



Světelné mosty na Slunci vysvětleny

Tisková zpráva ze dne 11. 7. 2014

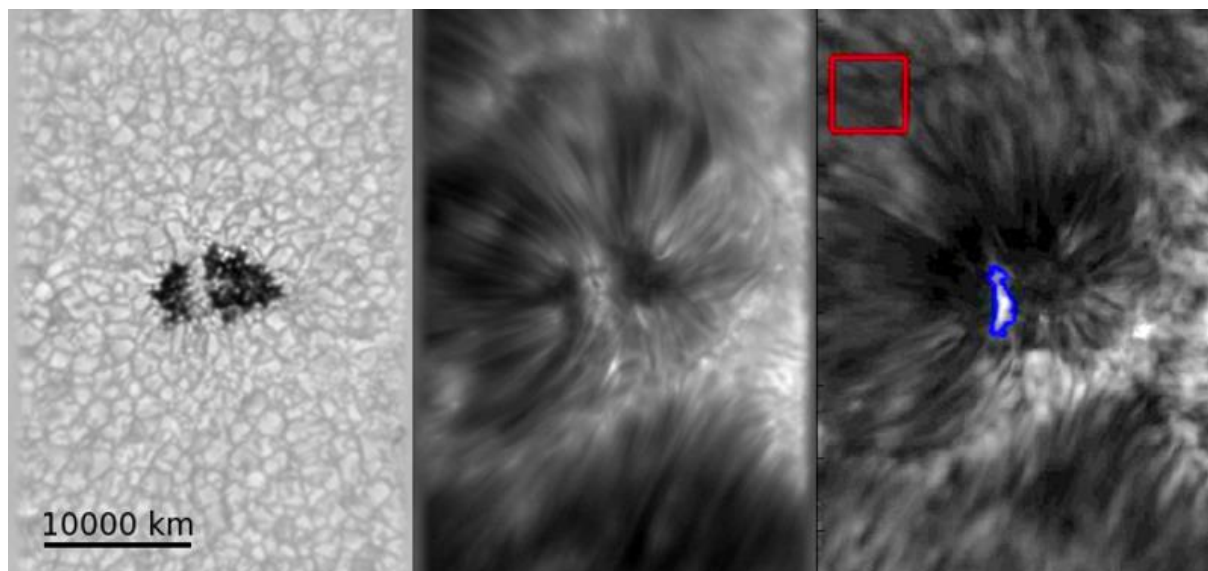
Vědečtí pracovníci Slunečního oddělení Astronomického ústavu AV ČR vysvětlili ohřev chromosféry nad světelnými mosty, tedy světlými pásy rozdělujícími tmavá jádra slunečních skvrn.

Sluneční atmosféra je velmi složitým útvarem. Při vzdalování se od povrchu Slunce, za který je považována vrstva zvaná fotosféra, se několikrát mění teplota. Dolní fotosféra má teplotu 6000 stupňů, s rostoucí výškou chladne a v horní části je fotosféra už jen 4200 stupňů horká. Je to označováno jako teplotní minimum. Dále nad povrchem, ve vrstvě zvané chromosféra, ovšem teplota opět začne stoupat až na 10000 stupňů. Poté, v koróně, dokonce skokově roste až na miliony stupňů.

Jaký proces ohřívá chromosféru, když je pod ní prokazatelně chladnější fotosféra?

Zdánlivě to odporuje zákonu termodynamiky, podle kterého chladnější prostředí nemůže dodávat energii do teplejšího. Vysvětlení se nabízí hned několik.

1. energii by z chladnějšího do teplejšího prostředí mohlo nést magnetické pole Slunce ve spojitosti s tzv. Alfvénovými vlnami.
2. Ve chromosféře by mohlo docházet k malým rekonexím magnetických polí.
3. Energie by se mohla uvolňovat ze zvukových vln šířících se z nitra Slunce.



Popis obrázku: Světelný most přes sluneční póru, vlevo ve viditelném záření, uprostřed ve spektrální čáře záření vápníku a vpravo energetický tok nesený zvukovými vlnami do chromosféry. Červený čtverec vyznačuje kontrolní oblast klidného Slunce.

Ve sluneční fotosféře se často vyskytují tmavé sluneční skvrny.

Ty se nacházejí v místech, kde magnetické pole Slunce brání v pronikání horkého plazmatu z nitra Slunce k povrchu. Takové místo má tedy nižší teplotu než okolí, jeví se tmavě a označujeme ho jako skvrnu. Skvrny vznikají, vyvíjejí se a zanikají, jejich životnost je řádově v týdnech. Větší skvrny se skládají ze dvou částí – z tmavého jádra a světlejšího okraje. Slunečním skvrnám bez okraje se říká póry – může jít o zárodky budoucí skvrny nebo naopak závěrečné stadium vývoje skvrny. Magnetické pole v póře stačí k tomu, aby zabránilo průchodu horkého plazmatu z nitra Slunce k povrchu, ale nestačí ke vzniku světlejšího okraje skvrny.

V jádrech vznikajících nebo zanikajících slunečních skvrn jsou často pozorovány světelné mosty.

Jde o pásy stejné jasnosti, jakou má okolní sluneční povrch mimo skvrnu. Světelné mosty byly opakovaně pozorovány i u pór. Póra je v místě světelného mostu jakoby přerušena. Právě časová sekvence pozorování takové póry rozdělené světelným mostem, pořízená ve spektrálních čarách vápníku a železa Dunnovým dalekohledem o průměru 76 cm na Sacramento Peak Observatory v USA zaujala pracovníky Astronomického ústavu AV ČR pod vedením vedoucího Slunečního oddělení RNDr. Michala Sobotky, DSc.

Pečlivá analýza měření intenzitní šířky světelného mostu v atmosféře ukazovala, že se most s výškou rozšiřuje, zatímco magnetické pole, jež most tvoří, se s výškou uzavírá a zeslabuje. Tento rozpor byl zjevným důkazem toho, že chromosféra světelného mostu se dodatečně ohřívá nějakým fyzikálním pochodem. Odkud se ale tato energie bere? A jak se dostává skrz chladnější fotosféru?

Hlavním podezřelým se staly zvukové vlny.

Ty jsou známé také pod označením pětiminutové oscilace. Zvukových vln se slunečním nitrem šíří najednou nepřeberné množství. Zvukové vlny však nemohou procházet vrstvou teplotního minima, která pro ně působí jako bariéra. Předchozí studie jiných vědců ale ukázaly, že přítomnost nakloněného magnetického pole jejich průnik do vyšších vrstev atmosféry umožňuje. Rekonstrukce konfigurace magnetického pole potvrdila přítomnost nakloněného pole ve světelném mostu. Sluneční fyzikové z Ondřejova tedy změřili celkový energetický tok nesený zvukovými vlnami do chromosféry, kde se rozpadají a předávají svoji energii okolní látce, a porovnali jej se zářivými ztrátami ohřátého plazmatu. Obě čísla se shodovala. V kontrolní oblasti klidného Slunce však energetický tok zvukových vln k vysvětlení vysoké teploty chromosféry nedostačoval.

Výsledek byl publikován v prestižním mezinárodním vědeckém časopise *Astronomy & Astrophysics*.

Výsledkem je tedy zjištění, že ohřev chromosféry nad aktivními oblastmi se slabším magnetickým polem je způsoben rozpadem zvukových vln, jež sem pronikají podél nakloněného magnetického pole. V oblasti klidné chromosféry však dominuje některý z jiných způsobů jmenovaných v úvodním odstavci.

Reference: Sobotka M., Švanda M., Jurčák J., Heinzel P., Del Moro D., Berrilli F.: 2013, *Dynamics of the solar atmosphere above a pore with a light bridge*, *Astronomy & Astrophysics* 560, A84, 14pp.

Kontakty:

RNDr. Michal Sobotka, DSc. - vedoucí Slunečního oddělení Astronomického ústavu AV ČR
michal.sobotka@asu.cas.cz, 323 620 249

Mgr. Michal Švanda, PhD. - Sluneční oddělení Astronomického ústavu AV ČR
michal.svanda@asu.cas.cz, 323 620 350, 326 620 159