

Horizontálny slnečný ďalekohľad so spektrografom (HSĎS) v Hurbanove

M. Lorenc, Hurbanovo

Abstrakt

Koncom 70. rokov sa rozhodli československí astronómovia vybudovať sieť profesionálnych prístrojov na spektrálne pozorovanie Slnka. Dva prístroje mali byť umiestnené na Slovensku. Tak sa stalo, že v r. 1983 bol v Hurbanove uvedený do prevádzky HSĎS. V príspevku sú uvedené informácie o stavbe tohto zariadenia, jeho optických parametroch a základných pozorovaniach na HSĎS.

HSĎS bol vyrobený a dodaný firmou Carl Zeiss Jena (pôvodný názov Horizontale Sonnenforschungsanlage - HSFA) podľa návrhu, ktorý vypracovali odborní pracovníci AÚ ČAV Ondřejov spolu s odbornými pracovníkmi dodávateľa prístroja. Elektrické a ovládacie vybavenie prístroja dodala firma Vilati Budapešť. Stavbu budovy a veže dodal OSP Komárno.

Bolo rozhodnuté, že neďaleko existujúceho malého „historického“ spektroheliostatu bude v areáli SÚAA v Hurbanove postavený oveľa väčší pavilón slnečného horizontálneho spektrografu. Nakoľko sa predpokladalo, že pavilón nebude slúžiť iba na pozorovanie, ale bude poskytovať plnohodnotné celodenné pracovné a sociálne podmienky pre odborných pracovníkov a štážistov, bolo rozhodnuté zveriť návrh budovy a vybavenia tímu architektov.



Obr. 1 Otvorená veža Jenschovej heliostatu s pozorovateľmi, od nej napravo budova HSĎS s otvoreným vstupom pre slnečné lúče a vzadu úplne vpravo pavilón historického spektroheliostatu

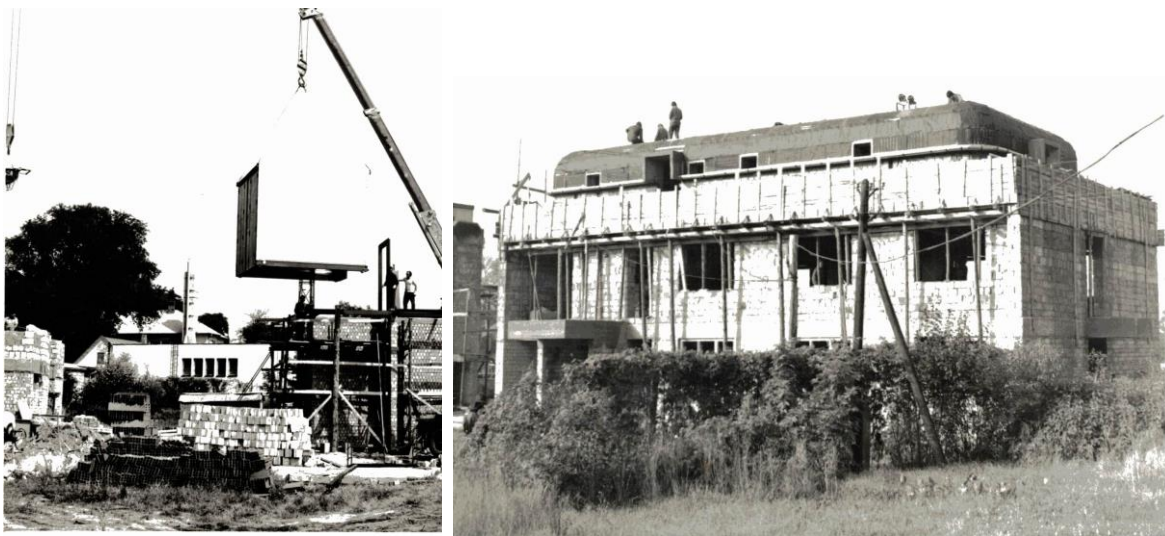
Títo naprojektovali dvojposchodovú budovu, nakoľko bolo treba, aby heliostat bol vo výške min. 5 m. Zvyšná časť astronomického zariadenia (hlavné zrkadlo horizontálneho slnečného

d'alekohľadu, elektrické napájanie a ovládanie celého prístroja, stanovište pozorovateľa a veľký mriežkový spektrograf typu Czerny – Turner) bolo umiestnené na druhom poschodí pod strechou budovy pavilónu. Paralelne so spektrografom je miestnosť, kde sú umiestnené vyhodnocovacie prístroje napr. TV Abbe komparátor, atď'.

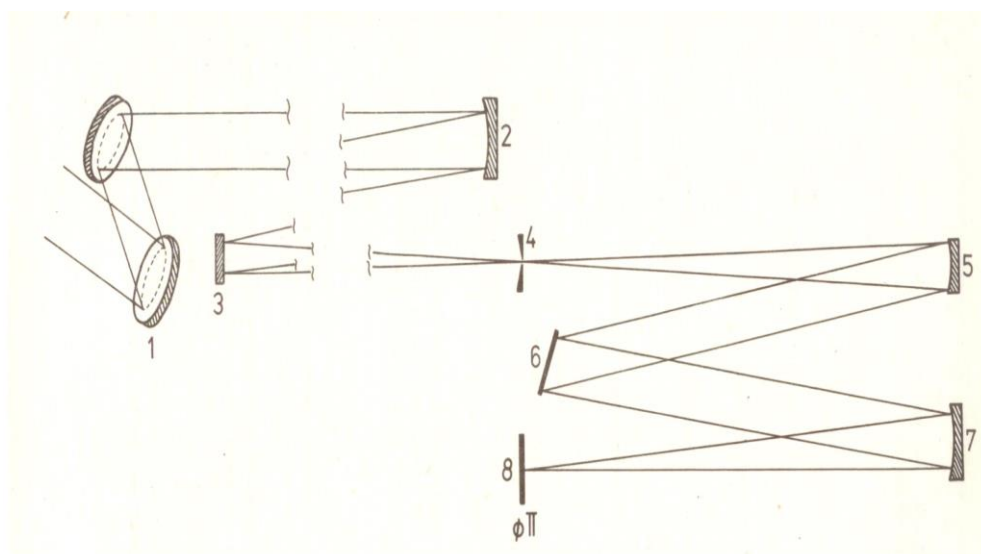
Na prvom poschodí sú pracovne odborných a vedeckých pracovníkov a fotokomora. Na prízemí sú inšpekčné izby hostí, prednášková miestnosť a sociálne zariadenia.

Stavebné práce začali v r.1980. Bolo potrebné pod pilier coelostatu nabiť do zeme dlhé piloty kvôli jeho stabilite. Ostatné optické časti (hlavné zrkadlo, optické lavice s mriežkou, kolimačné a kamerové zrkadlá) sú osadené na samostatných betónových stĺpoch ukotvených v zemi a mechanicky oddelených od budovy. HSĎS bol uvedený do prevádzky koncom r. 1982.

Prvé fotografovanie slnečných spektier bolo urobené pracovníkmi HSĎS vo februári 1983.



Obr. 2 Ukážky zo stavby veže coelostatu a zastrešovania budovy spektrografu



Obr. 3 Schéma chodu slnečných lúčov od ich dopadu od Slnka na deklinačné zrkadlo (1) a hodinové zrkadlo coelostatu, odtiaľ na hlavné a pomocné zrkadlo zrkadlo horizontálneho slnečného ďalekohľadu (2) a (3). Cez vstupnú štrbinu spektrografu (4) dopadajú slnečné lúče na kolimačné zrkadlo (5) od neho na difrakčnú mriežku (6), ktorá svetlo rozkladá na spektrum, ktoré kamerové zrkadlo (7) zobrazuje na výstup spektrografu (8).

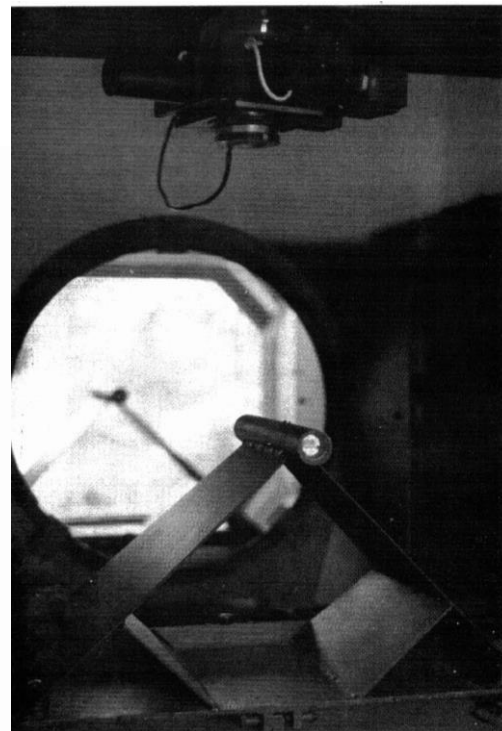
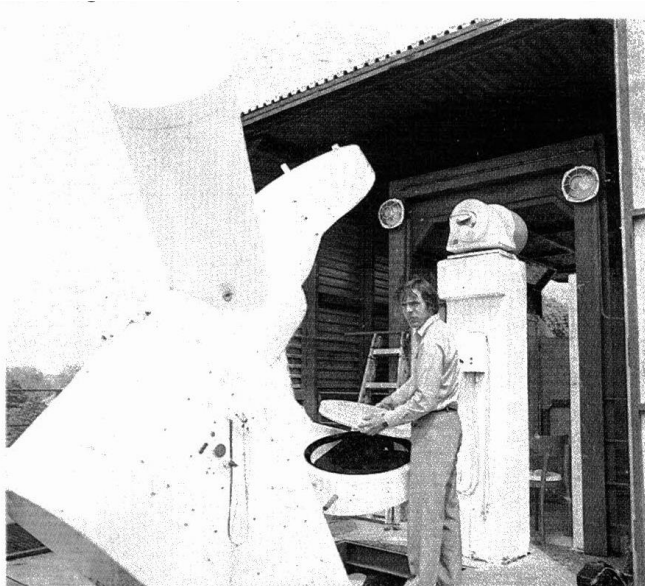
Coelostat je umiestnený na veži s odsuvnou strechou na pozorovacej plošine vo výške cca 5 m nad zemským povrchom.

Pôvodne mala byť optická cesta medzi vežou coelostatu a hlavným zrkadlom v budove krytá tubusom, ale ukázalo sa, že toto riešenie je nevhodné. Turbulencia vzduchu vznikajúca v tubuse veľmi znehodnocovala kvalitu obrazu v primárnom ohnisku hlavného zrkadla slnečného ďalekohľadu na vstupnej štrbine spektrografu.

Vo veži pod coelostatom je umiestnené olejové hospodárstvo s čerpadlom, ktoré dodáva dostatok tlakového oleja do ložísk, na ktorých sa rovnomerne pohybujú otáčavé časti coelostatu so zrkadlami. Hydraulický systém vyžaduje prevádzkovú teplotu ovzdušia min + 5°C. Nakoľko slnečný ďalekohľad je fixný, pohyby obrazu Slnka na štrbine sa vykonávajú pohybom zrkadiel coelostatu, ktoré sa obidve nachádzajú na spoločnej montáži coelostatu.

Chod svetelných lúčov v celom zariadení (okrem coelostatu) je horizontálny. Veža coelostatu s budovou pavilónu je postavená v geografickom smere juh – sever.

Za vhodných poveternostných podmienok na pozorovanie Slnka pozorovateľ ručne nastaví zrkadlá coelostatu (rovinné pohlinikované zrkadlá o priemere 60 cm) tak, aby bolo osvetlené slnečným svetlom hlavné zrkadlo slnečného ďalekohľadu (priemer 50 cm, ohnisková vzdialenosť cca 35 m), aby videl disk Slnka na štrbine spektrografu a zapne hodinový stroj. Coelostat sa začne plynule otáčať za Slnkom. Pomocné rovinné zrkadlo ďalekohľadu je umiestnené na veži severne od coelostatu a vlastne premieta obraz slnka vytvorený hlavným zrkadlom naspäť do pozorovacej miestnosti na bielu clonu, v ktorej je výrez pre vstupnú štrbinu spektrografu.



Obr. 4 Pozorovateľ odkrýva deklinačné zrkadlo coelostatu. Za ním na pilieri je rovinné pomocné zrkadlo o priemere 32 cm, ktoré vracia obraz Slnka na štrbinu spektrografu. Vpravo je obrázok hlavného zrkadla HSĎS.

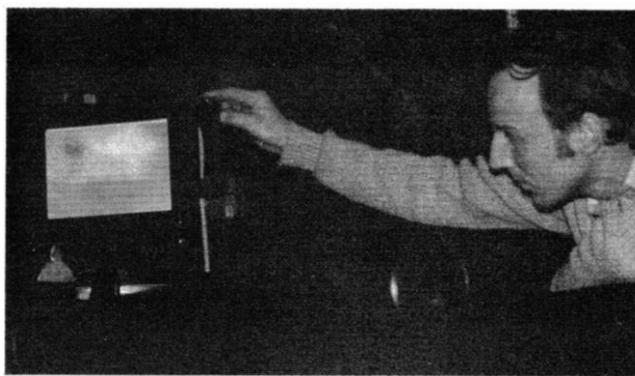
Keďže disk zobrazeného slnka na štrbine má priemer asi 33 cm, potom 1 mm v strede disku zodpovedá asi 4300 km na povrchu Slnka.

Šírku vstupnej štrbiny, ktorú tvoria dva paralelné brity, možno meniť od 0 do 1 mm a výšku od 1 mm do 100 mm. Optimálna šírka štrbiny je šírka normálnej štrbiny a jej veľkosť je niekoľko desiatok mikrónov.



Obr. 5 Na obrázku vľavo vidno bielu clonu, na ktorú sa zobrazuje disk Slnka so zvislým prierezom, za ktorým sa nachádza štrbina spektrografu., pozorovateľ kontroluje vizuálne spektrum, vpravo je obrázok kamerového zrkadla, ktoré zobrazuje spektrum na výstupné zariadenie (okulár, fotografická platňa, kamera)

Zväzok slnečných lúčov, ktorý prejde cez štrbinu a otvorenú uzávierku, ktorá sa nachádza hneď za štrbinou, sa stáva rozbiehavým zväzkom a dopadá na kolimačné zrkadlo (priemer 23 cm, ohnisková vzdialenosť 9,65 m). Úlohou kolimačného zrkadla je vytvoriť z rozbiehavého zväzku po odraze zväzok rovnobežných lúčov, ktorý dopadá na reflexnú difrakčnú mriežku.



Obr. 6 Pozorovateľ pozerá odkrytú difrakčnú mriežku, rytá plocha mriežky je 206x154 mm.

Difrakčná mriežka je sklená platnička, na ktorej na reflexnej ploche je obrovské množstvo (okolo 130 000) paralelných vrypov (632 vr/mm). Difrakčná mriežka je uložená v kovovom nosiči, ktorý je pripevnený na horizontálny otáčavý stolček tak, aby vrypy na mriežke boli paralelné so vstupnou štrbinou spektrografu. Po odraze pôvodne bieleho kolimovaného zväzku svetla od mriežky vznikajú v dôsledku ohybu a interferencie farebné spojité spektrá, v ktorých možno identifikovať čierne absorbčné fotosférické čiary.

Optická mriežka neposkytuje iba jedno spektrum (ako je to pri optickom hranole) ale viacero spektier v kladných a záporných radoch difrakčnej mriežky. Čím vyšší rád spektra, tým je väčšia lineárna disperzia spektra (spektrum je „rozťahnejšie“) a spektrá sa prekrývajú. Pootočením mriežky možno nastaviť požadovaný výsek slnečného spektra (obvyčajne niekoľko nm), ktorý možno vizuálne skontrolovať v okulári. Aby sa získalo hľadané spektrum v danom ráde, treba zaradiť do cesty svetelnému zväzku vhodný širokopásmový filter. Karusel s filtermi je umiestnený na optickej lavici za štrbinou a uzávierkou. Jeho otáčaním sa

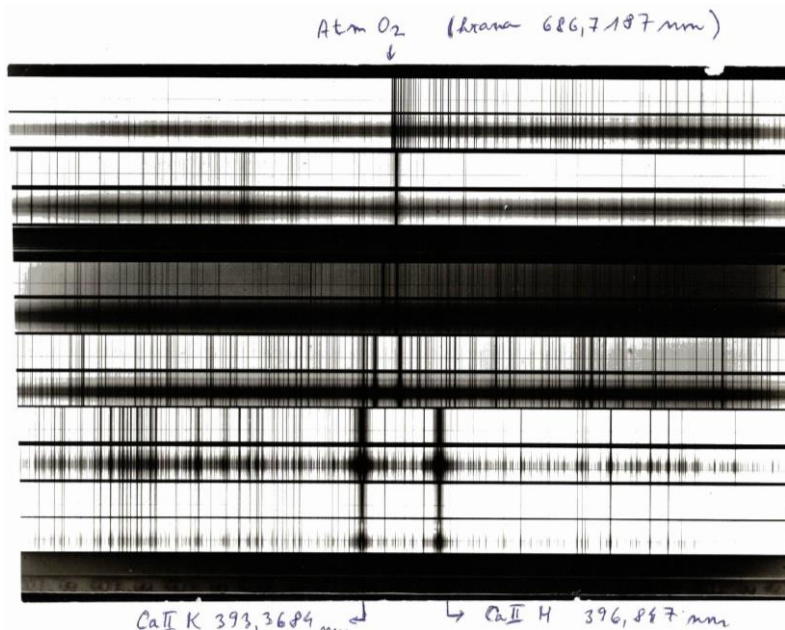
vloží do rozbiehavého slnečného zväzku potrebný filter.. Tá časť spektra, ktorá pokrýva kamerové zrkadlo (priemer 37 cm, ohnisková vzdialenosť 9,65 m) je ním zobrazaná na výstup spektrografu a možno ju pozorovať vizuálne v okulári a zaznamenať na výstupné záznamové zariadenie.

Vybrané úseky slnečných spektier sa exponovali napr. na sklenené čierno-biele fotografické platne ORWO (rozmer 8x24 cm) alebo fotografický čierno-biely film a po štandardnom spracovaní v tmavej komore sa tento negatívny fotografický materiál ďalej vyhodnocoval na TV Abbe komparátore alebo mikrodenzitometri. Získané výsledky sa publikovali v zborníkoch.

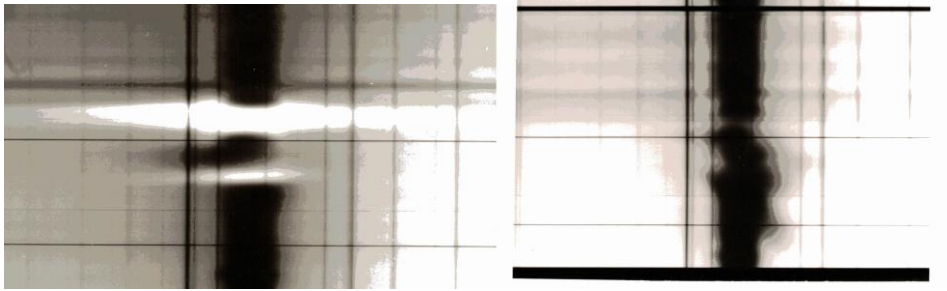


Obr.7 TV – Abbe komparátor na meranie presných polôh spektrálnych čiar

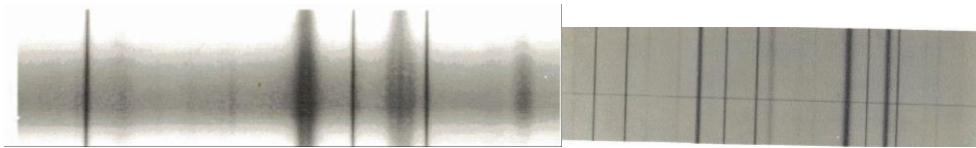
Ukážky pozitívnych kópií spektier slnečnej fotosféry z pôvodne negatívneho materiálu .



Obr. 8 Ukážka série výsekov zo slnečného spektra, ktoré boli naexponované na fotografickú platňu. Vhornej časti je červená oblasť spektra(hrana série telurických čiar O_2), v strednej časti žltá časť spektra a v dolnej časti modrá až UV časť spektra. Tmavý pás v spektre je spôsobený umbrou fotografovanej škvŕny.



Obr.9 Slnečná erupcia zo dňa 30.6. 1988 exponovaná v $H\alpha$ čiare (vľavo) a výrazné doplerovské posuny v $H\alpha$ čiare spôsobené pohybmi slnečnej hmoty v pozorovanom mieste mimo slnečnej erupcie. Vlnová dĺžka spektrálnej čiary $H\alpha = 656,2808$ nm.



Obr. 10 Rozštep spektrálnych čiar FeI 630,1516 nm a FeI 630,2504 nm v magnetickom poli slnečnej škvrny (vľavo) a to isté spektrum mimo slnečnej škvrny (vpravo). Slnečná škvrna sa javí ako široký tmavý vodorovný pás v slnečnom spektre.

So záznamami na sklenené fotografické platne ORWO sa ukončilo po r. 1990, nakoľko fotografické platne už neboli na trhu a nejaký čas sa fotografovalo na fotografické filmy. Fotografické materiály začali ustupovať z astronomickej praxe a začala sa zavádzať CCD technika.

Nastala úplná rekonštrukcia ovládania HSĎS, ktorú vykonala firma Projektsoft Hradec Králové. Pôvodná technológia od firmy Vilati Budapešt bola nahradená novou IT technikou.