

Rekonstrukce protuberančního koronografu pro CCD zobrazování s vysokým prostorovým a časovým rozlišením

J. Srba, L. Lenfla, Hv zdárna Valašské Meziříčí, p. o., jsrba @astrovm.cz

Abstrakt

K vybavení pro pozorování vlnové délky centra Hv zdárny Valašské Meziříčí zaměřeného na pozorování projev sluneční aktivity patří také protuberanční koronograf, instalovaný v 70. letech 20. století. V rámci postupné rekonstrukce starších přístrojů byly v uplynulých letech provedeny první zásahy do systému tohoto přístroje. Cílem je využít pro vodní fotografický přístroj ve spojení s moderní CCD kamerou, která by umožnila získat digitální záznam s dostatečným časovým a prostorovým rozlišením pro studium eruptivních protuberancí.

1. ÚVOD

Hv zdárna Valašské Meziříčí se v současnosti jeví jako pozorování projev sluneční aktivity od roku 1957. V 60. letech 20. století byla mimo jiné pro tento účel vystavěna specializovaná budova takzvaného odborného pracoviště, která s drobnými modifikacemi slouží dodnes.

Pozorovatelná v této budově je dnes vybavena sadou přístrojů, v jejichž sestavě se jedná o postupně modernizované dalekohledy staršího kolik desítek let.

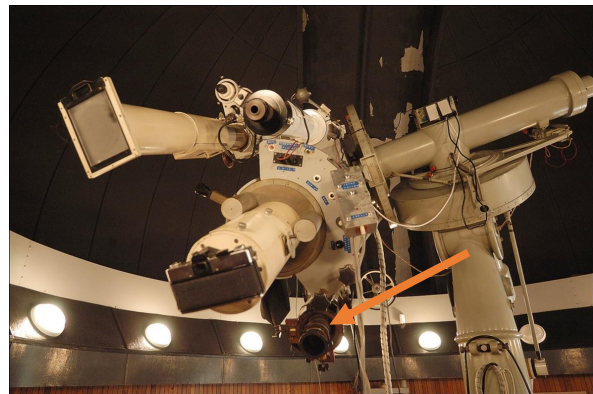
Rekonstrukce a modernizace vybavení pro pozorování Slunce byla úspěšně realizována v rámci projektu ŠKOSOAP a OŠe sluncem společně s spolufinancováním EU v rámci Fondu Mikroprojekt Operačního programu pro podporu spolupráce Slovenská republika – Česká republika 2007 – 2013. Naším partnerským partnerem byla Hv zdárna v Kysuckém Novém Městě. [1]

Vybavení neslouží pouze odborné činnosti, ale pracoviště je koncipováno tak, aby umožnilo oválné zapojení a samostatnou práci studentů, kteří si k nám mohou přijít vyzkoušet, co obnáší astronomické pozorování Slunce a následné zpracování dat.

2. POZOROVÁNÍ PROTUBERANCÍ

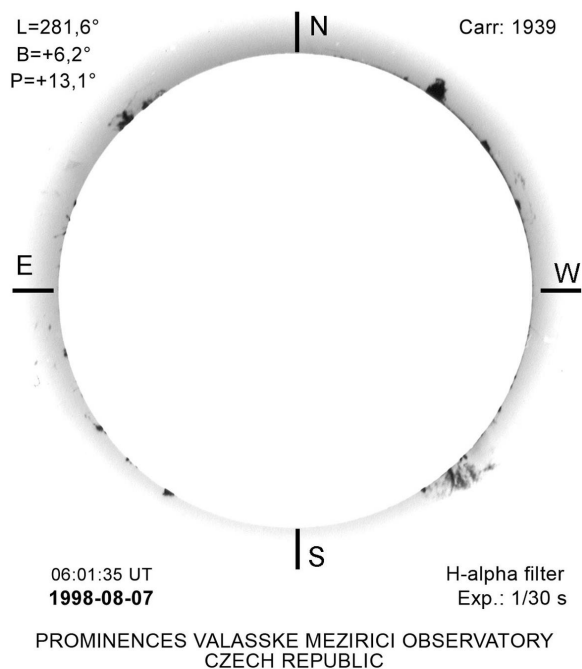
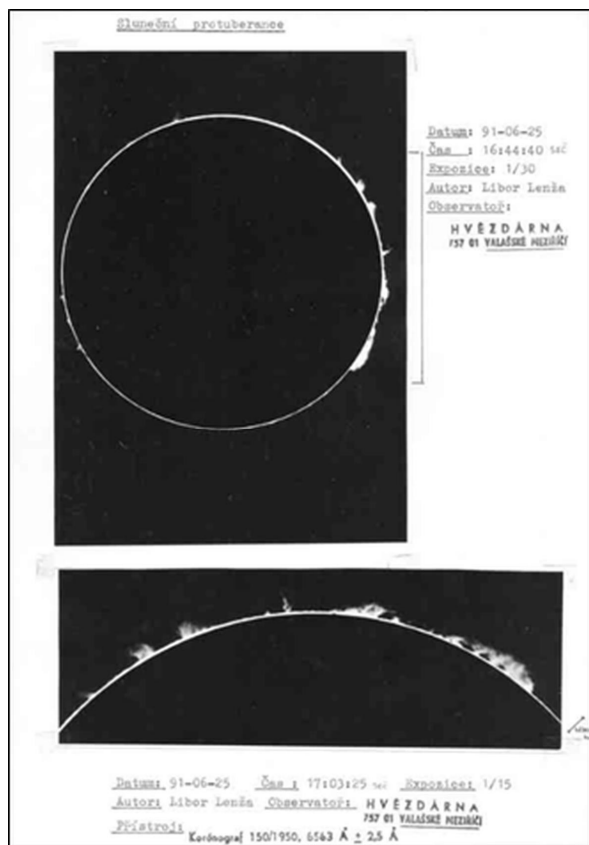
Jedním z přístrojů patřících k vybavení pro pozorování vlnové délky centra Hv zdárny Valašské Meziříčí zaměřeného na pozorování projev sluneční aktivity je

protuberanční koronograf, instalovaný v 70. letech 20. století. Je vybaven objektivem o průměru 150 mm s ohniskovou vzdáleností 1950 mm a $H\alpha$ filtrem (656,3 nm, FWHM 0,5 Å). V minulosti sloužil k fotografickému sledování vývoje aktivních a eruptivních protuberancí.

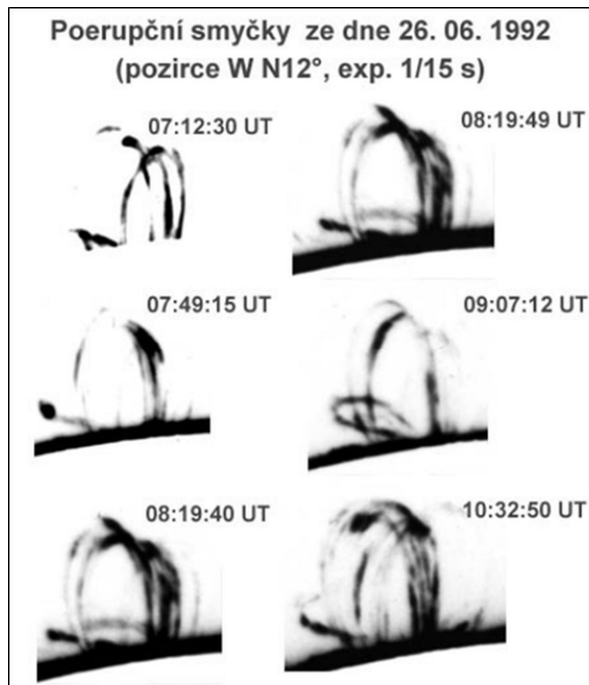


Obr. 1: Starší přístroj odborného pracoviště Hv zdárny Valašské Meziříčí na montáži Zeiss VII. Koncová část protuberančního dalekohledu je označena šipkou.

Dalekohled umožnil oválné zachytit pomocí fotoaparátu na kinofilm pro celkové (celý obvod disku) a detailní (asi třetina obvodu disku s použitím telekonvertoru) záběry protuberancí. Úspěšná pozorování publikovaných také v odborné literatuře s ním byla publikována především v prvních 90. letech 20. století.

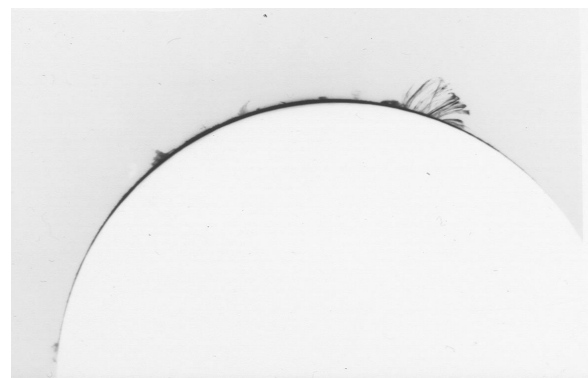


Obr. 3: Zpracovaný archivní p ehledový snímek rozlofení protuberancí.



Obr. 2a a 2b: Ukázka p vodních archivovaných dat po ízených pomocí koronografu.

V rámci p echodu na digitální formu archivace byla v pr b hu uplynulých t í let ást historických pozorování naskenována a p evedena do moderní podoby vhodné k dal-ímu zpracování.

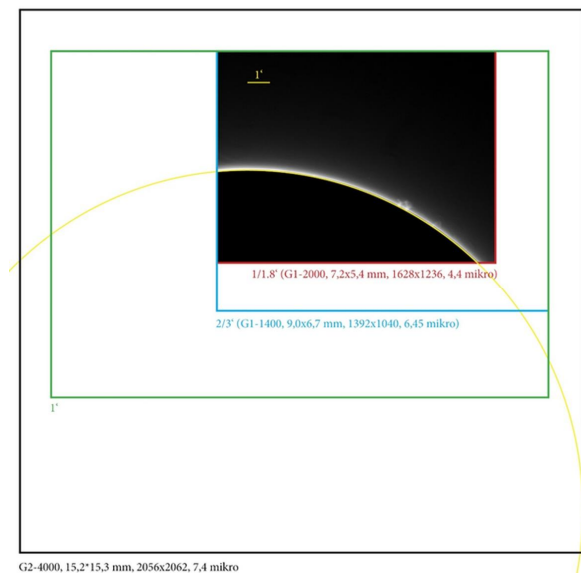


Obr. 4: Celý záb r (polí ko kinofilmu) v detailním módu s prodlouženým ohniskem systému.

Po átky CCD pozorování Slunce na Hv zdárn Vala-ské Mezi í í spadají do 90. let 20. století a jsou spojeny s využitím video CCD kamery Oscar pro záznam vývoje protuberancí nebo erup ních projev v chromosfé e. Záznam obrazu získaný kamerou byl primárn ukládán na S-VHS magnetickou pásku. Tento systém v-ak neposkytoval dostate nou bitovou hloubku pot ebnou pro odborná pozorování. Jeho výhodou v-ak byla vysoká snímací frekvence, která umožnila využít krátkých okamfků kvalitního ošeeingu.

Specializované CCD kamery pro pozorování Slunce v-ak hv zdárna za ala využítvat afl v roce 2008. Zvoleny byly kamery ady G1-2000 (od firmy Moravské p ístroje, Zlín [2]), které využívají ip SONY ICX274AL s rozm ry 7,2 × 5,4 mm a vytvá ejí

jednotlivé snímky s bitovou hloubkou 16 bit ve formátu fits. Ke snímání využíváme originální software SIPS. Kamera není chlazená (pouze v traná pomocí aktivního v tráku). Citlivost ipu v oblasti H α se pohybuje kolem 50 % ve srovnání s maximem. Rozli-ení snímek je 1 628 \times 1 236 pixel a velikost obrazového bodu je 4,4 mikrometru. Elektronická záv rka nám umohl uje vyuffit expozice v ádu 1/1000 s. Kamera je schopná po ídit 2 snímky za sekundu. Pomocí t chto kamer po izujeme: detailní snímky fotosféry (p es refraktor 200 mm s dvojitým filtrem Solar Continuum ó 550 nm, polo-í ka 10 nm); p ehledové snímky celého disku v á e H α a CaII K (dalekohledy LUNT [3]); detailní snímky aktivních oblastí v chromosfé e v á e H α a CaII K s d razem na eruptivní procesy. [1] Stejnou kameru jsme se nakonec (po neúsp -ných experimentech s jinými za ízeními) rozhodli pouffit rovn fl ve spojení s koronografem



Obr. . 4: Testovací záb r pomocí upraveného koronografu. Vyzna eny jsou velikosti zorných polí zvařbovaných kamerových systém ve srovnání s velikostí slune ního disku.

3. REKONSTRUKCE KORONOGRAFU

V rámci rekonstrukce celého systému koronografu bylo pot eba nechat vyrobit nový termostat udržující pracovní teplotu Ha filtru.

Rovn fl bylo pot eba zasáhnout do koncového projek ního segmentu, který ve stávající konfiguraci neumohl oval p ípojení kamer a vybavení dne-ního standardu 5/46 nebo 26. Proto jsme do systému vložili krátký Crayford v okulárový výtah se zvý-enou nosností od firmy Starlight Instruments [4].

Ukázalo se v-ak, fle ohnisková rovina je po p ípojení okulárového výtahu p íli- hluboko v tubusu a v takto

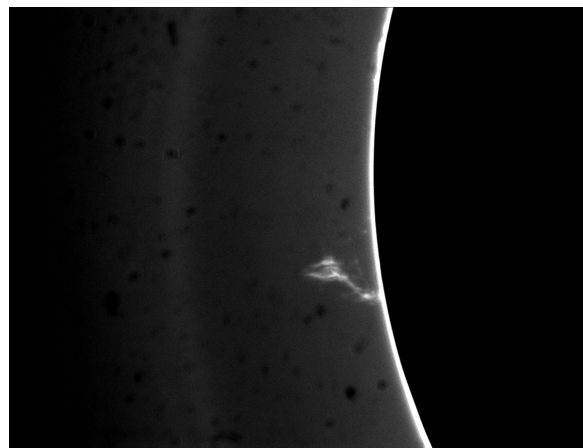
upraveném systému nelze tedy CCD kameru zaost it (p estofle její mechanická hloubka i vzdálenost detektoru od ela kamery jsou ve srovnání s p vodními detek ními p ístroji jiné).

Proto jsme p istoupili k vým n posledního projek ního optického segmentu, který díky del-í ohniskové vzdálenosti zaost ení upraveného systému dovolil. Navíc jeho kvalita by m la být výrazn lep-í neff v p ípadn p vodního lenu a m lo by tak dojít i ke zlep-ení vlastností obrazu.

4. PRVNÍ EXPERIMENTY

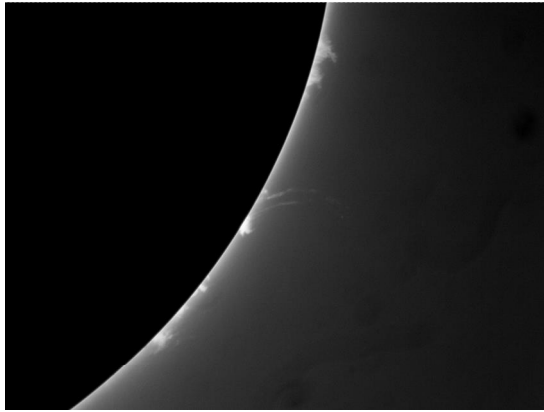
Na ja e roku 2016 jsme provedli první pozorování pomocí upraveného koronografu, která p inesla ádu d leffitých informací o kondici celého systému. Ukázalo se, fle p vodní v podstat otev ená konstrukce je nevhodná pro pouffití s CCD technikou. Na jednotlivých plochách se usazují prachové ástice, které pozorování znehodnocují. P ístup k jednotlivým len m je velmi -patný, takfle plochy se velmi -patn ístí.

Rovn fl zp sob adjustace systému (volba oblasti zájmu pomocí mechanických ustanovek pohybujících detek ní m za ízením v ohniskové rovin), který p vodnímu vyuffití ve spojení s kinofilmem vyhovoval, je na men-ím ipu zvolené kamery pouffitelný jen obtífln . Mechanická ást za ízení si tak vyfládá dal-í úpravu.



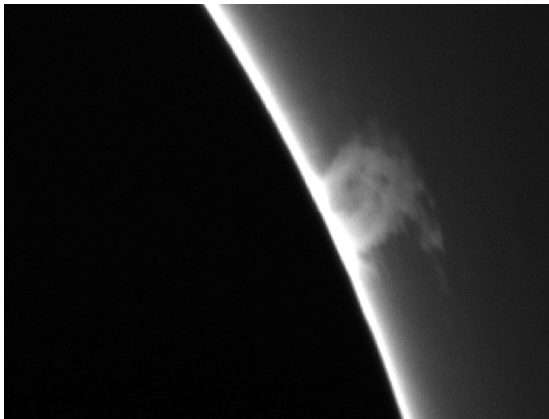
Obr. . 5: Jeden z prvních záb r dokumentující možnosti ale i problémy koronografu.

Dále jsme provedli ádu srovnávacích test , jejichff cílem bylo zjistit, jestli nelze koronograf nahradit fotografováním protuberancí pomocí detailního chromosférického dalekohledu (tento zp sob pozorování zajímavých protuberancí se pouffíval n kolik let, v dob kdy byl koronograf nefunk ní [5]).



Obr. . 6: Záb r eruptivní protuberance z 5. dubna 2016.

Ukázalo se, že v případě malých protuberancí je přínos koronografu (v kombinaci se stávajícími problémy systému) minimální. Jeho výhody se uplatní teprve v okamžiku, kdy se jedná o pozorování rozsáhlých struktur značné výšky. V takovém případě již (za srovnatelných podmínek v atmosféře) převažují výhody zastínění disku.



Obr. . 7a a 7b: Klidná protuberance ze 14. června 2016. Záb r naho e byl pořízen pomocí koronografu. Záb r dole pomocí dalekohledu pro detailní snímkování chromosféry (s odstupem asi 30 minut). Snímky byly rozměrově upraveny tak, aby pokrývaly stejné zorné pole. Koronograf

poskytuje mnohem lepší odstup signálu od disku ve slabých partiích protuberance.

5. ZÁVĚR

Rekonstruovaný systém koronografu se ukázal jako použitelný pro účely odborné i vzdělávací. Vyžaduje však další zásahy zvláště do mechanické konstrukce, které by jeho využití ve spojení s CCD kamerami usnadnily. Použití přístroje je účelné pro rozsáhlé (vysoké) aktivní nebo eruptivní protuberance, kde je možno jeho vlastnosti nejlépe využít.

LITERATURA A ODKAZY

Nová generace systému pro pozorování projevů sluneční aktivity na Hvězdná Valašské Meziříčí; Srba, J. a kol.; Zborník referátov z 22. celoštátneho slnečného seminára; on-line: <http://www.suh.sk/obs/slsem/22css/37w.pdf>
 Pointa a zobrazovací CCD kamery typu G0 a G1; Moravské přístroje a. s.; on-line: <http://www.gxccd.com/art?id=328&lang=405>
 LUNT solar systems; on-line: <https://luntsolarsystems.com/>
 Starlight Instruments; on-line: <http://www.starlightinstruments.com/>
 Pozorování aktivních protuberancí a filamentů v á e H a jejich zpracování; Lenka, L. a kol.; Zborník referátov z 22. Celoštátneho slnečného seminára; on-line: <http://www.suh.sk/obs/slsem/22css/39w.pdf>