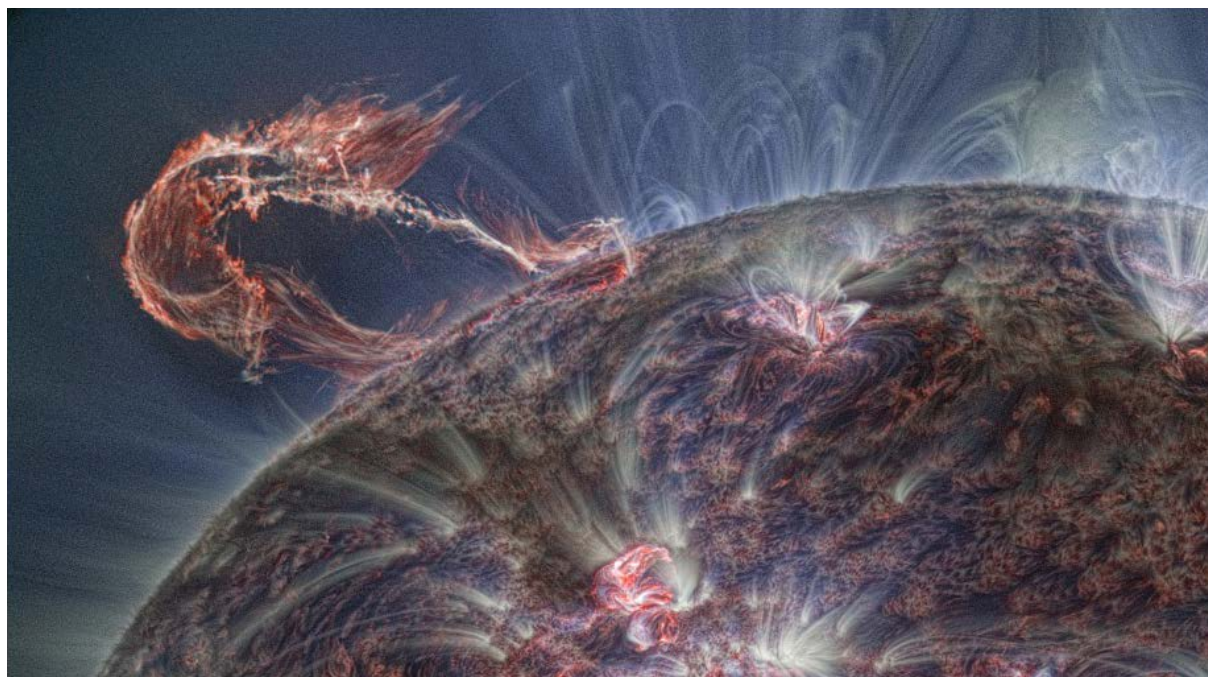


Jak je Slunce aktivní?



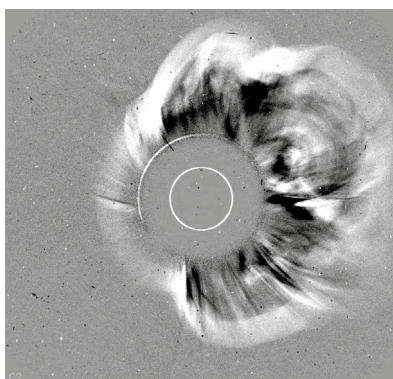
© 2015 Miloslav Druckmüller

Úvod

Jedním z projevů sluneční aktivity, které mají souvislost s existencí slunečních skvrn, je uvolnění velkého množství materiálu sluneční korony do okolního prostoru.

Vztah mezi počtem slunečních skvrn a pozorováním sluneční aktivity

Dnes víme, že sluneční aktivita ovlivňuje například elektrické rozvodné sítě nebo kosmické technologie (satelity v okolí Země nebo kosmické lodě s lidskou posádkou). V okolí slunečních skvrn dochází k takzvaným výronům koronální hmoty (anglicky Coronal Mass Ejection, zkratka CME), což pozorujeme jako velké výbuchy na Sunci - viz úvodní video [1]. Při CME dochází k uvolnění slunečního plazmatu velkou rychlostí (řádově desítky až tisíce km/s, průměrná rychlost je cca 490 km/s) do kosmického prostoru. Velmi zajímavý typ erupcí jsou tak zvané halo CME (slovo halo znamená světelný kruh nebo prstenec), které se šíří přibližně podél osy Slunce - Země a připomínají tak rozpínající se bublinu, jsou větší než samotné Slunce a postupně se zvětšují (Obr. 1).



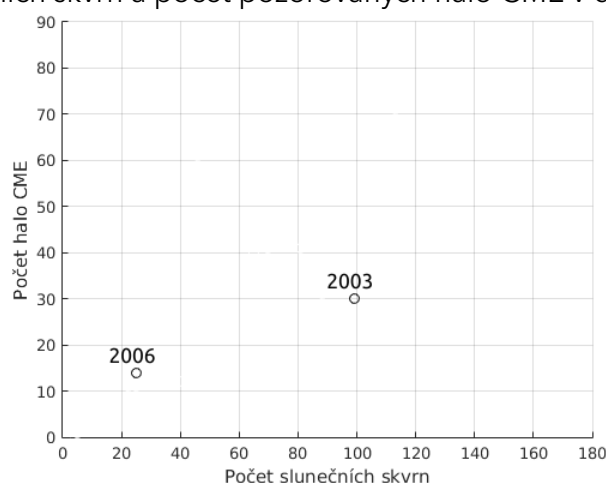
Obr. 1 Zdroj NASA - Halo CME, které připomíná rozpínající se bublinu. Bílý kroužek uprostřed znázorňuje velikost Slunce. Sluneční erupce se pohybuje směrem k Zemi a na fotografii jsou vidět její okraje. Velikost halo CME se postupně zvětšuje [2].

Zadání 1

Sonda SOHO je Sluneční a heliosférická observatoř, která spolu se Zemí obíhá Slunce. Nachází se ve vzdálenosti 1,5 mil. km od Země v bodě, kde se vyrovnává gravitační působení Země a Slunce (Lagrangeův bod L1). Pomocí ní je možné pozorovat halo CME a zjišťovat jejich počet [3]. V tabulce 1 je v prvním sloupci rok, v druhém sloupci uvedeno průměrné množství slunečních skvrn v daném roce a ve třetím sloupci je počet pozorování halo CME v daném roce. Pomocí dat v tabulce doplňte do grafu (Obr. 2) body, které odpovídají vztahu mezi počtem slunečních skvrn a pozorovaných halo CME. V obrázku jsou již naznačené dva body pro roky 2003 a 2006. V tabulce chybí počet halo CME pro roky 2001 a 2008. Pokuste jejich počet pomocí vytvořeného grafu odhadnout. Zkuste si všimnout, zda počet halo CME nějakým způsobem souvisí s počtem slunečních skvrn. Až budete mít hotovo, tak navzájem porovnejte svoje odhady v jednotlivých skupinách a zkuste vysvětlit svůj postup řešení a kroky, které k odhadu vedly. Svůj odhad na závěr zkontrolujte s pozorováním, které má k dispozici učitel.

Rok	Počet slunečních skvrn	Počet pozorovaných CME
1997	29	17
1998	88	29
1999	136	27
2000	173	58
2001	170	
2002	164	52
2003	99	30
2004	65	40
2005	46	59
2006	25	14
2007	13	3
2008	4	
2009	5	1
2010	25	11
2011	81	41
2012	85	84
2013	94	55
2014	113	69
2015	70	41
2016	40	12
2017	22	9

Tab. 1 – počet slunečních skvrn a počet pozorovaných halo CME v daných letech.



Obr. 2 – Doplnění počtu halo CME z tabulky 1. Jsou předvyplněné dvě hodnoty z roku 2003 a 2006.

Odhad počtu halo CME pro rok 2001 je:

Pro rok 2008 je:

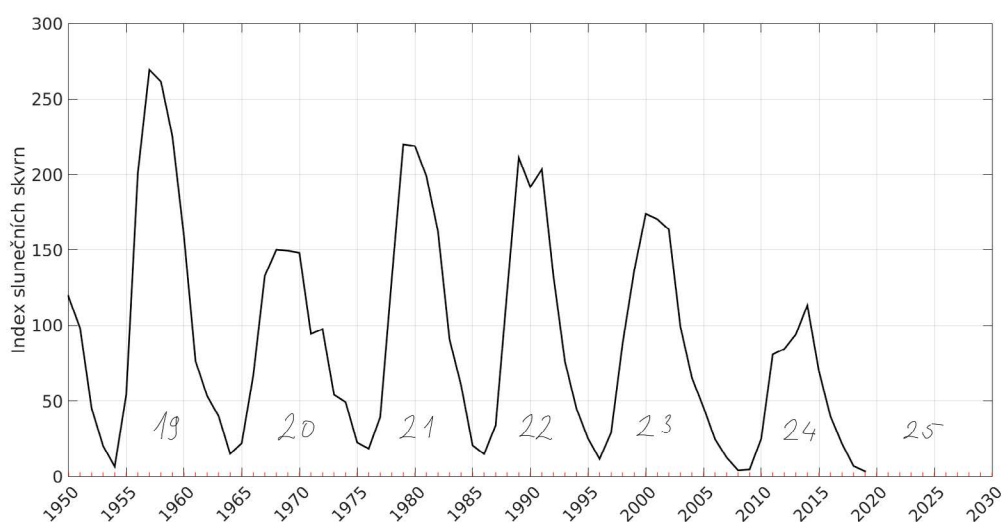
Pozorovaný počet halo CME pro rok 2001 je:

Pro rok 2008 je:

Napište, jakým způsobem jste počet halo CME odhadli a zda se váš odhad shoduje s pozorováním:

Zadání 2

Použijte hodnoty počtu slunečních skvrn pro roky 2022 a 2025, které jste odhadli v pracovním listu První badatel a pomocí vytvořeného grafu (Obr. 2) odhadněte počet halo CME. Pokud jste tuto aktivitu neabsolvovali, zkuste odhadnout počet slunečních skvrn pro období 2020–2030 a dokreslit je do Obr. 3.



Obr. 3 - Odhad sluneční aktivity pro 25. sluneční cyklus - pro roky 2021 a 2025.

Odhad počtu slunečních skvrn pro rok 2022:

Odhad počtu slunečních skvrn pro rok 2025:

Odhad počtu halo CME pro rok 2022:

Odhad počtu halo CME pro rok 2025:

Opět porovnejte své odhady mezi jednotlivými skupinami a proberte, co vás k vašemu odhadu vedlo. Pokud budete mít odlišná čísla, tak si buďte jisti, že správné řešení neznají ani vědci, kteří se o předpověď také pokoušejí. Správné řešení budeme znát až za několik let.

Zadání 3 - vztah mezi dvěma veličinami - korelace

V předchozích úkolech jsme využili toho, že dvě veličiny (počet slunečních skvrn a počet halo CME pro daný rok) spolu nějakým způsobem souvisí – chování jedné veličiny souvisí s chováním druhé veličiny. **Takové veličiny nazýváme korelované.** Příkladem korelovaných veličin je teplota vzduchu a počet prodaných zmrzlin (ve dnech, kdy je vysoká teplota, se prodá více zmrzliny a naopak, pokud je nízká teplota, prodá se zmrzliny málo).

Zkuste vymyslet příklad veličin, které jsou dobře korelované. Můžete najít i příklad pro **antikorelaci**, kdy při vzrůstu jedné veličiny druhá veličina klesá. Pokud dvě veličiny spolu nijak nesouvisí, jsou **nekorelované**.

Příkladem korelovaných veličin je:

Příkladem antikorelovaných veličin je:

Příkladem nekorelovaných veličin je:

Vysvětlivky:

Plazma: Jedna ze čtyř základních forem hmoty (pevná látka, kapalina, plyn, plazma). Je to směs elektricky nabitých částic, tedy iontů, elektronů a případně neutrálních částic. Vzhledem k tomu, že plazma je elektricky nabitá, tak je ovlivňováno magnetickým polem v okolí slunečních skvrn.

Korona: Jasně a horké okolí Slunce, které sahá do vzdálenosti mnoha milionů kilometrů. Korona je složena z elektricky nabitých částic, zejména vodíkových a heliových jader a elektronů, je to tedy plazma. Je dobře pozorovatelná při úplném zatmění Slunce. Teplota korony dosahuje několika milionů stupňů Celsia, což je mnohem vyšší teplota než je povrch Slunce. Mechanismus ohřevu není úplně objasněn [5].

CME (Coronal Mass Ejection) - Výron koronální hmoty: Uvolnění velkého množství sluneční hmoty, která se pak šíří prostorem a může například ovlivňovat zemské magnetické pole a pozemské i kosmické technologie.

Odkazy:

[1] Detailní pohled na CME z roku 2012 <https://youtu.be/GrnGi-q6iWc>

[2] Seznam Halo CME pozorovaných pomocí Sluneční observatoře SOHO https://cdaw.gsfc.nasa.gov/CME_list/halo/halo.html

[3] Foto halo CME <https://www.spaceweatherlive.com/en/news/view/126/20150621-m20-andm26-solar-flares-with-full-halo-cme>

[4] O dětech, čápech a kauzalitě, http://www.cs.cas.cz/hanka/POKROKY/4_17/dvorak.pdf

[5] Problém koronálního ohřevu <https://phys.org/news/2016-12-mystery-coronal.html>