

## Sluneční skvrny

Na [Slunci](#) je možno vidět tzv. **sluneční skvrny** vznikající v [chromosféře](#). Na základě těchto temnějších míst Slunce je možné určit vlastní [rotaci](#) Slunce, neboť při pečlivém pozorování lze zaregistrovat jejich postup od východního okraje Slunce k západnímu. Jde tedy o projev rotace Slunce, která má vliv také na vzhled skvrn - u okrajů slunečního disku postupují skvrny zdánlivě pomaleji, zatímco uprostřed disku postupují rychleji.

To je způsobeno tím, že uprostřed disku se pohybují kolmo k zorné přímce (ke směru pohledu pozorovatele ze [Země](#)).

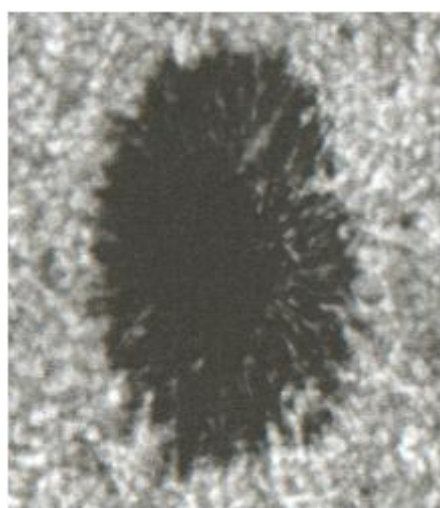
Rotuje-li daná heliografická šířka Slunce konstantní [rychlostí](#), pak se vektor této rychlosti promítá ve skutečné délce pouze při kolmém pohledu na něj, tj. uprostřed disku. Na krajích disku se tento vektor postupné rychlosti skvrn z pohledu zemského pozorovatele rozkládá do dvou směrů: směr východ - západ a směr k (resp. od) zemského pozorovatele.

Skvrny vznikají, vyvíjejí se a zanikají někdy už během několika hodin, ale většinou vydrží týden až tři týdny.

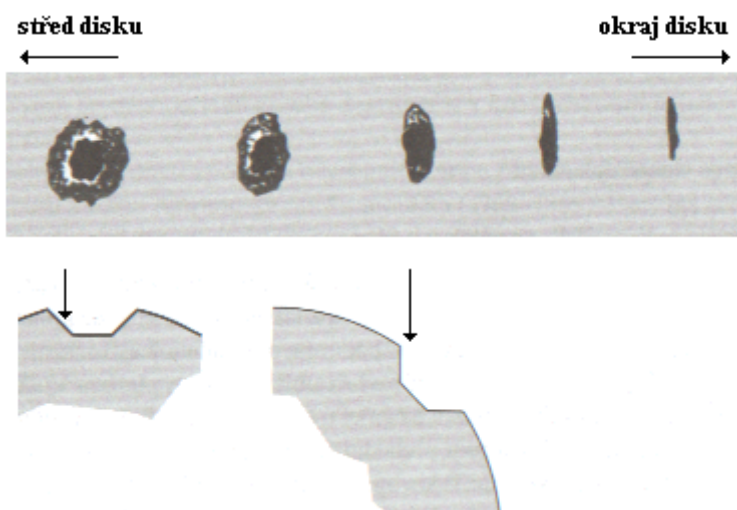
[Pohyb](#) skvrn po Slunci prozradil nejen [periodu](#) rotace Slunce (a tedy i [velikost rychlosti rotace](#) jednotlivých vrstev v různých heliografických šířkách), ale také fakt, že osa Slunce nezachovává v prostoru svůj směr. Tento jev vzniká v důsledku toho, že rotační osa Slunce není přesně kolmá k oběžné rovině Země kolem Slunce, a proto je v průběhu roku vidět rotující Slunce z různých úhlů. V březnu je vidět více jižní polokoule, začátkem září severní polokoule.

Pozorovatel na Zemi tak má dojem, že se osa Slunce „kolébá“ ze strany na stranu.

Již jezuita otec Christoph Scheiner (1588 - 1657) si při svém pečlivém pozorování Slunce všiml (a na svých kresbách si velmi pečlivě poznamenal), že typická skvrna má tmavý střed (jádro), který se nazývá **umbra** a o něco světlejší okraj nazývaný **penumbra**. Penumbra má zřetelný vláknitý charakter (viz obr. 26). Vzhledem k tomu, že penumbra leží níž než okolní povrch Slunce a tmavé jádro skvrny ještě níže, mění se při postupu skvrny k okraji disku vzhled penumbry. Mění se tak, jako by skvrna byla jáma s tmavým dnem (umbrou) a šikmými stěnami (penumbrou), tj. skvrna u kraje Slunečního disku má zdánlivě užší penumbrou na straně blíže ke středu disku. Tento jev vzniká díky šikmému pohledu na skvrnu při okraji disku (viz obr. 27) a nazývá se **Wilsonův jev** na počest astronoma Alexandra Wilsona (1714 - 1786), který jej objevil a podal jeho vysvětlení. Dnes je tento jev pozorován asi u 75 % všech skvrn.



Obr. 26



Obr. 27

Pro popis sluneční aktivity stanovil švýcarský matematik a astronom Rudolf Wolf (1816 - 1893) **pravidlo pro určení relativního čísla slunečních skvrn:**

**RELATIVNÍ ČÍSLO SLUNEČNÍCH SKVRN JE DESETINÁSÓBEK POČTU SKUPIN SKVRN PLUS POČET SKVRN.**

Hodnoty tohoto relativního čísla se den ze dne skokem mění, aniž se na Slunci cokoli stane.

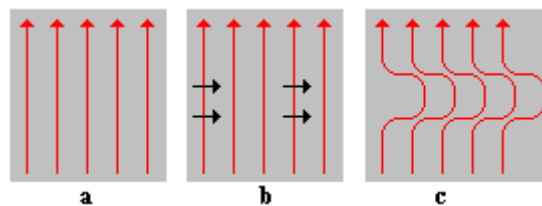
Zmizí-li např. za okrajem disku skupina se 30 skvrnami, klesne rázem relativní číslo skvrn o 40.

Příčina vzniku slunečních skvrn má základ v samotném složení Slunce. To je tvořeno převážně plazmatem - tj. silně ionizovaným plynem. Důležité je, že se jedná o vodivé prostředí.

Plazma obsahuje volné záporně nabitě [elektrony](#) a vzhledem k tomu, že jde o plyn mohou se jím pohybovat také kladně nabitě ionty zbylé po odtržení elektronů.

Nachází-li se plazma v [magnetickém poli](#) (a Slunce magnetické pole má a vzniká zde tzv. [dynamový jev](#)), je možné toto magnetické pole stejně jako kterékoli jiné magnetické pole popsat pomocí [magnetických indukčních čar](#). Uvažujme např. [homogenní magnetické pole](#) v plazmě (viz obr. 28a), která je v [klidu](#). Pokud se nyní posune jedna horizontální vrstva plazmatu ve směru šipky (viz obr. 28b), začne téci plazmatem [elektrický proud](#), který bude kolem sebe vytvářet další magnetické pole. To se složí s původním magnetickým polem a výsledkem bude [pole](#) znázorněné na obr. 28c. Magnetické indukční čáry se tedy pohybují spolu s látkou (plazmou) jako kdyby v ní vězely. Proto se mluví o **magnetických indukčních čarách zamrzlých v plazmatu**.

Na magnetické indukční čáry se lze tedy dívat tak, že jsou schopné se natahovat a nejsou příliš ochotné podsunout sami pod sebou hmotu. Chovají se tedy jako velmi pružné tenké gumičky (např. jemné gumičky z ponožek).



Obr. 28

Stejnou vlastnost, jaká byla právě popsána pro magnetické indukční čáry magnetického pole Slunce, si zachovává plazma také v případě, když bude plazma vsunováno do magnetického pole. Magnetické indukční čáry magnetického pole se v tom případě budou bránit a budou se od vsunované plazmy odhýbat. V případě, že bude plazma vytahováno z magnetického pole, budou se magnetické indukční čáry vytahovat z magnetického pole spolu s ním.

Uvedené vlastnosti magnetického pole Slunce je možné popsat též pomocí [magnetické síly](#), která brání vstupu plazmatu do magnetického pole, resp. jeho [výstupu](#) z něj. Při vsunování plazmatu do magnetického pole (resp. při vysunování z magnetického pole) je nutno tuto [sílu](#) překonat.

Tj. byl by cítit jakýsi odpor, který by bránil ve snadném zasouvání resp. vysouvání plazmatu z magnetického pole.

Výskyt slunečních skvrn velmi úzce souvisí s magnetickým polem. Na základě efektů, které popsala [kvantová mechanika](#) dochází vlivem magnetického pole k rozštěpení spektrálních čar (tzv. [Zeemanův jev](#)). Pomocí tohoto jevu je možné mapovat na základě spektra magnetické pole Slunce.

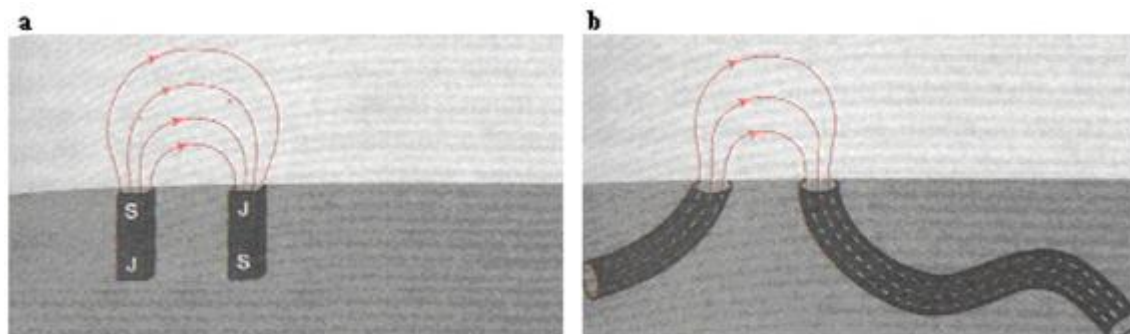
Při pozorování skvrn se zjistilo, že skvrny se vyskytují velmi často v párech, přičemž každá ze skvrn má odlišnou magnetickou polaritu.

Tj. například za skvrnou s polaritou jižní následuje skvrna s polaritou severní.

Tato pozorování vedla astronomy k myšlence, že magnetické pole se skrývá pod povrchem a jeho magnetické indukční čáry se táhnou rovnoběžně s ním. Je možné si představit svazek magnetických indukčních čar jako jakési magnetické lano složené z mnoha vláken.

Jiná představa: magnetické indukční čáry procházejí uvnitř jakési magnetické trubice či hadice.

Na takovém magnetickém lanu (resp. magnetické trubici) se může udělat smyčka a magnetické indukční čáry pak vystoupí nad povrch Slunce (viz obr. 29b; obr. 29a zobrazuje situaci pro dva [tyčové magnety](#)). Nad povrch Slunce vystoupí pochopitelně i plazma uzavřené v magnetických indukčních čarách. Část materiálu odteče podél těchto čar zpět. Magnetické pole Slunce zasahuje ještě výše do [atmosféry](#). Magnetické pole tedy vytlačí atmosférické plazma a nahradí je plazmatem vlastním, vneseným z hlubších vrstev Slunce. Tam, kde magnetická trubice vychází z povrchu Slunce a kde se do něj zase vrací, pozorujeme dvě skvrny opačné polarity.



Obr. 29

Magnetické indukční čáry je možné si představit jako gumová vlákna, která mají tendenci zaujmout co nejmenší délku a která se brání snaze zmenšit jejich objem.

V případě slunečních skvrn, v nichž je magnetické pole silnější než v okolním povrchu Slunce, tedy magnetické pole brání postupu dalšího plazmatu, brání tedy i konvenci. Proto se ve skvrnách přenesou méně [energie](#) a tudíž mají i nižší [teplotu](#). Proto skvrny nezáří tolik jako jejich okolí a jeví se tmavší.

Při dlouholetém pozorování Slunce bylo objeveno, že s časem se mění jak počet tak i velikost skvrn. Přibližně po 11 letech se opakuje cyklus, v němž právě jednou za 11 let nastává maximum slunečních skvrn (tj. na Slunci se pozoruje nejvíce skvrn v celém 11tiletém období) a za dalších 11 let minimum slunečních skvrn (tj. období, kdy Slunce může být zcela beze skvrn).

Jak bylo ukázáno, výskyt slunečních skvrn je vázán na magnetické pole Slunce. Další zajímavostí je, že magnetické pole Slunce se jednou za 11 let přepóluje, takže cyklus slunečních skvrn není 11tiletý, ale v podstatě 22tiletý, neboť právě jednou za 22 let se opakuje výskyt skvrn na Slunci včetně totožné magnetické polarity skvrn.

© **Encyklopedie Fyziky** (<http://fyzika.jreichl.com>); **Jaroslav Reichl, Martin Všeticka**

Licence <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/> zakazuje úpravy a komerční distribuci.