

Začínáme pozorovat IV

Pozorujeme Slunce

Jiří Kubánek

V minulém dílu jsme se seznámili s pohyby na obloze. Dnes si povíme více o pozorování naší nejbližší hvězdy - Slunce. Můžeme se do Slunce dívat přímo? Jak správně a bezpečně pozorovat Slunce? Co na Slunci můžeme vidět? To jsou otázky, které vás jako začínající pozorovatele jistě zajímají.

Pozorování Slunce je poněkud odlišné od ostatních astronomických pozorování, která se provádějí v noci. Při pozorování vzdálených objektů noční oblohy se setkáváme s problémem jejich malé jasnosti, naopak při pozorování Slunce vystává problém jeho velké jasnosti. Do Slunce se pochopitelně přímo dívat nemůžeme. Kdo z vás někdy zkoušel pohledět pouhým okem na oslnivý sluneční kotouč, ví, že to není nic příjemného. Pokud bychom se často dívali do Slunce „jen tak“ (bez filtru pouhým okem), mohli bychom si poškodit zrak! K tomu, abychom mohli Slunce pozorovat, potřebujeme nějakou - *filtr*.

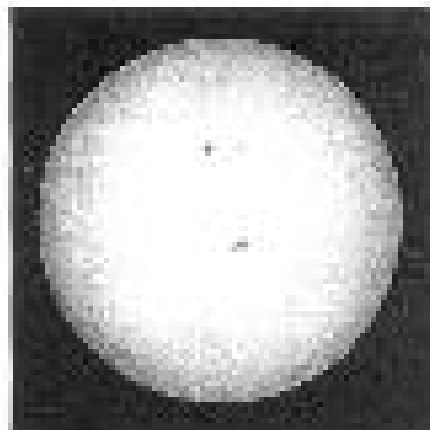
K pozorování Slunce pouhým okem bych vám doporučil svářečské sklo č. 14 nebo 13. Pozorovat Slunce lze též přes speciální brýle nebo eventuálně přes několik proužků tmavého černobílého negativu. Podrobné testy a měření propustnosti záření přes různé filtry a pomůcky provedli J. Hanuš a V. Kopecský (viz *Astropis Speciál 1999*). Pokud takový filtr nevládníte, existuje ještě velmi jednoduší způsob pozorování. Do zatemněné místnosti si můžeme promítat obraz Slunce tzv. dírkovou komorou. Toto zařízení vyrobíme tak, že do kartónu



Východní okraj slunečního disku 21. 4. 2000. Fotografováno čočkovým dalekohledem Stellanikovy hvězdárny (180/3430 mm) přes helioskopický okulár. Foto autor.

vyřízneme malý otvor o průměru několika milimetrů až jednoho centimetru (podle vzdálenosti stínítka).

Při pozorování Slunce pomocí dalekohledu musíme být velmi opatrní. *V žádném případě se nelze dívat běžným dalekohledem do Slunce!!!* (Ize jen dvakrát - levým a pravým okem!) Silnou koncentrací tepelných paprsků by došlo k vypálení sítnice. Ani malým dalekohledem či triedrem to nezkoušejte, i když je Slunce nízko nad obzorem. Existují v zásadě dvě metody, jak pozorovat Slunce dalekohledem. 1. Promítneme si obraz Slunce na stínítko - to je nejjednodušší způsob pozorování Slunce dalekohledem. Několik desítek centimetrů za okulár umístíme kolmo ke směru chodu paprsků papír nebo nějakou desku, na kterou si promítneme obraz slunečního kotouče (nesmíme ovšem dát papír těsně za okulár, protože by došlo k vznícení papíru a tím k začazení okuláru). Promítat obraz Slunce můžeme i do zatemněné místnosti, pokud si zrcadly nebo pomocí hranolů nasměrujeme obraz patřičným směrem. Takto můžeme pozorovat poměrně velké detaily i malým dalekohledem. Profesionální astronomové zkoumají Slunce kromě řady jiných způsobů i tímto. Existují tzv. sluneční věže, na jejichž vrcholech je dvojice zrcadel (tzv. celostat), které neustále směřují světlo od Slunce dolů do věže. Tam se nachází řada přístrojů, kterými astronomové sledují jevy na Slunci. Projekční metoda pro pozorování Slunce je velmi jednoduchá a lze ji doporučit i majitelům triedrů, kteří si tak mohou promítnout dva obrazy slunečního kotouče. Pouze u dalekohledů, které mají tzv. lepené okuláry, tuto metodu nedoporučujeme (podrobnosti vám sdělí prodejce). 2. způsob, jak pozorovat Slunce, je dívat se přímo do okuláru. V takovém při-



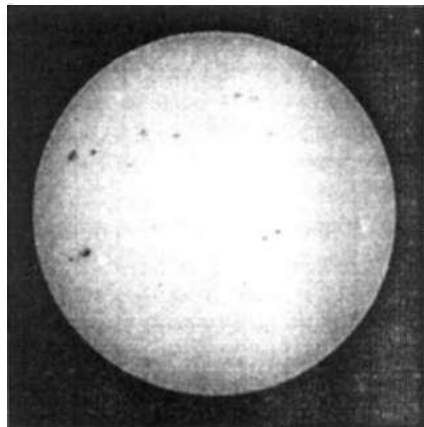
Slunce se skvrnami 27. 4. 2000. Snímek byl pořízen čočkovým dalekohledem 93/1000 mm přes chromový filtr. Foto autor.

padě musí být dalekohled vybaven filtrem nebo podobným zařízením k tomu určeným. Velmi kvalitní a na trhu dostupnou pomůckou je chromový filtr (počítejte s cenou několika tisíc korun). Takový filtr se nasazuje na objektiv dalekohledu a naprostou většinu světla odráží; dovnitř dalekohledu pak přichází jen zlomek z celkového světla. Jinou možností, často používanou na hvězdárnách, jsou tzv. helioskopické okuláry, které mají zpravidla pětiboký hranol a naprostou většinu světla odkloní pryč z dalekohledu. Při jakémkoliv pozorování Slunce je potřeba zakrýt hledáčky a ostatní dalekohledy, aby se do nich nikdo nepodíval. Zároveň varuji různé vynalézavce před používáním svářečských filtrů (příp. dalších pomůcek určených pro pozorování pouhým okem) v kombinaci s dalekohledem.

Tak jsme si řekli, jak pozorovat Slunce a teď si povíme, co na Slunci můžeme vidět. Jednoznačně nejnápadnějšími útvary na slunečním kotouči jsou sluneční skvrny. Jedná se o tmavší místa na slunečním disku (ve skutečnosti tmavá nejsou, jelikož také svítí - hlavně v oranžovém světle). Kdybychom měli možnost vzít sluneční skvrnu a posadit ji na noční oblohu, svítila by mnohem více než Měsíc v úplňku. Ale jen díky kontrastu s okolním povrchem, který je o něco teplejší, se skvrny jeví tmavé. Můžete si udělat pokus s rozsvícenou žárovkou, kterou namíříte proti Slunci. Na pozadí slunečního kotouče se vám bude i rozsvícené vlákno žárovky jevit jako tmavé. Sluneční skvrny mají teplotu asi 4 000 °C, zatímco okolní povrch, tzv. fotosféra asi 5 500 °C. Skutečnost, že skvrny

nejdou zcela černé, si dobře uvědomíme, pokud nám zrovna přes sluneční disk přeletí pták nebo letadlo (jejich silueta bude skutečně černá). Povězme si ještě o pozorování. U velkých skvrn můžeme pozorovat jejich strukturu. Uvidíme vnitřní tmavou část (umbru), kterou lemují světlejší oblasti (tzv. penumbra). Mnohé skvrny mohou být i několikrát větší než Země. Skvrny, které mají průměr alespoň 35 tisíc km, můžeme již dobře pozorovat pouhým okem, skvrny velikosti 70 tisíc kilometrů a více již spatříme velmi dobře bez dalekohledu. Dalekohledem kromě skvrn můžeme pozorovat jejich jakýsi opak - tedy světlejší a teplejší místa ve fotosféře (jde o tzv. fakule, jejichž teplota je asi 7 000 stupňů). Tyto fakule vypadají jako bělavá místa a pozorovat je lze především u okraje slunečního disku. U okraje proto, že okraj Slunce je tmavší než centrální část. To je způsobeno tím, že Slunce je pochopitelně kulaté a u okraje se díváme na sluneční povrch ze šikma a nevidíme tolik do hloubky, kde je o něco vyšší teplota. To, že je Slunce kulaté, lze poznat mimo jiné ze zkresleného vzhledu slunečních skvrn, které se nacházejí u okraje disku. Tehdy můžeme pozorovat skvrny protáhlé v poledníkovém směru. Navíc se u takových skvrn ukazuje tzv. Wilsonův efekt. U skvrny s penumbrou, která leží u okraje disku, vidíme penumbrou jen na straně bližší k okraji. Jádro pudla je v tom, že skvrna je jakási prohlubeň ve fotosféře a při šikmém pohledu nevidíme bližší stranu penumbry k nám (tj. vzdálenější od okraje). Z pozorování změn polohy skvrn můžeme usoudit, jak Slunce rotuje. Slunce se otočí kolem své osy asi za 25 dní. Při pohledu ze Země se nám otočka Slunce jeví delší asi o 2 dny, jelikož je třeba vzít v úvahu pohyb Země kolem Slunce. Doporučuji každému, kdo má možnost pozorovat Slunce nějakým dalekohledem pomocí projekční metody, aby si Slunce nakreslil. Pořídíte-li sérii kreseb se skvrnami, můžete nejen v praxi poznat, jak se Slunce otáčí, ale také např. změřit velikost některé ze skvrn. Porovnejte velikost skvrn s velikostí Země (pomůcka: průměr Slunce 1 392 000 km, průměr Země necelých 13 000 km). Kreslení Slunce je jednou z činností, které se věnují astronomové-amatéři. Dnes v době kosmických sond, kdy se Slunce sleduje v nejružnějších spektrálních oknech (rentgenové, UV, viditelné, radiové), nemá

samozřejmě jednotlivá kresba valný vědecký význam. Nicméně dlouhodobé pravidelné zakreslování má určitou hodnotu (např. L. Schmiéd již půlstoletí zakresluje Slunce v jihočeské obci Kunžak, nebo na Štefánikově hvězdárně se této činnosti věnoval cca 40 let Fr. Kadavý). U nás se v současnosti věnuje zakreslování Slunce několik desítek nebo stovek amatérů. Důležité je, aby každého tato činnost bavila - o to v prvé řadě jde, radost z pozorování a hodnotný zážitek. Z řady pozorování pak můžeme sledovat tzv. sluneční aktivitu. Když je na Slunci hodně skvrn, lze zjednodušeně říci, že sluneční aktivita je vysoká. Tato sluneční činnost (resp. aktivita) se mění v zásadě v jedenáctiletém cyklu. To znamená, že jednou za jedenáct let nastává maximum a minimum sluneční činnosti. Poslední maximum nastalo v roce 1989. To tedy znamená, že právě letos se očekává další maximum (kdy skutečně nastane, určíme až posléze).



Slunce se skvrnami 22. 4. 2000. Snímek byl pořízen čočkovým dalekohledem 93/1000 mm přes chromový filtr. Foto autor.

A skutečně lze říci, že se v poslední době na Slunci vyskytuje hodně skvrn. Naopak v období minima sluneční činnosti se na Slunci nemusí vyskytovat žádné skvrny. Poslední minimum nastalo v roce 1996.

Zmíňme se ještě o jednom jevu, který můžeme pozorovat dalekohledem. Jde o tzv. granulaci. Pokud je klidný vzduch, určitě si všimnete, že sluneční kotouč není jednotlivý, ale zrnitý. Jednotlivá zrna jsou vrcholky výstupných proudů horké žhavé látky, kterými se ke slunečnímu povrchu dostává energie z hlubších vrstev Slunce. Pokud je naopak zemské ovzduší neklidné, dochází k tomu, že se obraz jakoby vlní, což je patrné zejména u okraje disku.

Další jevy na Slunci lze pozorovat jen speciálními přístroji. Zmíňme se alespoň o protuberancích - gigantických výtryskách sluneční látky. Jde o obrovské uvolnění hmoty ze slunečního povrchu do velmi řídké, ale velmi horké sluneční atmosféry. Tato uvolněná látka se pak zase obvykle vrací zpět k povrchu. Tento děj může trvat jen pár desítek minut nebo i několik dní. Protuberance lze běžně pozorovat jen při úplném zatmění Slunce, anebo speciálním dalekohledem (tzv. koronografem), který nám takové umělé zatmění vyrábí. Koronografy jsou umístěny na některých našich hvězdárnách (např. Ondřejov, Valašské Mezíříčí nebo Praha).

Závěrem si ještě povíme o jevech, které můžeme spatřit při západu nebo východu Slunce. Jistě každý z vás jeden z těchto úkazů viděl. Je to samozřejmě pěkný zážitek, zejména u moře, pokud vám Slunce „do něj“ zapadá nebo „z moře“ vychází. Jde o dva jevy - jednak je Slunce hodně červené a jednak je placaté (zploštělé). To, že je Slunce u obzoru oranžové až červené, je způsobeno zemskou atmosférou. Pokud je Slunce výše nad obzorem, vidíme jej žluté nebo bílé. U obzoru putuje sluneční světlo (světlo všech barev) poměrně dlouhou hustými vrstvami atmosféry v porovnání s případem, kdy je vysoko nad obzorem (představte si to). V zemské atmosféře dochází k rozptylu světla na molekulách plynů a částicích prachu. Jelikož se nejvíce rozptyluje modré světlo, je obloha modrá. Naopak nejméně se rozptyluje červená, proto je Slunce u obzoru červené (jinými slovy: naše ovzduší nám Slunce u obzoru odmodrává). A proč je Slunce u horizontu zploštělé? Za to může také naše atmosféra. Kromě rozptylu světla dochází také k lomu paprsků. Víte ze školy, že pokud světelný paprsek dopadá na rozhraní dvou prostředí, tak se láme (jak - to záleží na hustotách prostředí). Paprsek od spodního okraje Slunce prochází hustšími vrstvami ovzduší, a proto se láme více než paprsek od horního okraje. Proto spodní okraj Slunce vidíme o větší kus výše než je (v porovnání s horním okrajem). Proto je Slunce u obzoru zploštělé (zkuste si namalovat obrázek, jak k nám přicházejí oba paprsky).

Přeji Vám jasnou modrou oblohu, ať svítí Slunce (ještě nějakých 5-7 miliard let bude)!