

## Słońce – wielki nieobecny w polskiej szkole

Grzegorz Sęk

Młodzieżowe Obserwatorium Astronomiczne w Niepołomicach

Wśród nauczycieli i uczniów panuje wynikające z ostrożności przekonanie, że na tarczę naszej gwiazdy dziennej nie należy spoglądać wprost nieuzbrojonym okiem, a już w żadnym wypadku przez przyrząd optyczny. Tymczasem współczesna technika pozwala rozwiązać obawy związane z ewentualnym uszkodzeniem wzroku obserwatora. Oczywiście odrobina rozsądku zawsze jest potrzebna. Podpowiada on, żeby używać filtrów zawsze od strony obiektywu, a w żadnym wypadku od strony okularu teleskopu czy lunety. Najtańszy sposób obserwacji Słońca polega na użyciu folii mylarowej BaaderPlanetary numer 5, która jest dostępna za niewysoką cenę (10 zł/dcm<sup>2</sup>) w kilku specjalistycznych sklepach, prowadzących sprzedaż również przez Internet. Z jej użyciem możemy sporządzić maskę czy też okulary przydatne do spoglądania wprost na tarczę Słońca (fot. 1). Co prawda da się w ten sposób dostrzec tylko naprawdę wielkie plamy, ale wbrew pozorom takie obiekty pojawiają się na tarczy Słońca wcale często, zwłaszcza pod koniec jedenastoletniego cyklu aktywności.



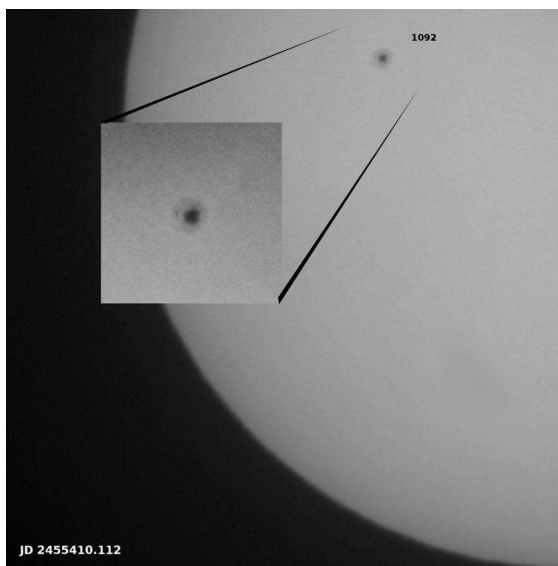
Fot. 1. Okulary „słoneczne”

Dla posiadaczy teleskopów czy też lornetek mam dobrą wiadomość - ta sama folia może być użyta w charakterze filtra na aperturze wejściowej lub na jej przesłonie (fot. 2).



Fot. 2. Filtr foliowy na teleskopie

W efekcie otrzymujemy możliwość obserwowania, oprócz plam, także pochodni, czyli pojaśnień, oraz struktur fotosferycznych - tak zwanej granulacji. Dodatkowy atut tej metody polega na możliwości użycia najprostszego aparatu cyfrowego, czyli "głupiego jasia" do zarejestrowania bieżącego obrazu. Wymaga to co prawda sporej dozy cierpliwości, ale efekty są więcej niż zadowalające (fot. 3).



Fot. 3. Typowa plama z cieniem i półcieniem

Bardziej doświadczonym obserwatorom polecam użycie filtra foliowego oznaczonego symbolem 3.8 - nadaje się on tylko do fotografowania, bowiem obrazy przezeń oglądane są dla oczu oślepiająco jasne, ale za to umożliwia on zastosowanie znacznie krótszych czasów naświetlania, aniżeli filtr z numerem 5. Ma to znaczenie dla jakości obrazów, ponieważ skracanie ekspozycji redukuje negatywny wpływ drgań atmosfery.

Największą wadą filtrów foliowych jest ich ograniczona żywotność - wskutek parowania atomów metalu warstwa aluminium staje się z czasem zbyt przezroczysta i wtedy należy taki filtr wymienić. Folia mylarowa jest także nieodporna na uszkodzenia mechaniczne, dlatego zawsze oprawiam ją w przezroczyste okładki z tworzywa sztucznego. Znacznie pewniejsze mechanicznie i odporne na upływ czasu są filtry szklane, zakładane oczywiście tylko od strony obiektywu. Obrazy otrzymywane z ich użyciem są bardziej kontrastowe, szczegóły liczniejsze, ale też i ceny takich filtrów sięgają kilkuset złotych za sztukę. Co więcej, przy zakupie należy określić parametry posiadanego instrumentu, gdyż ciężki, szklany filtr musi dokładnie pasować do oprawy obiektywu.



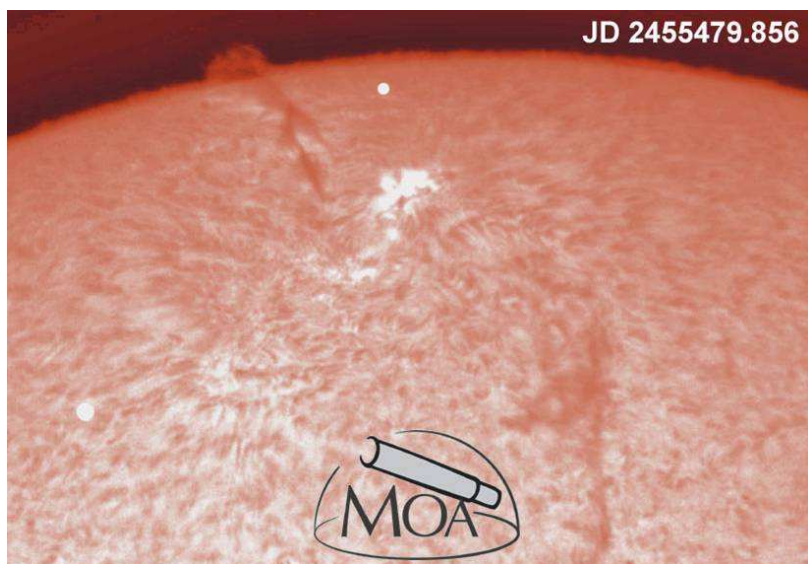
Fot. 4. Metoda projekcji okularowej

Oczywiście można się obejść bez żadnych filtrów, stosując metodę projekcji okularowej. Obraz tarczy Słońca jest wtedy rzutowany bezpośrednio na ekran, umieszczony w dogodnej odległości od okularu (fot. 4). Kiedy użyje się w charakterze ekranu wcześniej przygotowane formatki z zaznaczonym obrysem tarczy słonecznej, można w standardowy sposób prowadzić systematyczne spostrzeżenia, za-

znacząc położenia plam i pochodni oraz właściwie pozycjonując obraz w stosunku do aktualnego ustawienia osi obrotu Słońca. Metoda ta ma jedną wielką zaletę i kilka wad. Zaleta polega na tym, że wiele osób w tym samym czasie może oglądać obraz, a jej wady to niewielki kontrast oraz znaczna koncentracja energii termicznej w obszarze okularu. W jej wyniku okulary klejone z kilku soczewek (a więc te wyższej jakości) często pękają, zwłaszcza gdy demonstrator ulega pokusie zapalenia kawałka papieru przez umieszczenie go w ognisku okularu. Sadza osiadająca wtedy na powierzchni soczewki powoduje dodatkowe pochłanianie energii i zwiększa się tym samym ryzyko nadmiernego wzrostu temperatury szkła. Wyjście z tej sytuacji polega na użyciu do projekcji okularowej dedykowanego, jednosoczewkowego okularu, ale jest to okupione pogorszeniem jakości otrzymywanych w ten sposób obrazów.



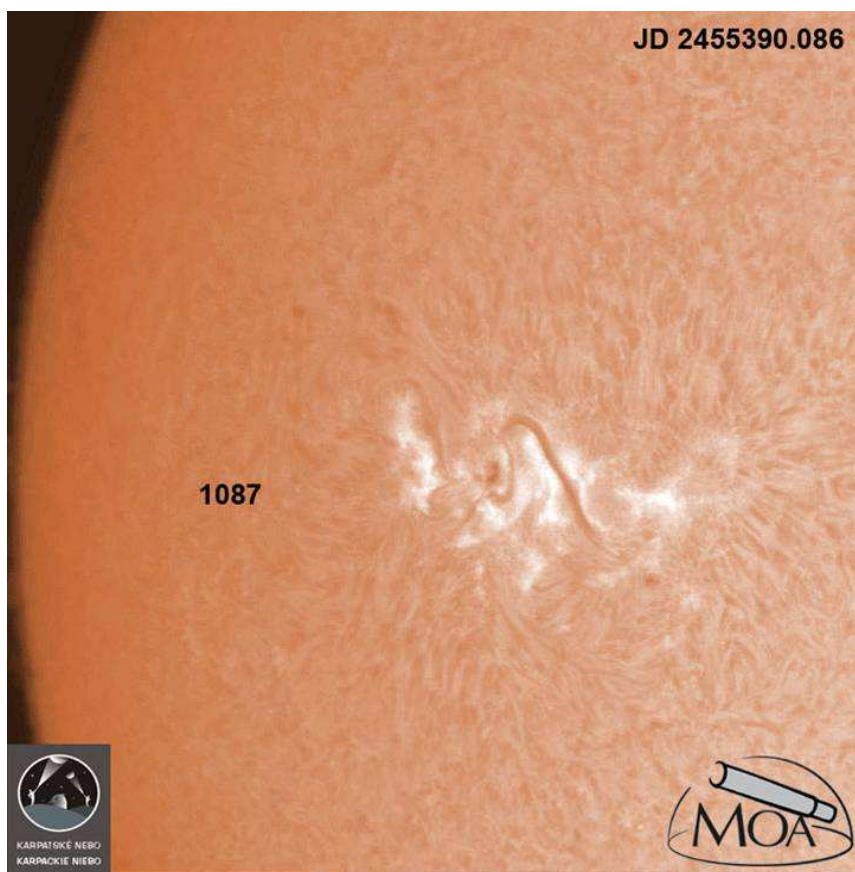
Fot. 5. Protuberancje kwitną na limbie słonecznym



Fot. 6. Protuberancja przedłuża się w filament



Kolejnym krokiem w stronę pogłębienia wartości słonecznych obserwacji będzie użycie filtra wąskopasmowego. Uprzednio omówione "filtry szare" po prostu blokowały określony procent słonecznego światła bez względu na jego częstotliwość. Filtry wąskopasmowe, najczęściej w wersji interferencyjnej, przepuszczają światło w określonym zakresie długości fali. Onegdaj niebotycznie drogie, obecnie są dostępne nawet dla amatorów, co nie oznacza że są tanie. W Polsce jest już lub będzie w niedalekiej perspektywie kilkadziesiąt teleskopów słonecznych wyposażonych w takie filtry. Najpopularniejszy jest filtr H-alfa, to znaczy taki, który z całego zakresu słonecznego promieniowania wydziela pierwszą linię z serii Balmera. Jest to czerwony kraniec widma, a środek przepuszczalności przypada dla długości fali 656 nanometrów. Słońce oglądane czy też fotografowane przez taki filtr ukazuje ogromne bogactwo szczegółów na tarczy i w jej pobliżu. Na krawędzi wznoszą się protuberancje, czyli strumienie gazu cyrkulujące po trajektoriach narzuconych przez pola magnetyczne (fot. 5). Te same protuberancje oglądane na tle fotosfery tworzą ciemniejsze smugi, zwane filamentami (fot. 6). W obszarach aktywnych, wewnątrz których tkwią znane już plamy słoneczne, widać grę linii pól magnetycznych (fot. 7).



Fot. 7. Obszar aktywny z plamą w środku

Ten obraz jest bardzo dynamiczny, obraz tarczy Słońca w szczegółach zmienia się bardzo szybko, pojawiają się rozbłyski i wyrzuty materii, co dodatkowo uzasadnia konieczność nieustannego śledzenia wyglądu naszej gwiazdy dziennej. Dość często w trakcie odwiedzin Młodzieżowego Obserwatorium Astronomicznego w Niepołomicach przez grupy szkolne zadają ich uczestnikom pytanie: czym palą w piecach w czasie zimy. W odpowiedzi słyszę, a to węglem, a to gazem ziemnym, a to mieszaniną owsa z drewnianymi zrębkami. Kiedy oznajmiam im, że wszyscy oni palą Słońcem, pojawia się niedowierzanie, które ustępuje po chwili zastanowienia. Przecież paliwa kopalne to nic innego, tylko zdeponowana w głębi ziemi energia słoneczna, przetworzona przy udziale bakterii i warunków fizycznych. Nie da się przecenić znaczenia energii słonecznej dla życia na Ziemi. Od czasów Galileusza i Scheinera umiemy śledzić aktywność słoneczną i wiemy, że zmienia się ona cyklicznie, w rytmie jedenastu lat. Wiemy też, że był taki okres w dziejach Europy, który nazywamy "małą epoką lodowcową". Na tarczy Słońca nie notowano wtedy znaczącej liczby plam, czyli nie było ono aktywne. Jest pewne, że promieniowanie słoneczne modeluje ziemski klimat, ale szczegóły tego procesu ciągle nam umykają. Dlatego też systematyczne obserwacje Słońca, łatwe technicznie i pouczające, mają dodatkowy walor niezastępowalności. Pomimo satelitów SOHO, STEREO i SDO a także sieci naziemnych teleskopów ciągle jeszcze systematyczne spostrzeżenia dotyczące wyglądu tarczy Słońca mają swoją wagę. Przy okazji zwracamy uwagę uczniów na inne zjawiska, pośrednio ze Słońcem związane. W czasie kiedy chyli się ono ku zachodowi, na wschodniej stronie nieba rozciąga się ciemny pas, który jest niczym innym, jak tylko cieniem naszej planety rzuconym w przestwór (fot. 8).



Fot. 8. Cień Ziemi

W lutym i marcu pojawiają się często słońca poboczne, rozmaite halo i inne zjawiska związane z obecnością kryształków lodu w górnych warstwach atmosfery (fot. 9).



Fot. 9. Słońca poboczne

Tęcze towarzyszą naszej kulturze od zawsze, ich wyjaśnienie zawdzięczamy Newtonowi (fot. 10), a jednak ciągle zdumiewają i budzą podziw.



Fot. 10. Podwójna tęcza – widoczny pas Aleksandra.

Zaprośmy Słońce do klasy, na nasze lekcje fizyki, a ono w rewanżu łaskawszym okiem spojrzy na nas w czasie urlopów i wakacji.

**Wykaz stron internetowych, pomocnych w trakcie pracy nad tematami związanymi ze Słońcem:**

- 1) [moa.edu.pl](http://moa.edu.pl) - strona Młodzieżowego Obserwatorium Astronomicznego
- 2) <http://www.solariscenter.pl/content/obserwatorium2.php> - słoneczny teleskop w centrum handlowym w Opolu
- 3) [http://www.euhou.net/index.php?Itemid=13&id=205&option=com\\_content&task=view](http://www.euhou.net/index.php?Itemid=13&id=205&option=com_content&task=view) - archiwum fotografii słonecznych
- 4) [spaceweather.com](http://spaceweather.com) - bieżący wygląd tarczy Słońca.