokojivú presnosť našej súpravy prístrojov. Poukázali sme aj na slabinu zostavy, ktorou je obmedzený merací rozsah.

Pozorovania slnečnej fotosféry s vysokým priestorovým rozlíšením – moderná éra s veľkými ďalekohľadmi 2005 - 2022

Kučera A., Astronomický ústav, SAV, Tatranská Lomnica, Slovenská republika

Začiatkom tohto storočia boli vytýčené významné kroky k zlepšeniu pozorovaní slnečnej fotosféry s veľkým priestorovým rozlíšením, čo sa týka fotometrie, spektroskopie, časového rozlíšenia, spektrálneho rozlíšenia a redukcie dát, ako aj interpretácie pozorovaní a teoretických modelov. Prehľadová prednáška sumarizuje naše moderné chápanie slnečnej fotosféry a aktívnych javov v nej, získaných vďaka týmto zlepšeniam.

(Ne)stabilita vzťahů mezi ionosférickým parametrem foF2 a indexy sluneční aktivity

Laštovička J., *Ústav fyziky atmosféry AV ČR, Praha; Česká republika* jla@ufa.cas.cz

Laštovička (2019, GRL, <https://doi.org/10.1029/2019GL085033>) našel, že lineární závislost foF2 ze tří evropských stanic Juliusruh, Průhonice a Řím na slunečním indexu F10.7 je v období 1996-2014 výrazně strmější než v období 1976-1995. Zde ověřujeme, je-li tomu tak, na souboru šesti středněšířkových stanic ze čtyř kontinentů a dvou stanic z nízkých šířek spolu se souborem šesti indexů sluneční aktivity F10.7, F30, Mg II, He II, relativní číslo slunečních skvrn R a tok slunečního Lyman- α záření La. Ve středních šířkách je výrazný rozdíl mezi obdobími pro sluneční indexy F10.7 a R, zatímco pro indexy Mg II a He II je rozdíl malý a pro F30 není vůbec žádný. Rovněž se ukazuje, že vztahy mezi slunečními indexy se mezi obdobími 1976-1995 a 1996-2014 zjevně liší. Proto lze předpokládat, že změny vztahů mezi foF2 a indexy sluneční aktivity jsou slunečního původu; buď probíhají nějaké změny ve struktuře sluneční aktivity, nebo je problém s kvalitou a spolehlivostí některých indexů sluneční aktivity.

Štúdiá zapojenia Slovenska do ESA programu kozmickej bezpečnosti - kľúčové body a cestovná mapa

Mackovjak Š., *Ústav experimentálnej fyziky SAV, Košice*

Štúdiá zapojenia Slovenska do ESA programu kozmickej bezpečnosti (S2P) je aktuálna aktivita podporovaná Európskou vesmírnou agentúrou (ESA). Jej cieľom je identifikovať možnosti slovenských inštitúcií pre S2P témy (t.j. kozmické počasie, kozmický odpad, blízko zemské objekty a planetárna ochrana), namapovať ich na potreby výskumu a priemyslu v rámci ESA a pripraviť cestovnú mapu pre budúci rast experízi v S2P oblasti na Slovensku. Tento projekt (SK-S2P) je vedený spoločnosťou Astros Solutions s úzkou spoluprácou partnerov: Ústav experimentálnej fyziky, SAV; Astronomický ústav, SAV; Fakulta Matematiky, fyziky a informatiky UK. Počas prezentácie budú predstavené kľúčové body a pripravovaná cestovná mapa štúdie. Priestor bude aj na širokú diskusiu v rámci domény kozmického počasia.

Na ceste k vysvetleniu variácií airglowu technikami strojového učenia

Mackovjak Š., Amrich S., *Ústav experimentálnej fyziky SAV, Košice*

Butka P., Maslej Krešňáková V., Varga M., Kunderát A., *¹Fakulta elektrotechniky a informatiky, Technická univerzita, Košice*

Horná atmosféra Zeme predstavuje rozhranie medzi procesmi v blízkom vesmíre a na Zemi. Je to veľmi dynamické prostredie, ktoré je neustále ovplyvňované slnečným žiarením a kozmickým počasím, zhora, ako aj atmosferickým počasím a elektrickými výbojmi, zdola. Popísať procesy v tomto rozhraní je preto pomerne náročná úloha, ktorá si vyžaduje zváženie širokej škály javov. Jedným z prístupov ako popísať tieto procesy je využitie dátovo riadeného prístupu, ktorý zahŕňa najmodernejšie techniky strojového učenia. A tak je možné modelovať napr. airglow žiarenie, ktoré je dôležitou charakteristikou systému termosféra - ionosféra (Mackovjak et al., 2021a). V našej práci sme si uvedomili, že dátovo riadený prístup by mohol byť presnejší, ak by sme do neho pridali doplňujúce informácie, ktoré nie sú bežne dostupné. Kvôli tomu sme vyvinuli SCSS-Net, jeden z najpresnejších modelov na segmentáciu štruktúr v slnečnej koróne, ktorý je založený na hlbokých neurónových sieťach (Mackovjak et al., 2021b). Tento model nám umožňuje automatickú charakterizáciu slnečnej aktivity zo satelitných snímok s vysokým priestorovým a časovým rozlíšením. Prístup hlbokého učenia sme tiež využili v automatickej detekcii tweekov a atmosferikov (Maslej-Krešňáková et al., 2021) a tiež na autonómnou detekciu TLE javov (Amrich et al., 2021). Tieto výboje nám môžu poskytovať doplňujúce údaje o stave spodnej ionosféry. Počas prezentácie budú prezentované hlavné výsledky uvedených štúdií spolu s nadväzujúcim plánovaným výskumom.

Zatmění Slunce během 2. tisíciletí

Marková E., *Sluneční sekce ČAS*

V letech 1001 – 2000 proběhla řada slunečních zatmění – úplných, částečných, prstencových i hybridních. V práci jsou zdůrazněny zajímavosti spojené s některými zatměními včetně přehledu nejdelších a nejkratších úplných zatmění v každém století.

Mimořádná pozornost je věnována výskytu úplných zatmění na našem území a v jeho blízkosti a pozorováním úplných zatmění uskutečněných českými a československými výpravami do cca 70. let 20. století. Vyzdvížena jsou i pozorování zatmění, která přispěla k významným objevům jako např. potvrzení Einsteinovy obecné teorie relativity nebo objevení prvku helia.

Slnečné svetlo a prechody Venuše pred slnečným diskom – aktualizácia 250-ročného merania slnečnej paralaxy Maximiliánom Hellom

Mitre Z.¹, Péntek K.²

¹University of Pécs, Faculty of Sciences, Institute of Geography and Earth Sciences – Pécs, Hungary

²Eötvös Loránd University, Savaria Department of Mathematics –Szombathely, Hungary

Maximilián Hell uverejnil svoj vlastný údaj slnečnej paralaxy 8,70" pred 250 rokmi, v roku 1772. Motivácia tejto štúdie je založená na Hellovom výpočte a štúdiu nedávnych prechodov Venuše pred slnečným diskom. Hellov výpočet bol zopakovaný s použitím presných zemepisných súradníc pozorovania miesta, ktoré používal.

Ako príklad uvádzame aj meranie hrúbky chromosféry pomocou ďalekohľadu H-alfa počas prechodu Venuše v roku 2012. Na výpočet slnečnej paralaxy sa zvyčajne považuje Delisleova metóda za menej presnú ako Halleyova. Na základe nášho skúmania vychádza, že čím bližšie je dráha tranzitu k stredu slnečného disku, tým presnejšia je Delisleova metóda oproti Halleyovej. Hell použil obe metódy na vhodné kombinácie pozorovaní, ako kontrolnú tiež použil vlastnú metódu, ktorá postupne aproximuje hodnotu slnečnej paralaxy. Na základe prepočtov podľa Hellových údajov bola lepšia hodnota slnečnej paralaxy 8,75". Merania slnečnej paralaxy pomocou prechodov Venuše už dosiahli svoje limity v 19. storočí. Štúdium nedávnych prechodov Venuše (2004, 2012) nemôže napriek modernej pozorovacej technike zlepšiť presnosť vypočítaných hodnôt slnečnej paralaxy. Z merania hrúbky chromosféry v Observatóriu Radó Kövesligethyho (Maďarsko) vyplýva hodnota 2590 km, čo je v rozmedzí publikovaných hodnôt hrúbky chromosféry.

Kozmické žiarenie a geomagnetické búrky v spojitosti so slnečnou aktivitou

Parnahaj I., *Zemlínске Kultúrne Centrum a Hvezdáreň Michalovce*

V práci sa študujú vzájomné vzťahy medzi tzv. Forbushovými poklesmi (FD) pozorovanými v kozmickom žiarení (KŽ) a geomagnetickými búrkami v spojitosti s výskytom rôznych medziplanetárnych plazmových štruktúr. Pri štúdiách sa sleduje prítomnosť medziplanetárnych štruktúr ako napríklad výrony korónálnej hmoty (CME), medziplanetárne rázové vlny, magnetické oblaky (MC). Za týmto účelom bol vytvorený komplexný katalóg založený na kombinácii údajov o výskyte FD poklesov, geomagnetických búrok a spomínaných medziplanetárnych štruktúr, doplnených o údaje z NASA OMNIWEB. Dáta FD poklesov sú prevzaté z vysokohorského neutrónového monitora (NM) na Lomnickom štíte. Práca potvrdzuje a rozširuje výsledky predchádzajúcich štúdií založených na dátach z rôznych európskych NM. Geomagnetické búrky charakterizované Dst indexom nie sú vo všetkých prípadoch sprevádzané FD poklesmi a naopak. Napriek tomu má amplitúda FD poklesov tendenciu korelovať s minimálnou hodnotou Dst indexu. Silnejšie FD poklesy sú sprevádzané silnejšími geomagnetickými búrkami a naopak. Štatistickými štúdiami sa zistilo, že FD poklesy sprevádzané spomínanými medziplanetárnymi štruktúrami vykazujú lepšie charakteristiky ako tie, ktoré nie sú týmito štruktúrami sprevádzané. Amplitúda FD prípadov závisí od rýchlosti pohybu medziplanetárnych štruktúr a veľkosti magnetického poľa vnútri CME oblaku. Dôležité parametre, ktoré kontrolujú hĺbku FD poklesu, sú uhlový rozmer CME a prítomnosť rázovej vlny. Úzke CME a absencia rázovej vlny výrazne znižujú amplitúdu FD poklesu. Spomalenie CME sa zdá byť lepším

producentom silnejších FD poklesov ako zrýchlenie CME. MC pravdepodobne neprodukuje silné FD poklesy.

História pozorovania chromosféry a koróny Slnka v Hurbanove

Pastorek L., *Slovenská ústredná hviezdáreň, Hurbanovo*

V roku 2021 oslávila hviezdáreň v Hurbanove 150 ročné jubileum svojho založenia. Prvá časť príspevku je venovaná tomuto jubileu a zaoberá sa históriou pozorovania slnečnej chromosféry a koróny od roku 1936 po súčasnosť. V druhej časti sú ukázané prvé výsledky pozorovaní chromosféry a koróny novým slnečným ďalekohľadom Lunt 80, resp Lunt 100.

Magnetosférický model magnetického poľa aplikovaný na silné magnetické búrky

Revallo M.¹, Valach F.², Hejda P.³

¹Ústav vied o Zemi Slovenskej akadémie vied v. v. i., Dúbravská cesta 9, 845 28 Bratislava

²Geomagnetické observatórium Ústavu vied o Zemi Slovenskej akadémie vied, v. v. i., Komárňanská 108, 947 01 Hurbanovo

³Geofyzikální ústav Akademie věd České republiky, v. v. i., Boční II/1401, 141 00 Praha 4, Česká republika

Model magnetosférického magnetického poľa sa ukázal ako užitočný pri štúdiu rôznych magnetosférických prúdových systémov a súvisiacich magnetických polí. Takýto model možno použiť najmä na kvantitatívne vyjadrenie porúch geomagnetického poľa ako odozva na premenlivý vstup slnečného vetra. Toto je dôležitá aplikácia na predpoveď kozmického počasia. V našom príspevku diskutujeme o úlohe špecifických magnetosférických prúdových systémov v dynamike magnetosféry. Posudzujeme ich možný príspevok k rozvoju silných magnetických búrok.

Observatórium Lomnický Štít: CMOS detektory pre slnečné pozorovania

Rybák J., *Astronomický ústav, SAV, Tatranská Lomnica, Slovenská republika*

Základné informácie o detektoroch typu CMOS, používané pre slnečné pozorovania na Observatóriu Lomnický Štít, budú prezentované v porovnaní so známymi klasickými CCD detektormi. Metódy a postupy pre fotometrickú kalibráciu takýchto CMOS detektorov budú popísané a dokumentované.

Horizontální pohyby v penumbře sluneční skvrny

Sobotka M., *Astronomický ústav AV ČR, Ondřejov, Česká republika*

Pozorování horizontálních pohybů v penumbře s vysokým rozlišením doplňují představu o penumbře získanou ze spektropolarimetrie. Analyzujeme časové řady snímků velké skvrny v oblasti 10634, získané na Švédském slunečním dalekohledu ve spektrálním pásu G a červeném kontinuu. Tyto dvě souběžné řady mají délku trvání 6 hodin a 5 minut. Horizontální pohyby penumbrálních zrn, struktur v tmavých částech penumbrálních vláken, vnější hranice penumbry a jasných bodů v pásu G jsou měřeny v časových řezech zahrnujících část umbry, celou šířku penumbry a část sousední granule. Prostorové a časové rozlišení je 90 km a 20,1 s. Ve vnitřní penumbře se penumbrální zrna pohybují směrem k umbře (dovnitř) průměrnou rychlostí -0.7 km/s. Ve vnější penumbře se orientace pohybu dovnitř mění na orientaci ven a průměrná rychlost postupně roste až k 0.5 km/s. Tato rychlost je rovněž typická pro expanzi hranice penumbry s granulací, která probíhá opakovaně v obdobích trvajících kolem jedné hodiny, po nichž následuje rychlé smrštění. Většina jasných bodů v pásu G se pohybuje směrem od skvrny rychlostí $0,6$ km/s. Ve tmavých částech penumbrálních vláken jsou pozorovány vysoké rychlosti pohybů kolem $3,6$ km/s. Tyto pohyby pravděpodobně souvisejí s Evershedovým jevem. Změna orientace pohybu penumbrálních zrn ve vnější penumbře může být vysvětlena interakcí stoupajícího plazmatu s různě nakloněným magnetickým polem v jeho okolí.

Geomagnetické pozorovania v polovici 19. storočia a historické observatórium Klementinum v Prahe

Valach F. ¹, Hejda P. ², Revallo M. ³

¹*Geomagnetické observatórium Ústavu vied o Zemi Slovenskej akadémie vied, v. v. i., Komárňanská 108, 947 01 Hurbanovo*

²*Geofyzikální ústav Akademie věd České republiky, v. v. i., Boční II/1401, 141 00 Praha 4, Česká republika*

³*Ústav vied o Zemi Slovenskej akadémie vied v. v. i., Dúbravská cesta 9, 845 28 Bratislava*

V roku 1832 vypracoval Carl Friedrich Gauss metódu na meranie geomagnetického poľa a na jej základe zaviedol s použitím sústavy milimeter-miligram-sekunda fyzikálnu jednotku pre magnetické pole. Metóda sa dnes nazýva absolútna Gaussova metóda a je odbornej fyzikálnej verejnosti dobre známa. O päť rokov neskôr vypracoval Gauss aj inú metódu, ktorá umožnila nepretržité pozorovania variácií horizontálnej zložky geomagnetického poľa (nazývanej aj horizontálna intenzita); prístroj používaný pri tejto metóde sa nazýval bifilár. Vynález bifilárneho magnetometra znamenal začiatok sústavných a kompletných pozorovaní geomagnetických búrok. Len dva roky po vynáleze tohto aparátu, v roku 1839, ho Karl Kreil uviedol do činnosti aj na pražskom observatóriu Klementinum. Hoci išlo vo svojej dobe o prevratný vynález, je dnes tento prístroj známy len úzkej komunite výskumníkov, ktorí sa zaoberajú históriou vedy. V našom príspevku pripomenieme odbornej verejnosti princíp fungovania tohto prístroja, poukážeme na dôležitosť štúdia historických záznamov geomagnetických búrok a ukážeme záznamy niektorých významných búrok z 19. storočia. Pre zaznamenané historické búrky podáme aj fyzikálne vysvetlenie z pohľadu dnešných poznatkov o príčinách geomagnetickej aktivity.

Dopplerův posun rychlosti detekovaný ve sluneční protuberance

Zapiór M., *Astronomický ústav, AV ČR, v.v.i., Fričova 298, 251 65, Ondřejov*

Analyzovali jsme multispektrální pozorování klidné protuberance ze šterbinového spektrografu umístěného na observatoři Ondřejov. Dopplergramy a integrované mapy intenzity celé protuberance byly získány z pozorování v 6 spektrálních čarách: Ca II H, H-epsilon, H-beta, He I, H-alfa a Ca II IR. Kombinací integrovaných map intenzity s non-LTE modelováním radiačního přenosu jsme pečlivě určili oblasti v opticky tenkém režimu. Srovnání Dopplerových map rychlosti a rozptylových grafů z různých čar ukazuje existenci rozdílů v rychlosti iontů a neutrálních atomů nazývaných rychlostní drift. Posun je lokálního charakteru, vyskytuje se většinou na hranách protuberancí v oblasti s velkým gradientem rychlosti, jak lze předběžně očekávat na základě multifluidních MHD modelů. Nemohli jsme prozkoumat časový vývoj driftu, protože naše datová řada se skládá pouze z jediného skenování. Naše studie přináší další příspěvek k dosti kontroverznímu problému detekce multifluidních efektů ve slunečních protuberancích.

Štúdium rádiových vzplanutí s pomalým pozitívnym driftom pozorovanými vo frekvenčnom rozsahu 0.8 - 2 GHz a ich súvislosť so slnečnými erupciami.

Zemanová A., Karlický M., Kašparová J., Dudík J., *Astronomický ústav, AV ČR, v.v.i., Fričova 298, 251 65, Ondřejov*

Pozorovania rádiových vzplanutí s pomalým pozitívnym driftom vo frekvenčnom rozsahu 0.8 až 2 GHz sú pomerne zriedkavé, a preto ich pôvod ešte nevieme dosť dobre vysvetliť. Tento typ rádiových vzplanutí pripomína reverzné vzplanutia typu III a pravdepodobne je generovaný zväzkom urýchlených častíc. Vzhľadom na to, že máme k dispozícii len rádiové spektrá, je veľmi ťažké vzplanutia lokalizovať na disku, či spojiť ich s určitou pozorovanou udalosťou. V tomto príspevku budeme študovať niekoľko vybraných prípadov rádiových vzplanutí s pomalým pozitívnym driftom a skúmať ich vzťah k erupciám či iným eventom, ktoré s nimi časovo korelujú.