

Výskum Slnka na Lomnickom štíte

Ján Rybák a pracovná skupina
Observatória Lomnický štít (LSO)
AsÚ SAV



2023/11/08



O čom?

- LSO – zvláštna hvezdáreň
- Skúmanie Slnka – prečo?
- Prečo na Lomnickom štíte?
- Prístroje LSO: koronografy a CoMP-S + (SLED)
- Iné vybavenie LSO
- Prevádzka LSO
- Dni na LSO
- Naše pozorovania a výsledky
- Plány do budúcnosti
- LSO pre Vás

LSO – zvláštna hvezdáreň

- nevedie tam cesta pre autá
- doprava len lanovkou (ak premáva)
- TMR sa nám stará o reklamu (“Aspoň raz za život...”)

-

-

-

-

LSO – zvláštna hvezdáreň

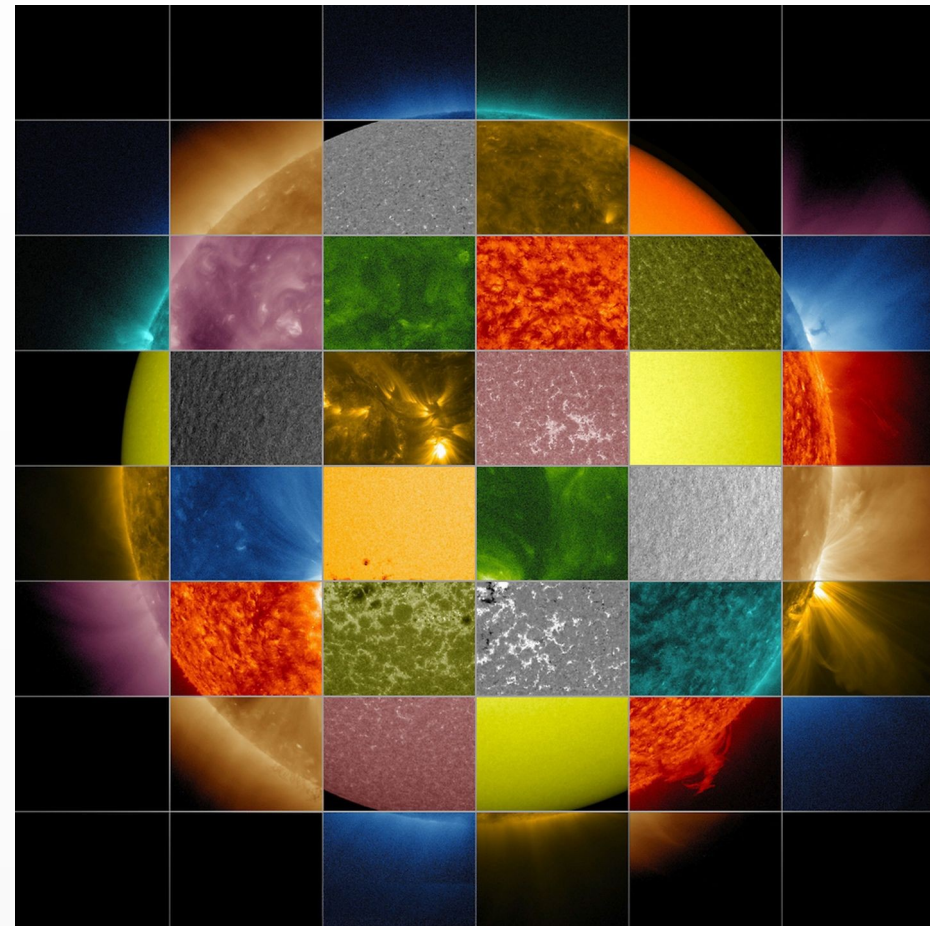
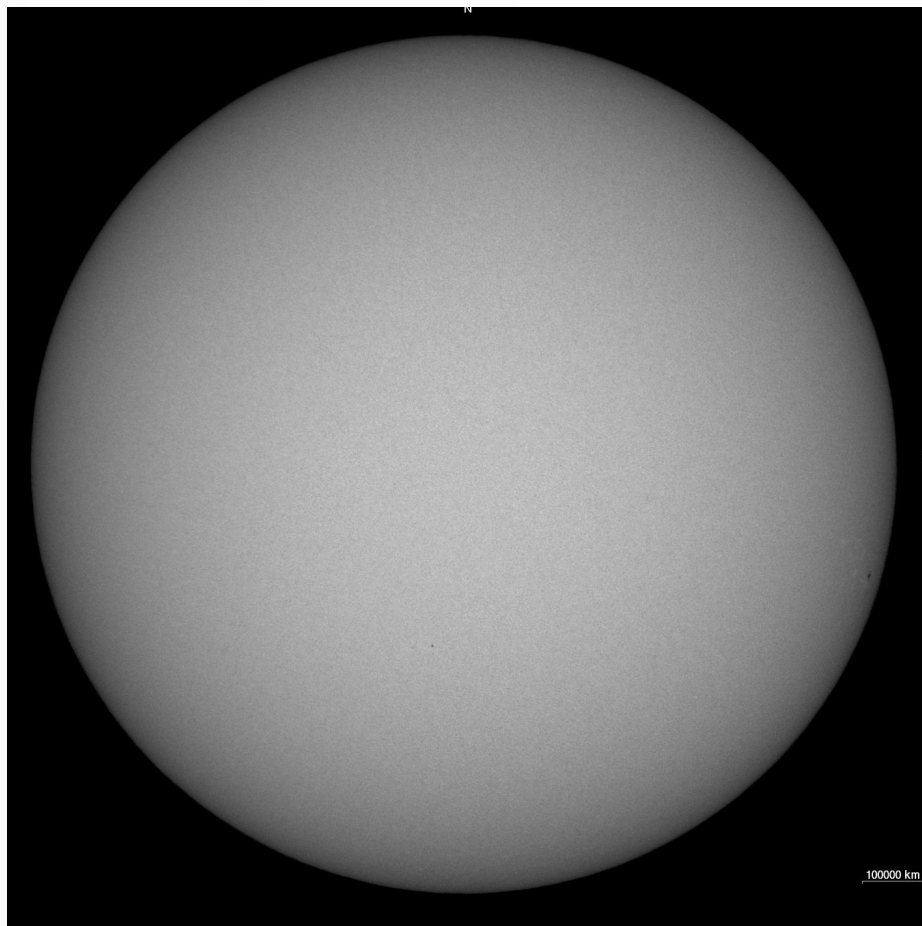
- nevedie tam cesta pre autá
- doprava len lanovkou (ak premáva)
- TMR sa nám stará o reklamu (“Aspoň raz za život...”)
- v noci sa tam spí
- počas dňa pozorujeme hviezdu...
- nepozoruje sa žltý jasný kotúč ale hmotu nad jeho okrajom
- na svete sú celkovo len 3 takto zamerané hvezdárne

Výskum Slnka – prečo?

- Slnko? Ved' sú dnes iné astronomické hity (exoplanéty, ...)
- Slnko však nie je nemenný žltý jasný kotúč na oblohe

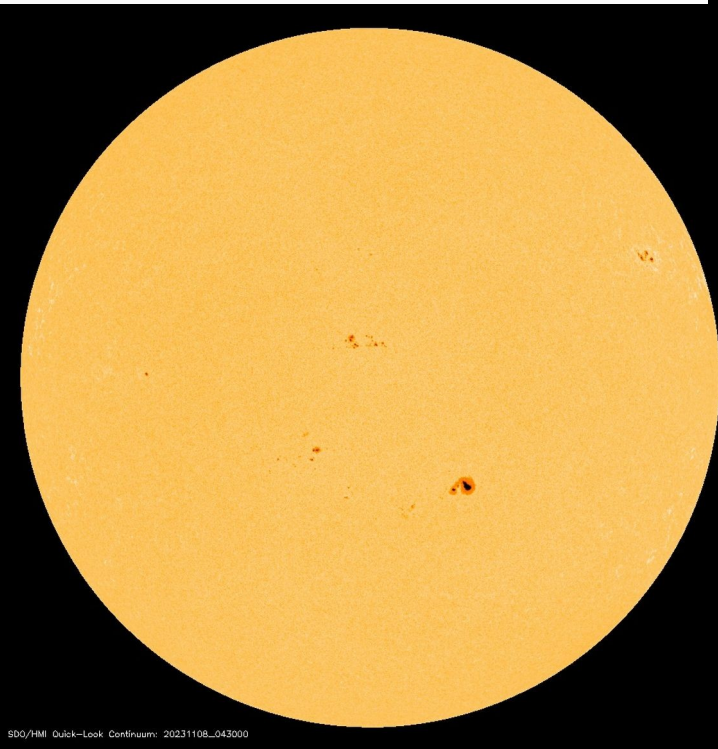
Výskum Slnka – prečo?

- Slnko? Ved' sú dnes iné astronomické hity (exoplanéty, ...)
- Slnko však nie je nemenný žltý kotúč na oblohe

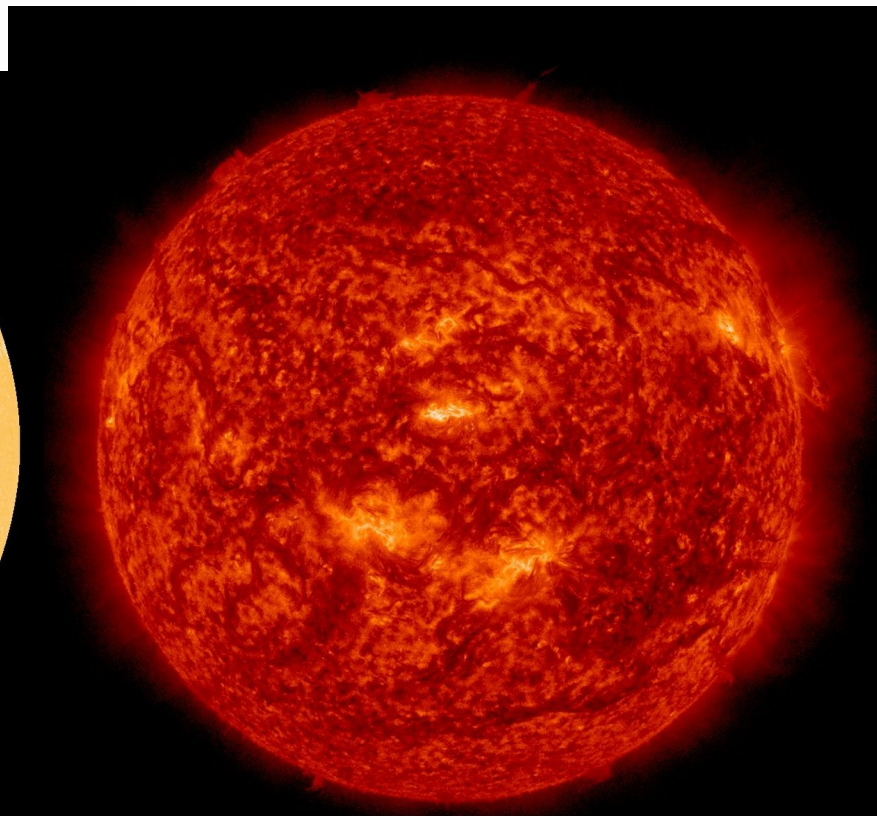


Výskum Slnka – prečo?

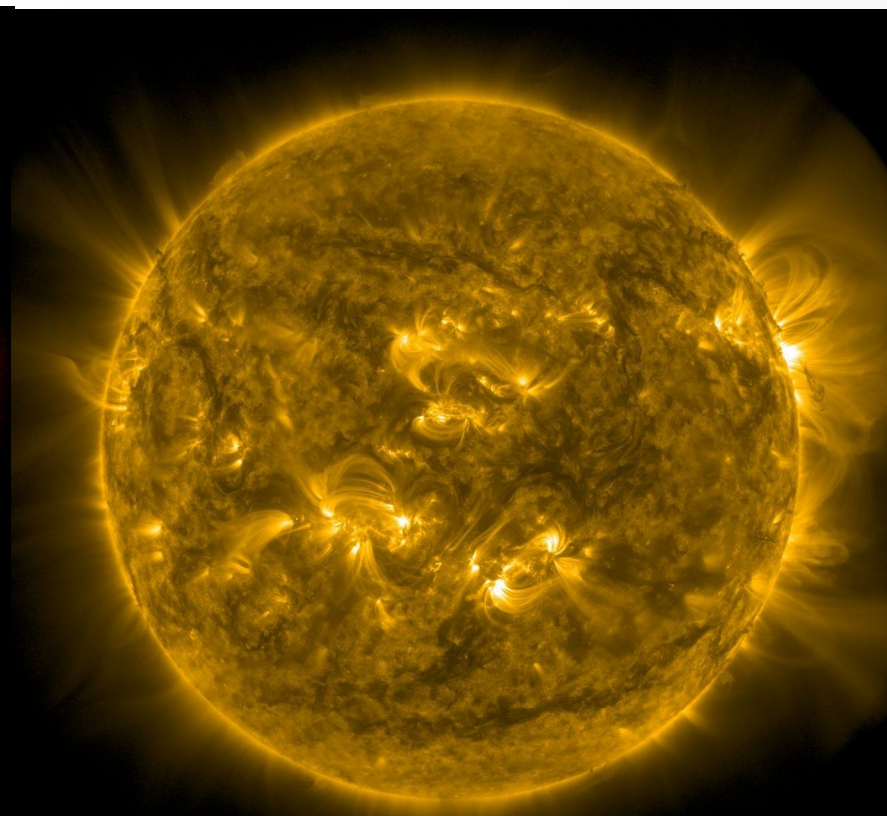
- Slnko? Ved' sú dnes iné astronomické hity (exoplanéty, ...)
- Slnko však nie je nemenný žltý kotúč na oblohe - 2023/11/08



SDO/HMI Quick-Look Continuum: 20231108_043000



SDO/AIA 304 2023-11-08 06:49:18 UT



SDO/AIA 171 2023-11-08 06:46:22 UT

Výskum Slnka – prečo?

- Nevieme o ňom dosť a chceme o ňom vedieť viac! Prečo?

-

-

-

-

-

-

-

-

Výskum Slnka – prečo?

- Nevieme o ňom dosť a chceme o ňom vedieť viac! Prečo?
- Chceli by sme vedieť:
 - ako to na ňom, v ňom a **nad ním** funguje
 - **prečo** to tak funguje
 - čo všetko to spôsobuje (a čo zas nespôsobuje)
 - aké bude Slnko o hodinu, zajtra, o rok, o 1000 či milión rokov?
- -
 -

Výskum Slnka – prečo?

- Nevieme o ňom dosť a chceme o ňom vedieť viac! Prečo?
- Chceli by sme vedieť:
 - ako to na ňom, v ňom a **nad ním** funguje
 - **prečo** to tak funguje
 - čo všetko to spôsobuje (a čo zas nespôsobuje)
 - aké bude Slnko o hodinu, zajtra, o rok, o 1000 či milión rokov?
- Prečo to má zmysel robiť?
 - “Akademický” a “aplikovaný” výskum
 - Astronómia a astrofyzika? To že sú vraj vedy z ktorých je nejaký praktický úžitok?

Prečo na Lomnickom štíte?

- Výskum “čohosi” nad Slnkom? Úplne zatmenia Slnka: len “ojedinele”, “vždy” na inom (vzdialenom) mieste, len na krátko, ...



- Každý deň z našej hviezdárne? Prečo to nejde? Ako na to?

Prečo na Lomnickom štíte?

- Stará vec: mnohí a už dávno (i M.R. Štefánik na vrchole Mont Blanc): je potrebné vystúpať s ďalekohľadom na vysoký kopec...



Prečo na Lomnickom štíte?

- Stará vec: mnohí a už dávno (i M.R. Štefánik na vrchole Mont Blanc): je potrebné vystúpať s ďalekohľadom na vysoký kopec...
- Ako to pomáha pozorovaniam Slnka? Molekuly, ktoré sú vo “vzduchu” (N_2 , O_2 , ...) - zapríčiňujú to, že svetlo “prichádza” z iného smeru ako by malo → obloha a aureola okolo Slnka
- Ak je na LSO úplne jasná obloha, tak nad okrajom slnečného kotúča je obloha tmavšia, je “tmavomodrejšia”

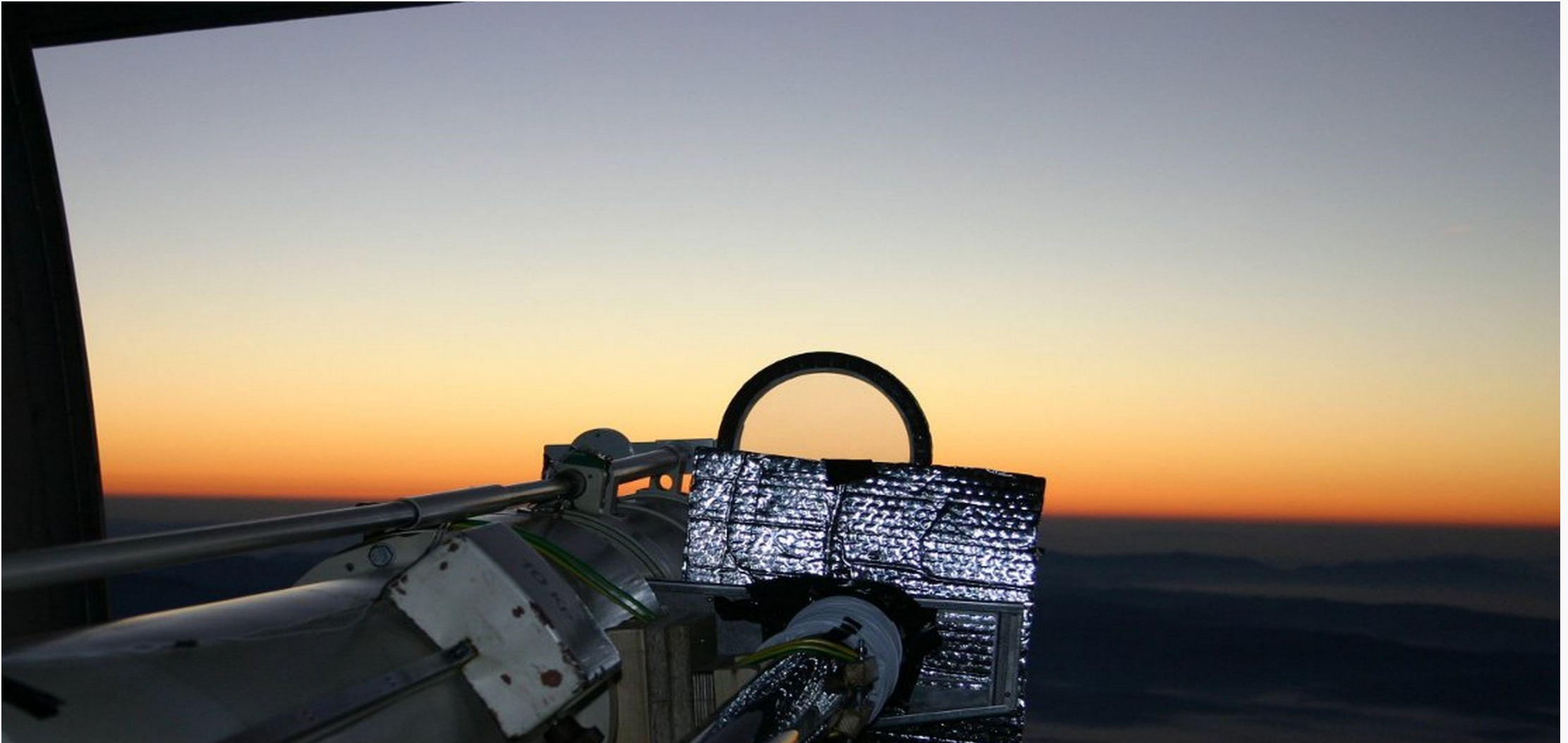


Prečo na Lomnickom štíte?

- Stará vec: mnohí a už dávno (i M.R. Štefánik na vrchole Mont Blanc): je potrebné vystúpať s ďalekohľadom na vysoký kopec...
- Ako to pomáha pozorovaniam Slnka? Molekuly, ktoré sú vo “vzduchu” (N_2 , O_2 , ...) - zapríčiňujú to, že svetlo “prichádza” z iného smeru ako by malo → obloha a aureola okolo Slnka
- Ak je na LSO úplne jasná obloha, tak nad okrajom slnečného kotúča je obloha tmavšia, je “tmavomodrejšia”
- Tlak vzduchu na LSO je len $\sim 3/4$ nominálneho tlaku vzduchu pri hladine mora

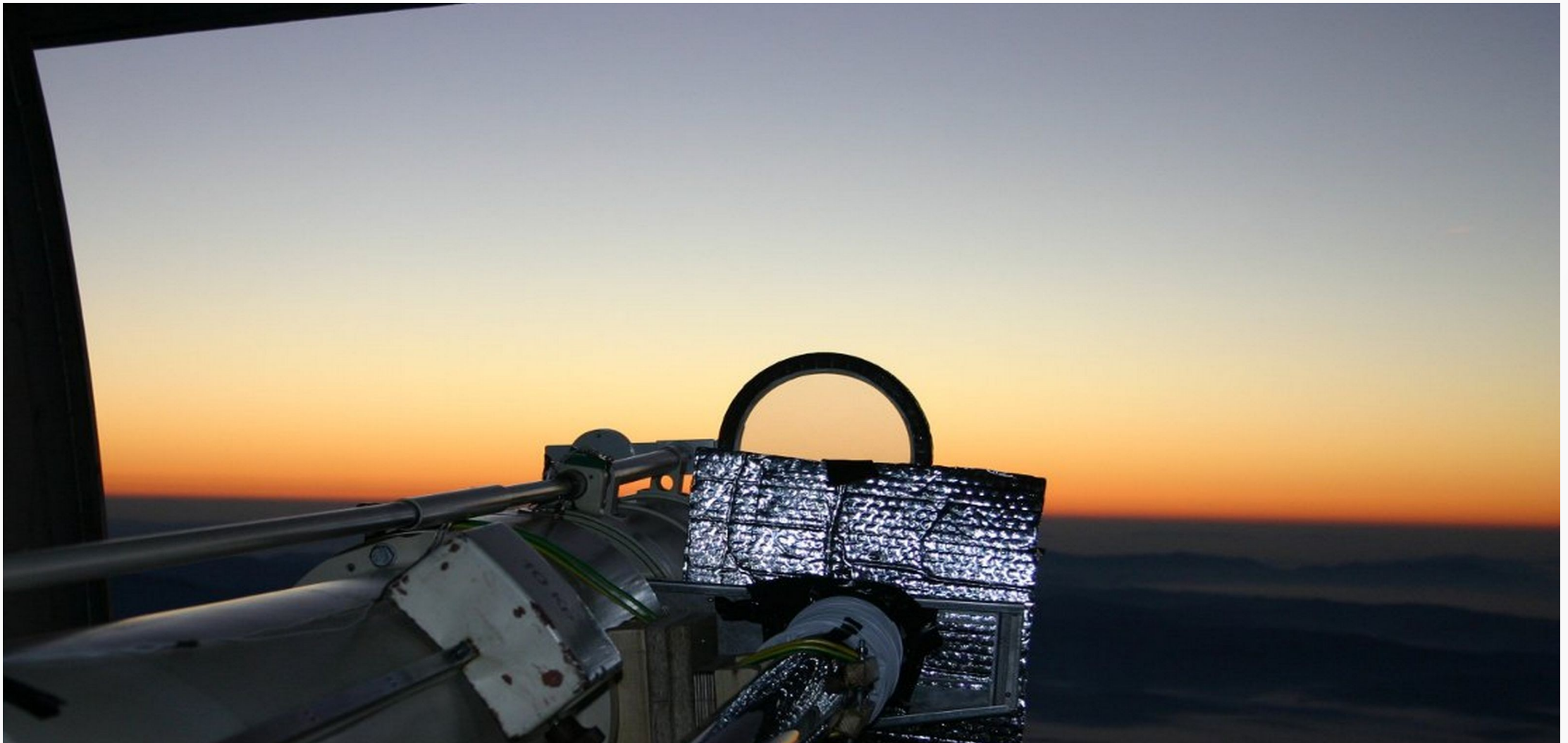


Prečo na Lomnickom štíte?



- **Nádhera!** Ale nestačí... Ako atmosféra, tak i prístroj!

Prečo na Lomnickom štíte?



- Nádhera! Ale nestačí... Ako atmosféra, tak i prístroj!

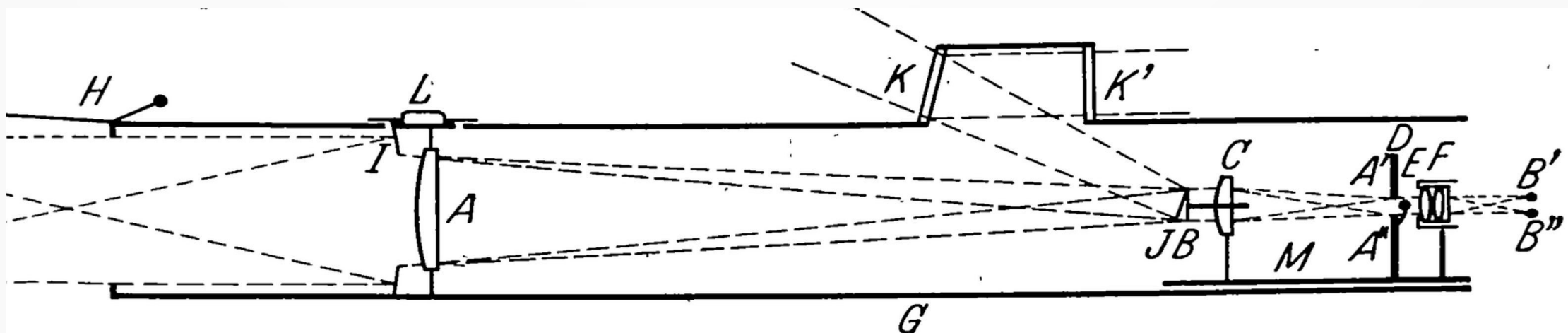
Prístroje LSO: koronografy

- Ďalekohľady LSO – koronografy podľa konceptu Bernarda Lyota
- B. Lyot – úspešný riešiteľ technického problému “ako pozorovať čosi na oblohe veľmi málo jasné hneď vedľa čohosi veľmi jasného”, 30-roky minulého storočia
- Ved’ je to jednoduché! Jednoduchá teória na všetko, zložitejšia prax, podrobnejšia teória...



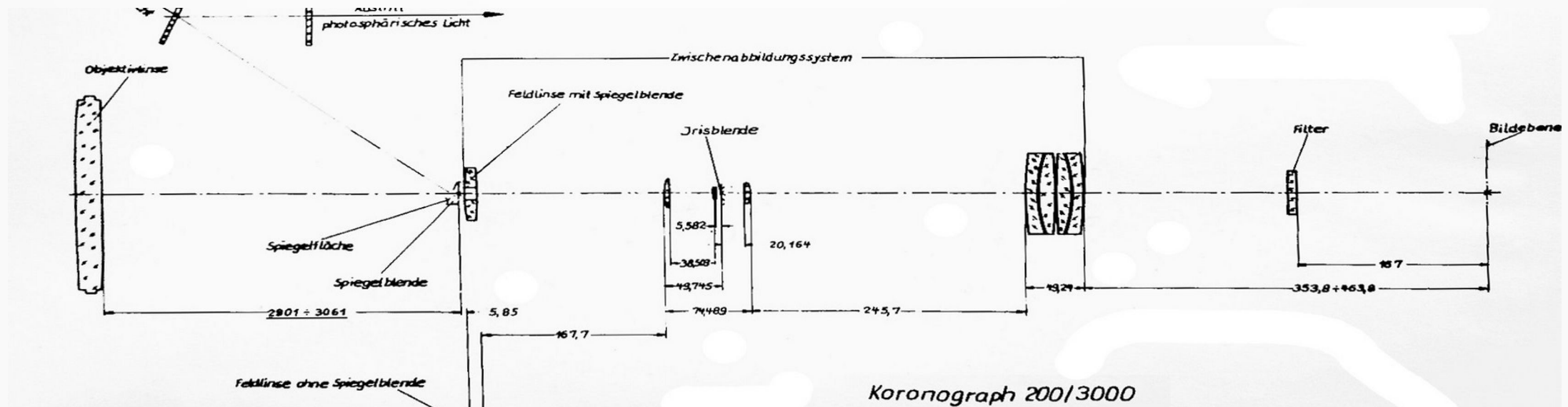
Prístroje LSO: koronografy

- Koronografy podľa konceptu B. Lyota: geniálne jednoduché nápady a praktické technické riešenia:
 - 1/ jednoduchá veľmi kvalitná šošovka - A
 - 2/ “umelý mesiačik” - B
 - 3/ Lyotova clona - D



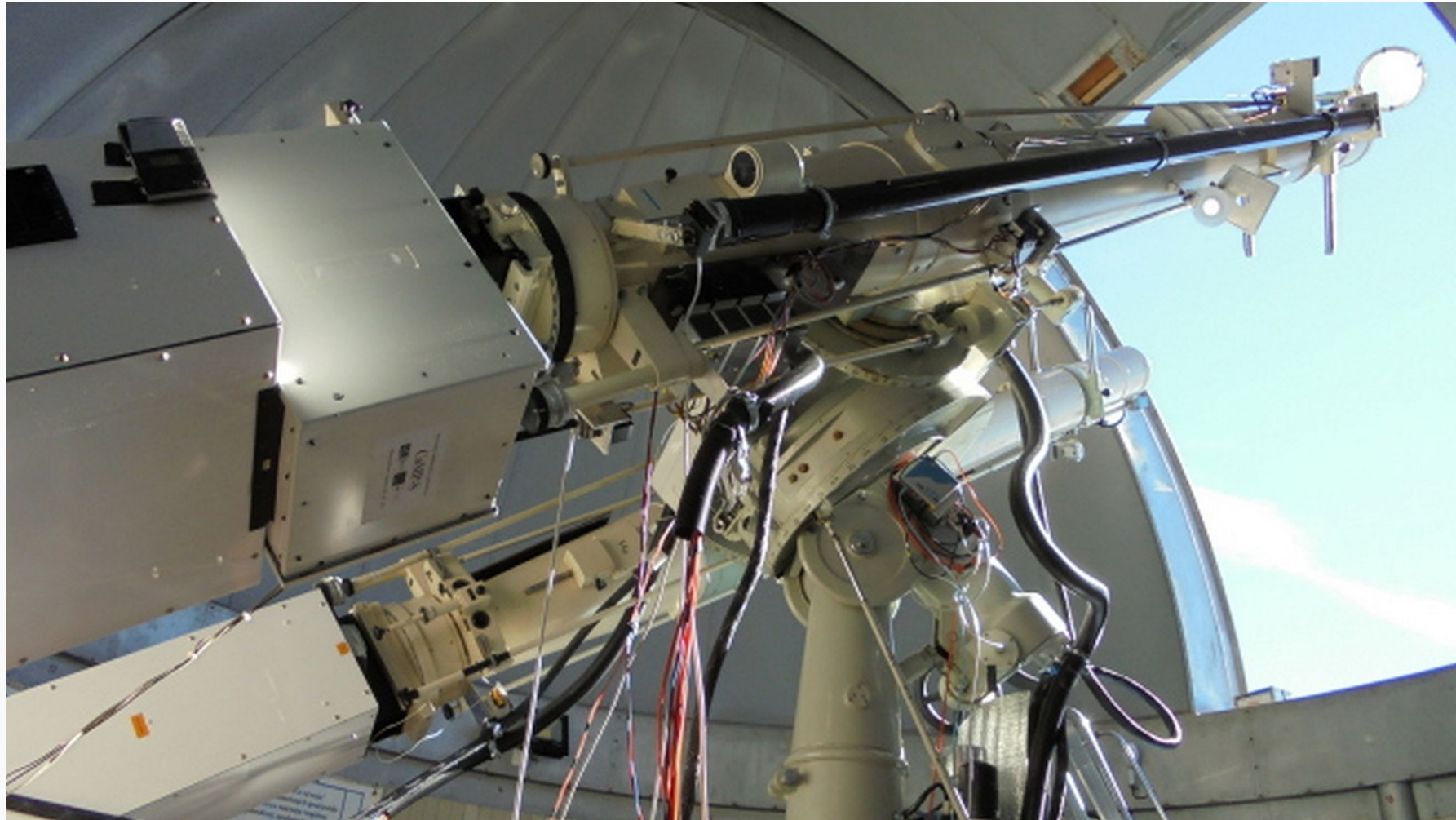
Prístroje LSO: koronografy

- Koronografy LSO: ZEISS 200/3000/4000:
 - primárny objektív: $D = 20 \text{ cm}$, $f = \sim 3 \text{ m}$
 - obraz Slnka s priemerom $\sim 30 \text{ mm}$
 - ďalšie šošovky a clony, $f_{\text{eff}} = 4 \text{ m}$
 - výsledný obraz Slnka/mesiacika s priemerom $\sim 40 \text{ mm}$



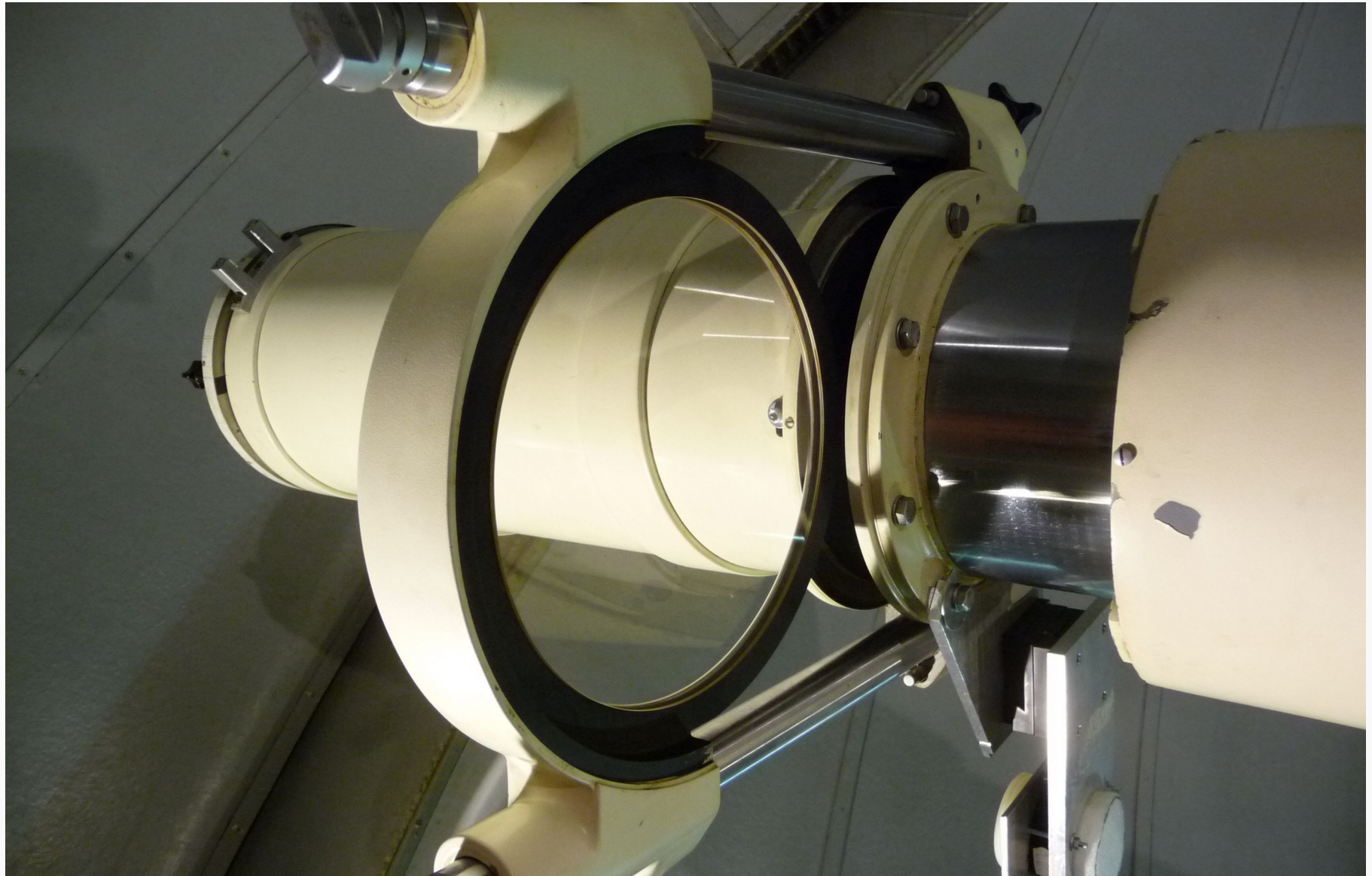
Prístroje LSO: koronografy

- Koronografy LSO: ZEISS 200/3000/4000



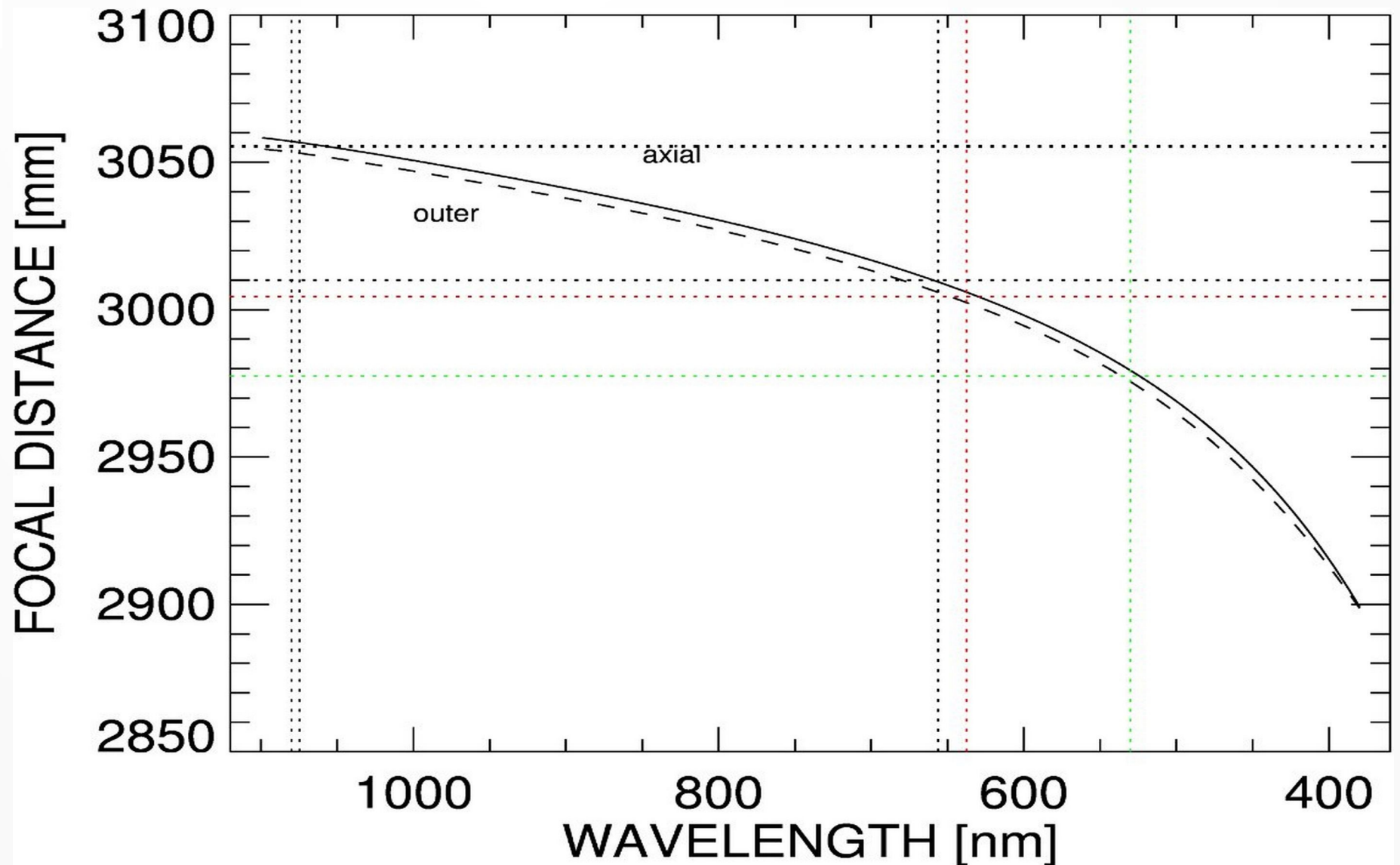
Prístroje LSO: koronografy

- Objektív:



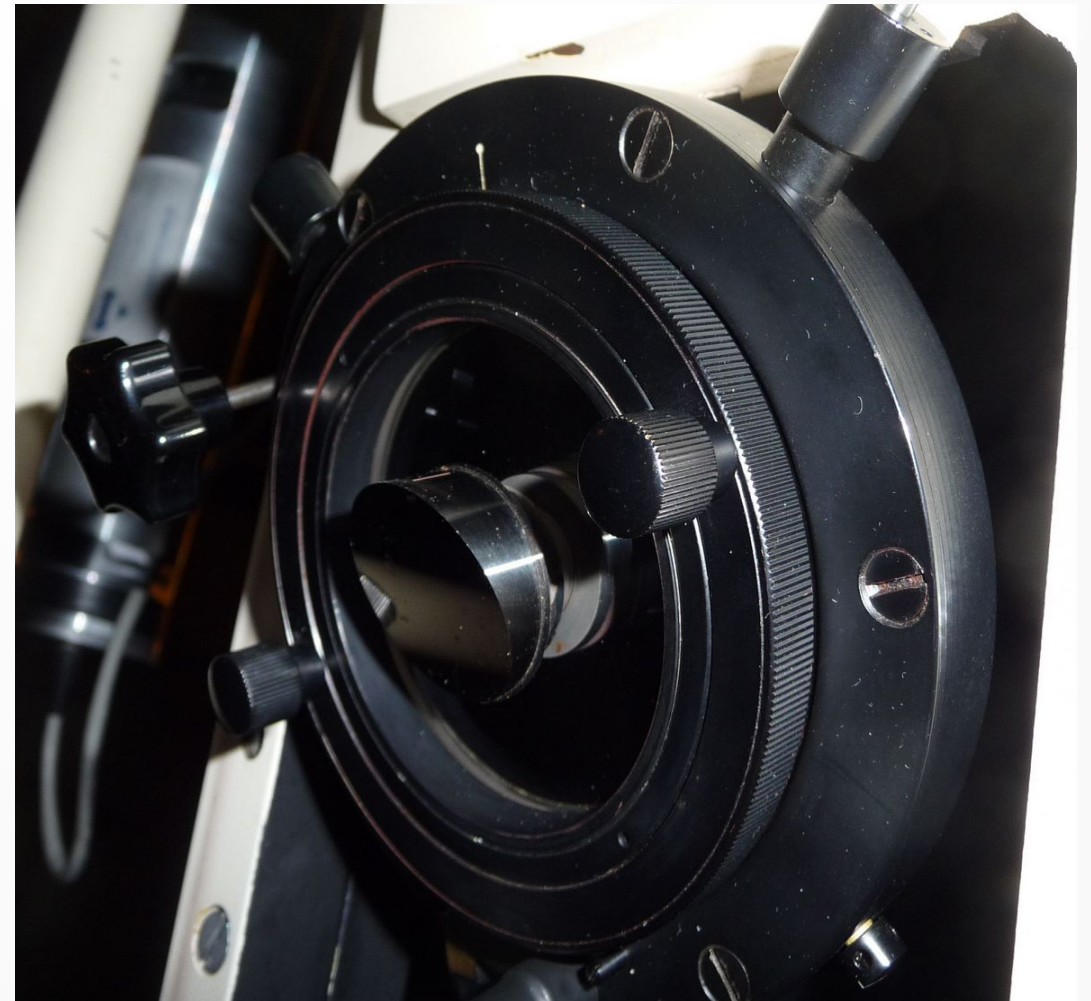
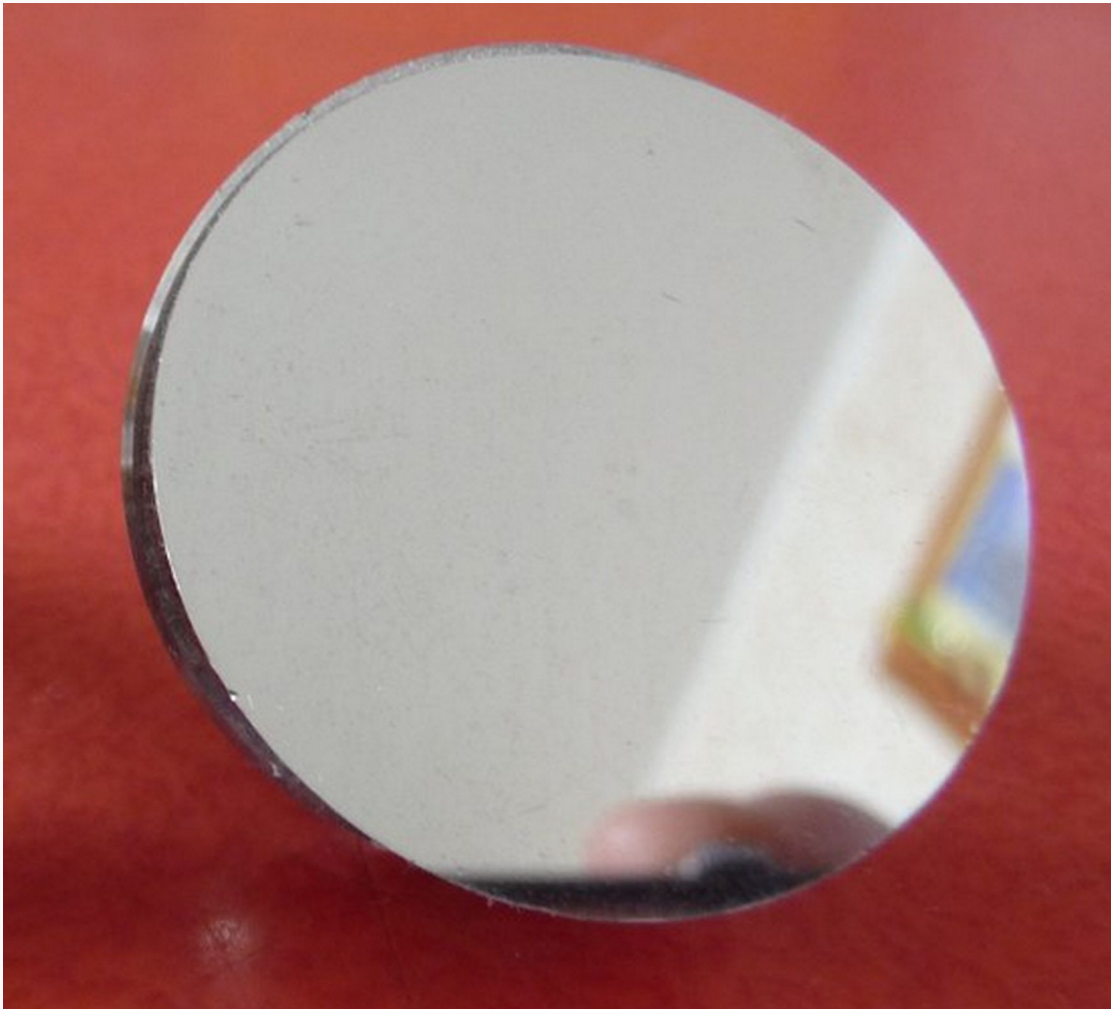
Prístroje LSO: koronografy

- Objektív:



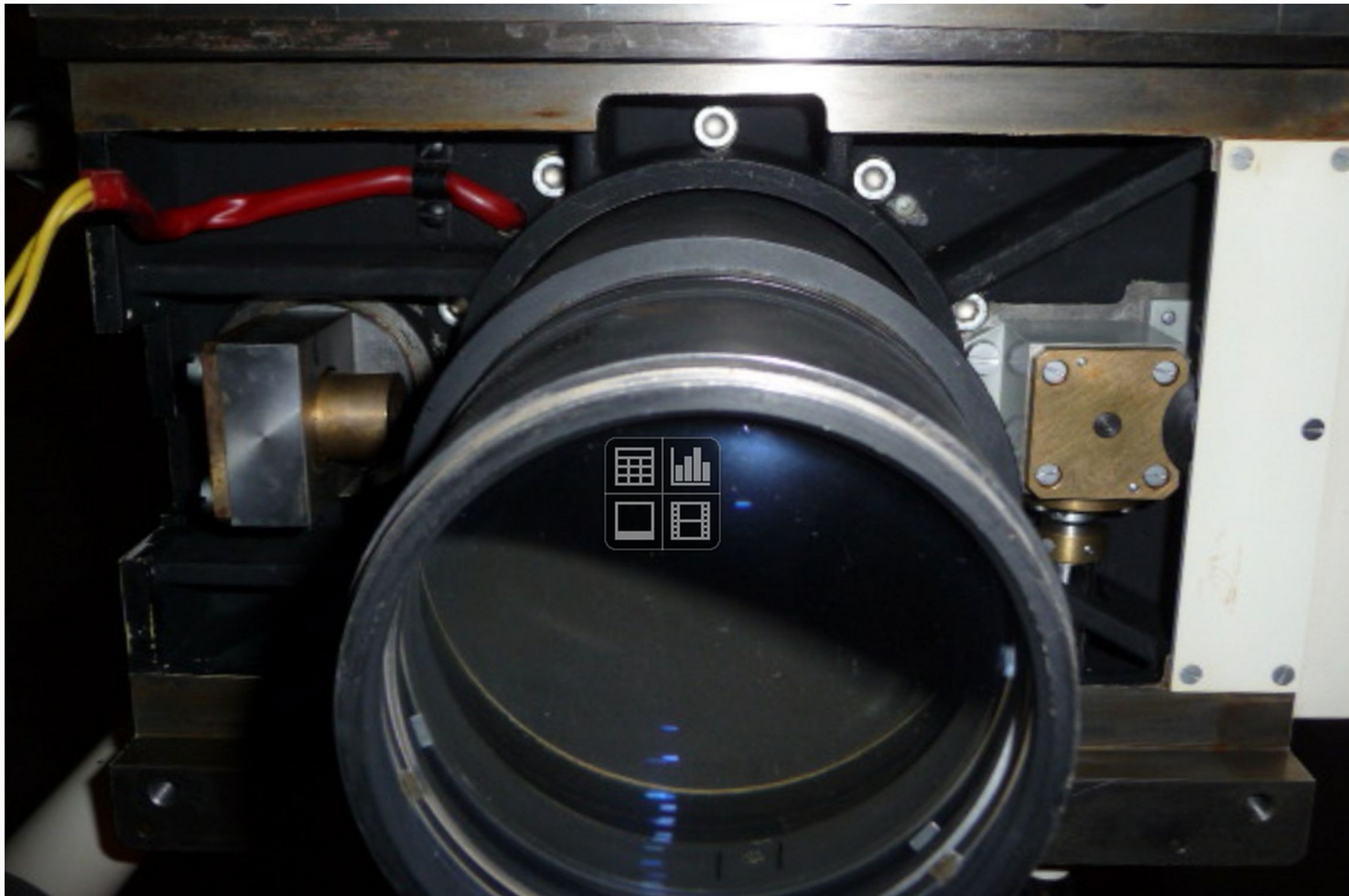
Prístroje LSO: koronografy

- “Umelý mesiačik”:



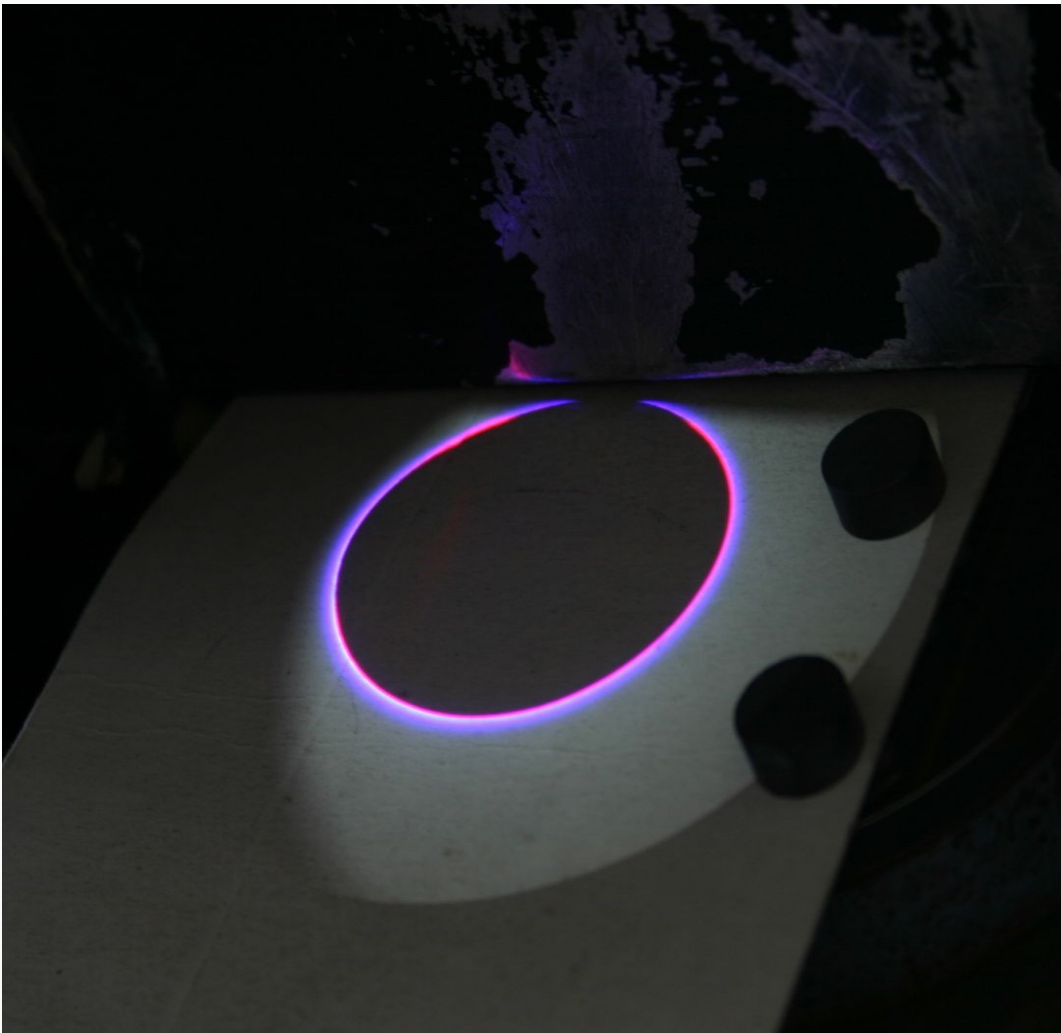
Prístroje LSO: koronografy

- Sekundárny objektív:



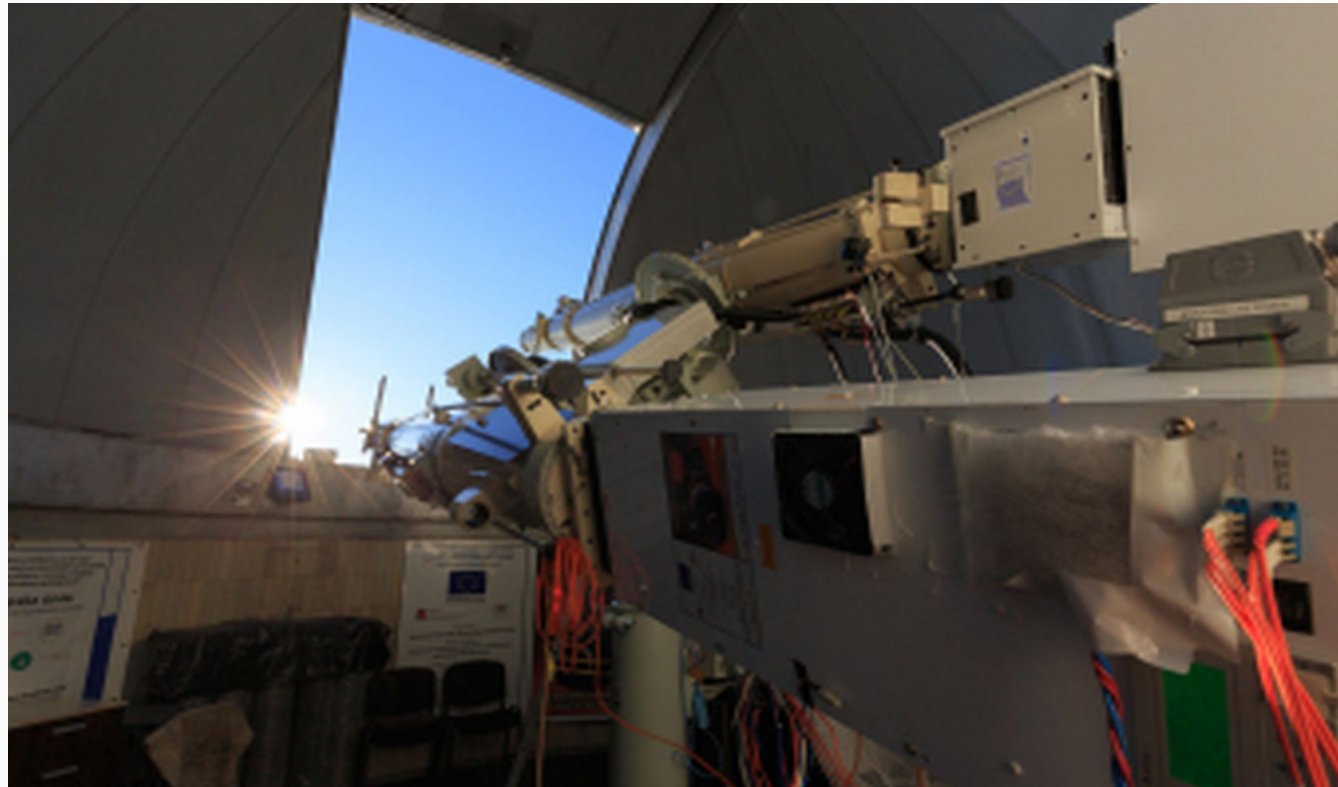
Prístroje LSO: koronografy

- Obraz Slnka a tieň umelého mesiáčka: naše oči nevidia...



Prístroje LSO: spektrometre

- Spektrometre: filtre, spektrograf, ..., CoMP-S a SCD,...
 - CoMP-S: Koronálny mnohokanálový polarimeter pre SK
 - SCD: Slniečny chromosférický detektor

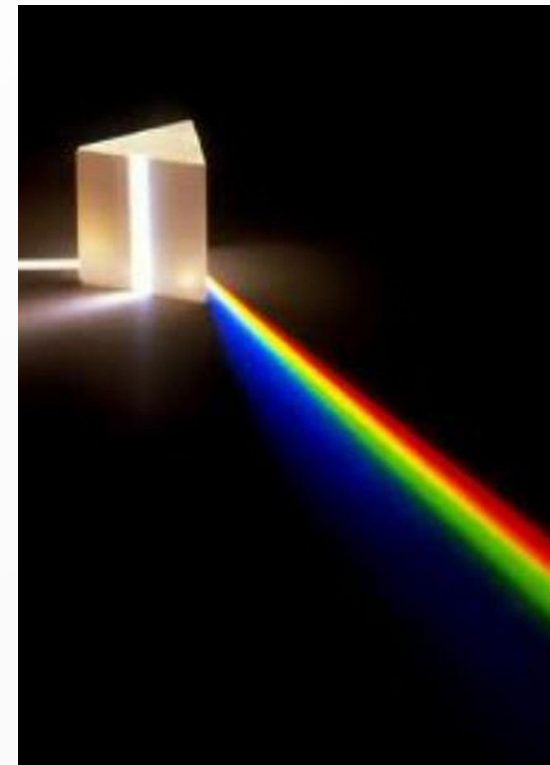
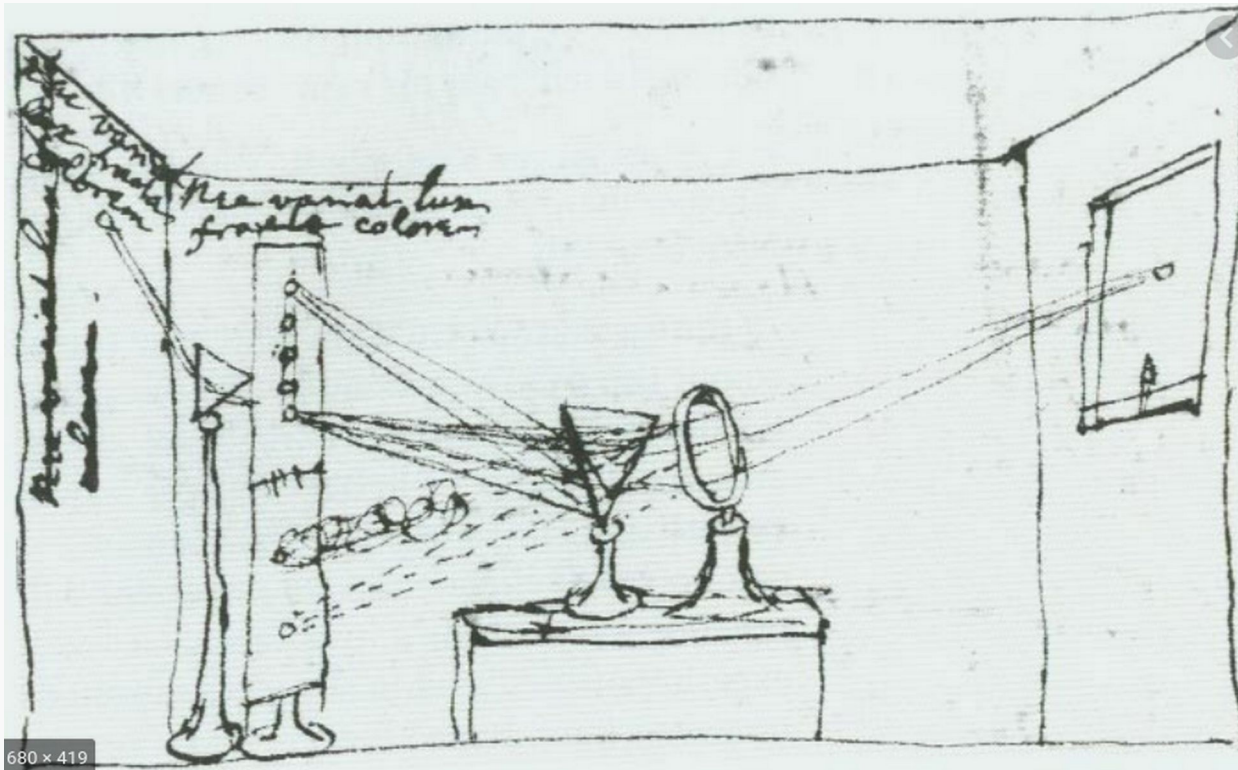


Prístroje LSO: spektrometre

- Spektrometre: ako nielen vidieť objekt, ale i zaznamenať elektromagnetické spektrum, ktoré objekt vyžaruje, a z tohto spektra zistiť fyzikálne informácie o objekte

Prístroje LSO: spektrometre

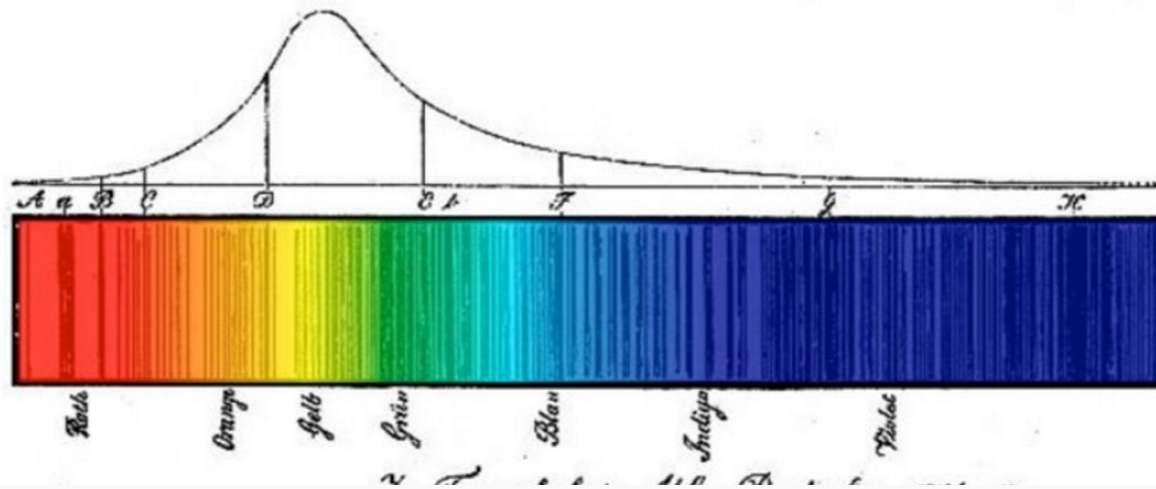
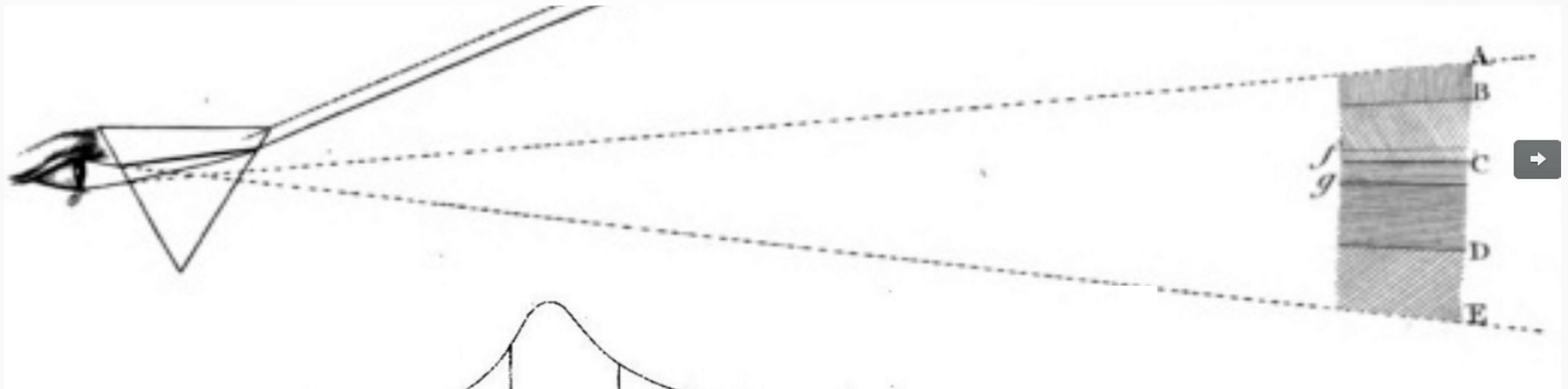
- Spektrometre: ako nielen vidieť objekt, ale i zaznamenať elektromagnetické spektrum, ktoré objekt vyžaruje, a z tohto spektra zistiť fyzikálne informácie o objekte



- Isaac Newton

Prístroje LSO: spektrometre

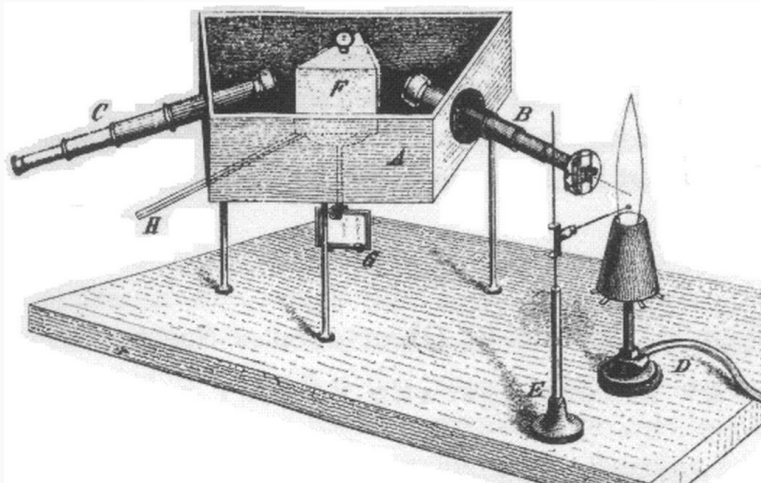
- Spektrometre: ako nielen vidieť objekt, ale i zaznamenať elektromagnetické spektrum, ktoré objekt vyžaruje, a z tohto spektra zistiť fyzikálne informácie o objekte



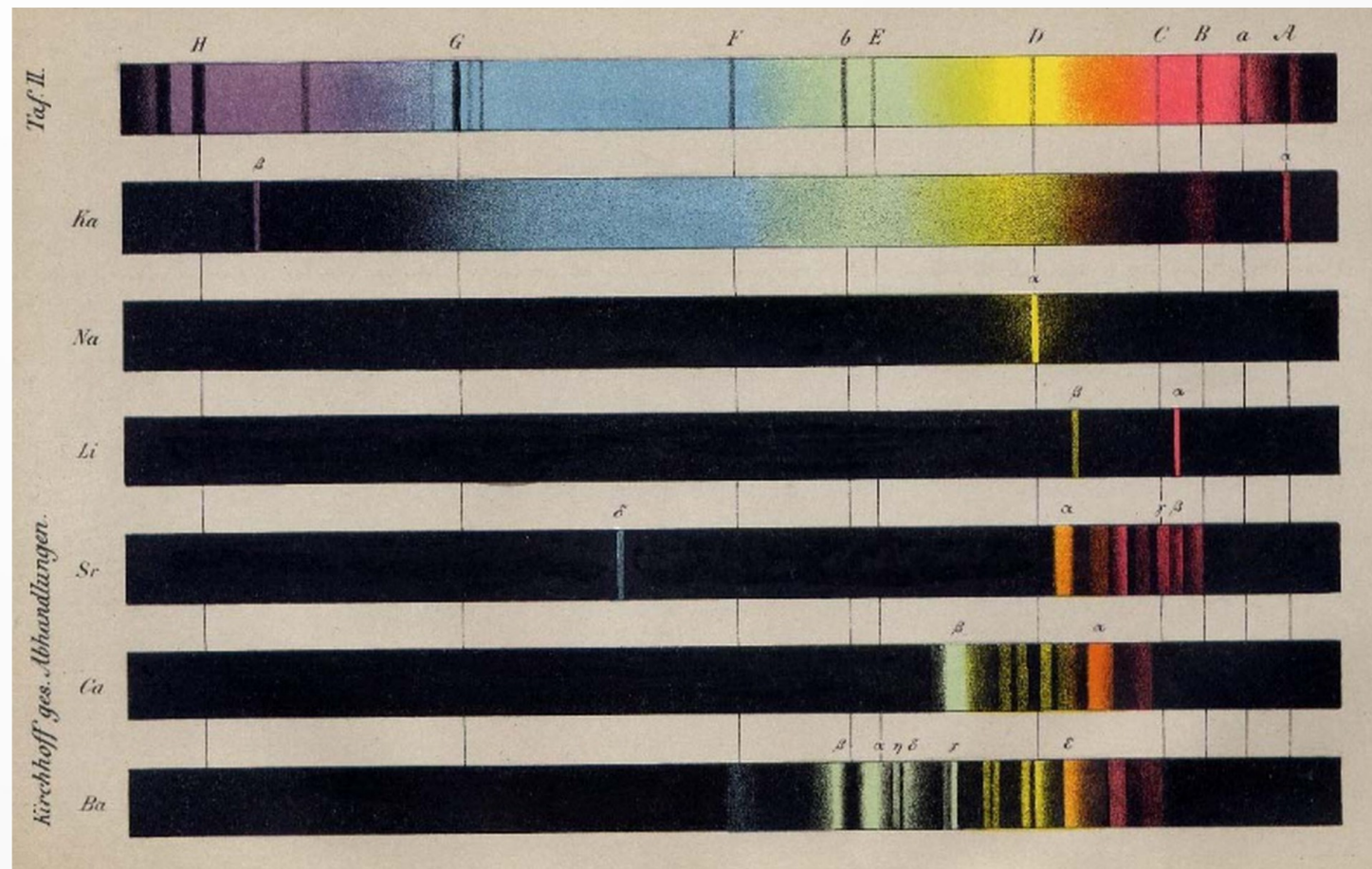
- W.H. Wollaston
- J. Fraunhofer

Prístroje LSO: spektrometre

- Spektrometre: ako nielen vidieť objekt, ale i zaznamenať elektromagnetické spektrum, ktoré objekt vyžaruje, a z tohto spektra zistiť fyzikálne informácie o objekte



- G. Kirchhoff
- R. Bunsen



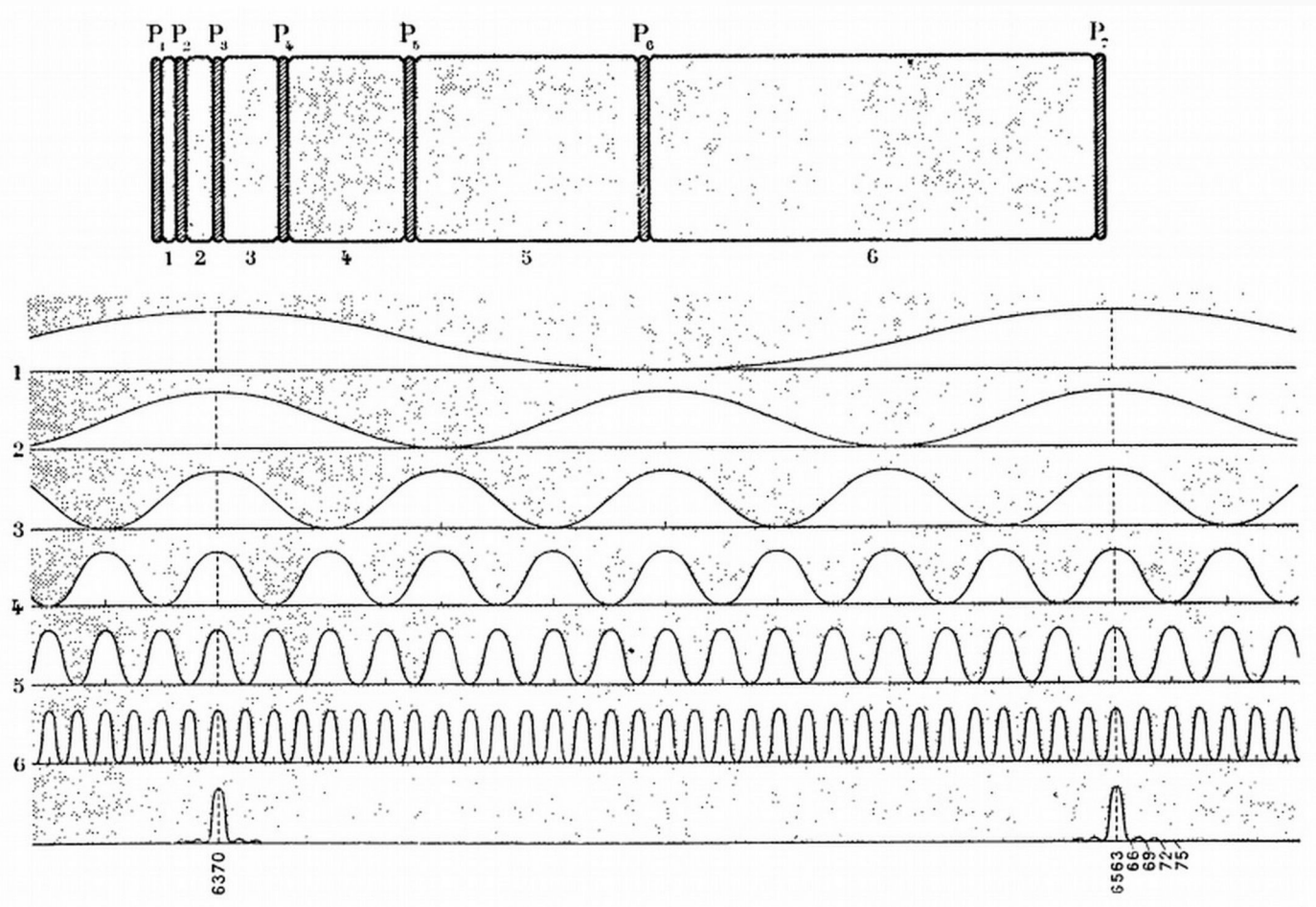
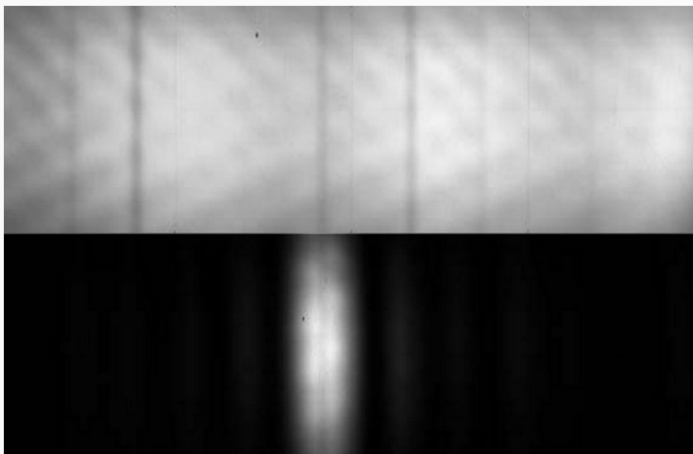
Prístroje LSO: spektrometre

- Spektrometre: ako nielen vidieť objekt, ale i zaznamenať elektromagnetické spektrum, ktoré objekt vyžaruje, a z tohto spektra zistiť fyzikálne informácie o objekte
 - Ako “merať” fyzikálne veličiny na diaľku → prístroje: optické hranoly, difračné mriežky, interferometre, úzkopásmové filtre

LSO: dvojlom + interferencia + polarizácia - vlastnosti svetla – elektromagnetického vlnenia: → Lyot-Ohmanov interferenčno-polarizačný filter
- ako “čítať” merania: fyzika - elektromagnetizmus, štatistická fyzika a termodynamika, kvantová mechanika

Prístroje LSO: spektrometre

- Znova B. Lyot a okrem neho Y. Ohman - interferenčno-polarizačný filter: dvojlom + interferencia + polarizácia



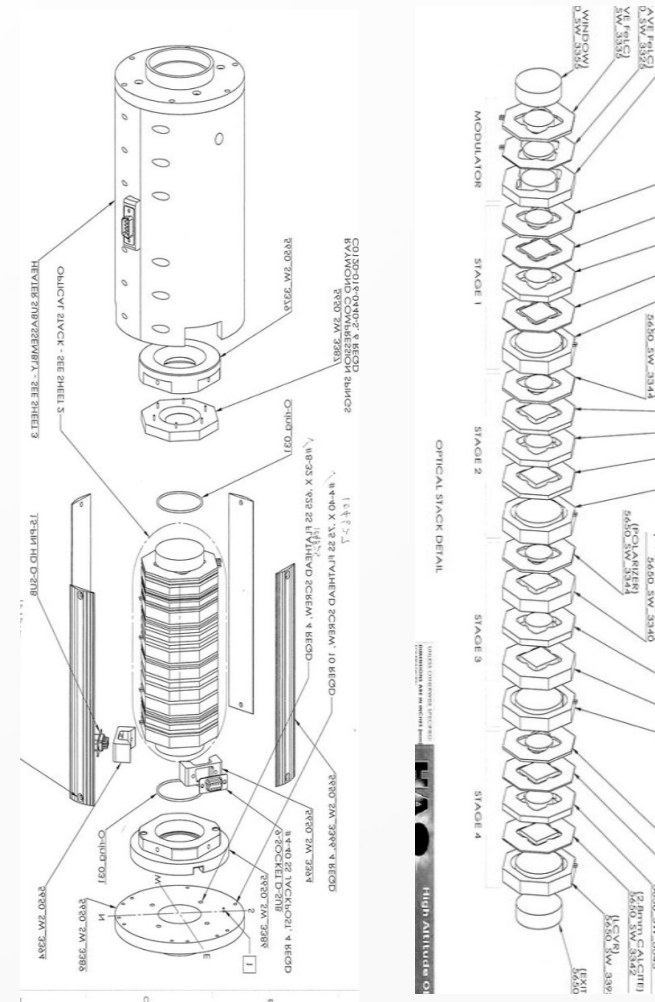
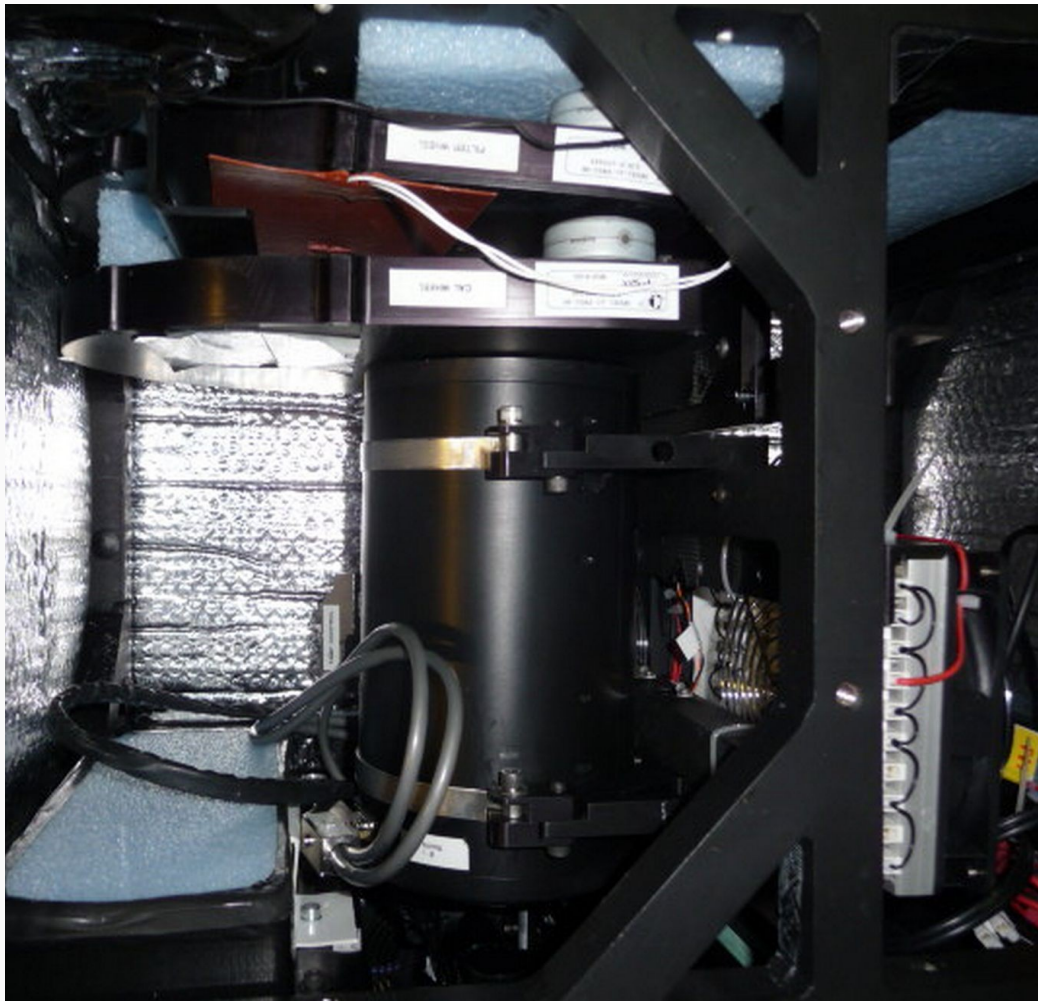
Prístroje LSO: spektrometre

- CoMP-S: dve krabice modulov prístroja



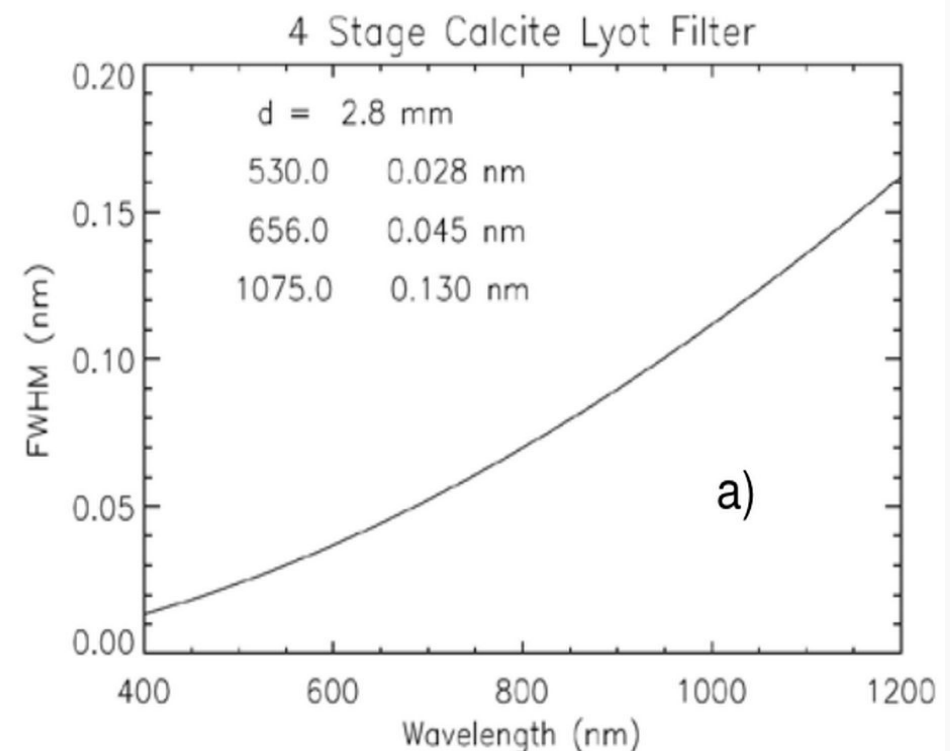
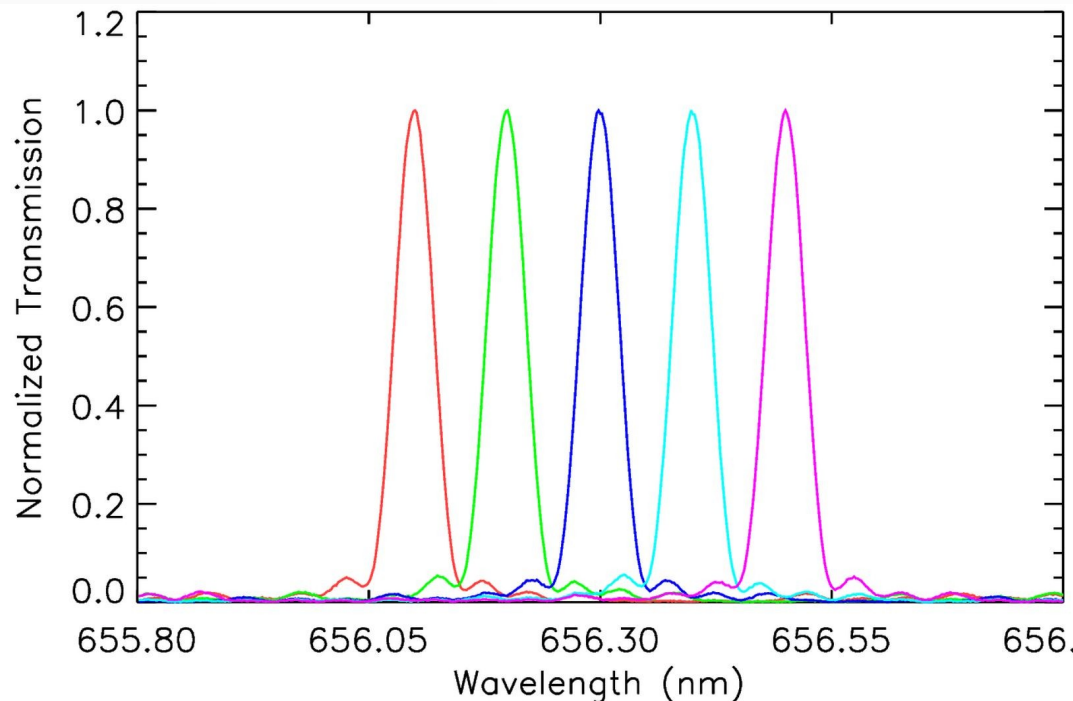
Prístroje LSO: spektrometre

- CoMP-S: filtrový modul a Lyotov filter



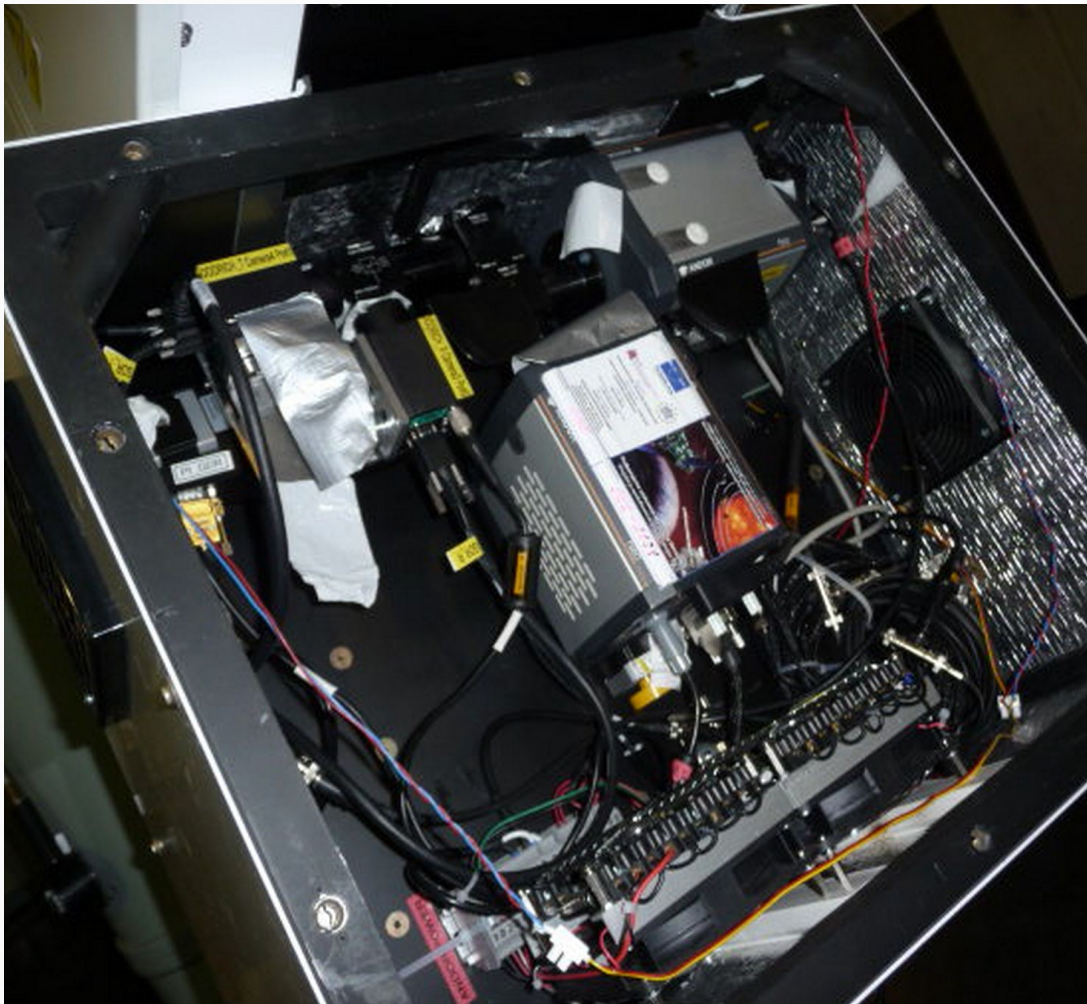
Prístroje LSO: spektrometre

- “Koronálne” spektrálne čiary: **Fe X 637 nm** (Fe XIV 530, FE XIII 1074+1079 nm)
- “Protuberančné” spektrálne čiary: **He D3 587 nm, H I 656 nm, Ca II 854 nm** (He I 1083 nm)
- Kvalita spektra:



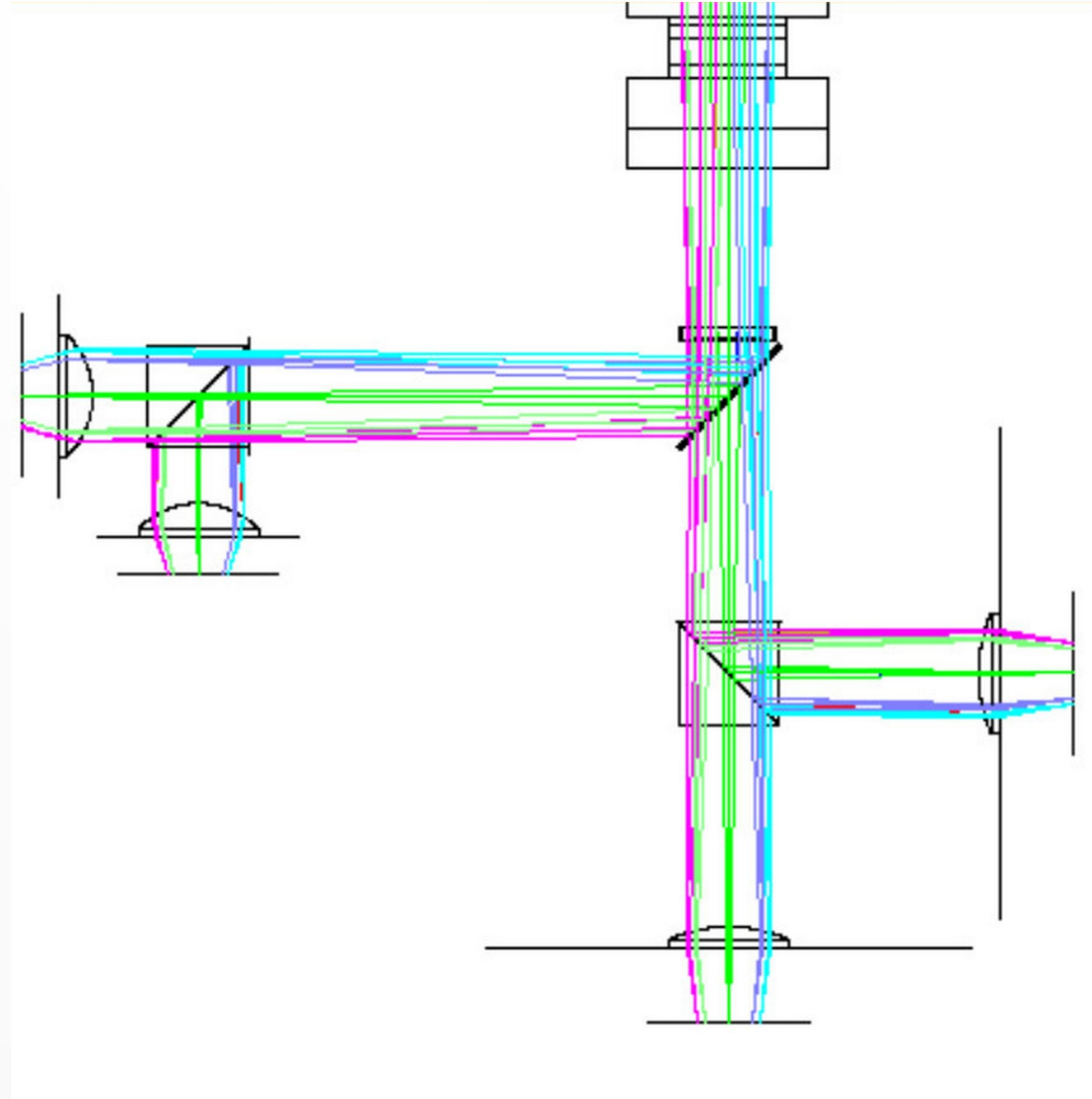
Prístroje LSO: spektrometre

- CoMP-S: kamerový modul



Prístroje LSO: spektrometre

- CoMP-S:
kamerový modul



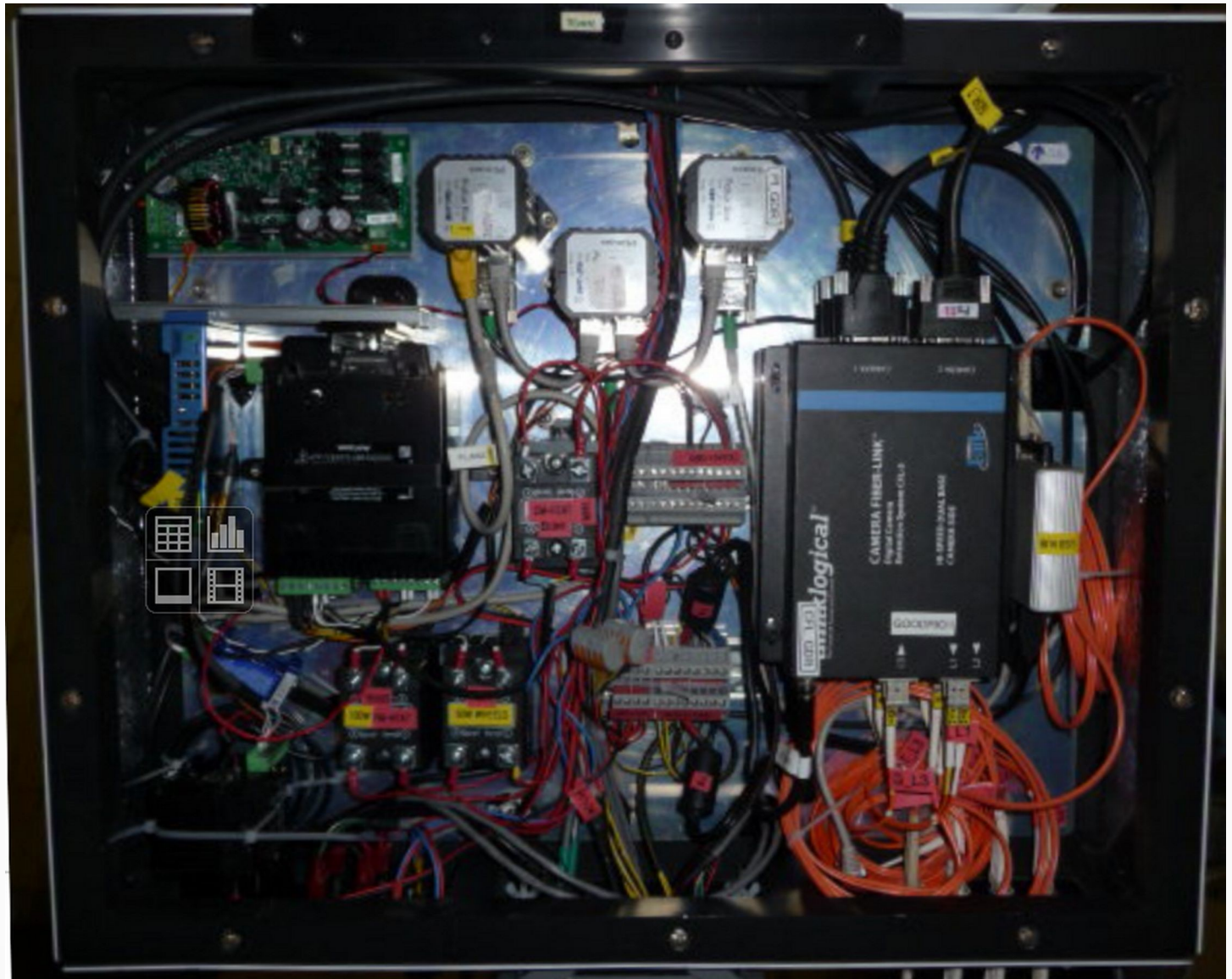
Prístroje LSO: spektrometre

- CoMP-S:
kamerový modul
optika



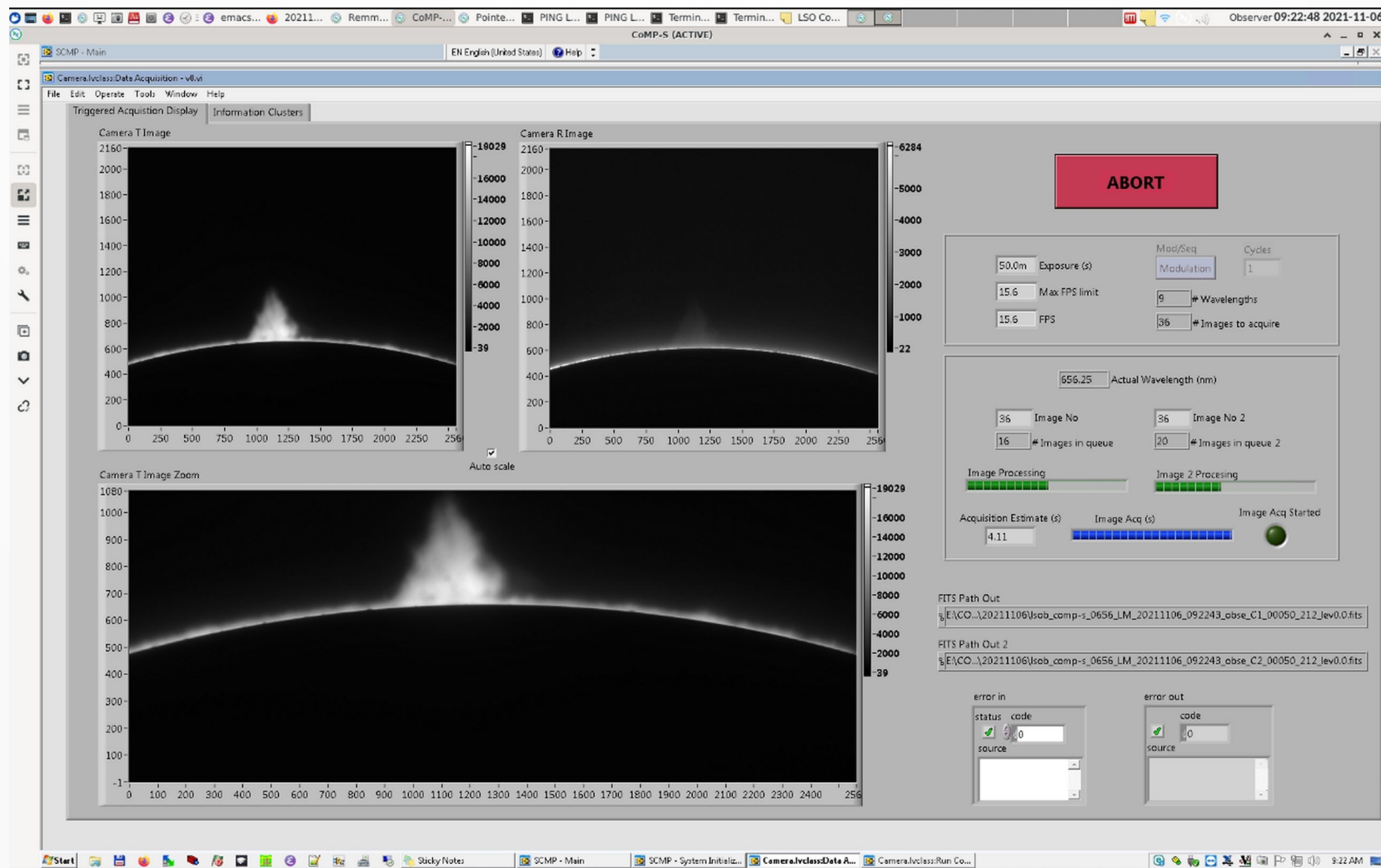
Prístroje LSO: spektrometre

- CoMP-S:
kamerový modul
elektronika



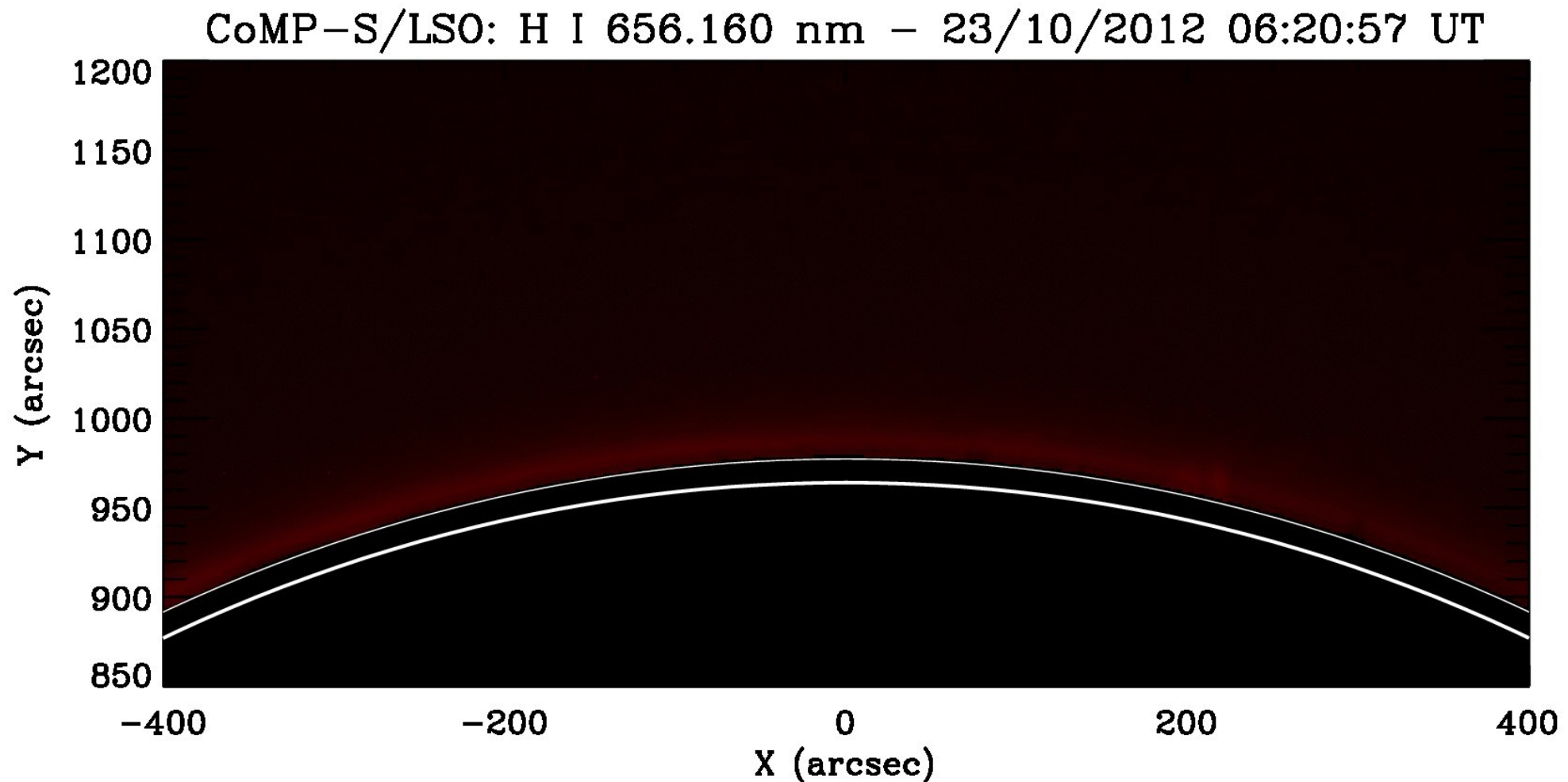
Prístroje LSO: spektrometre

- CoMP-S: riadiaci počítačový program (LabVIEW)

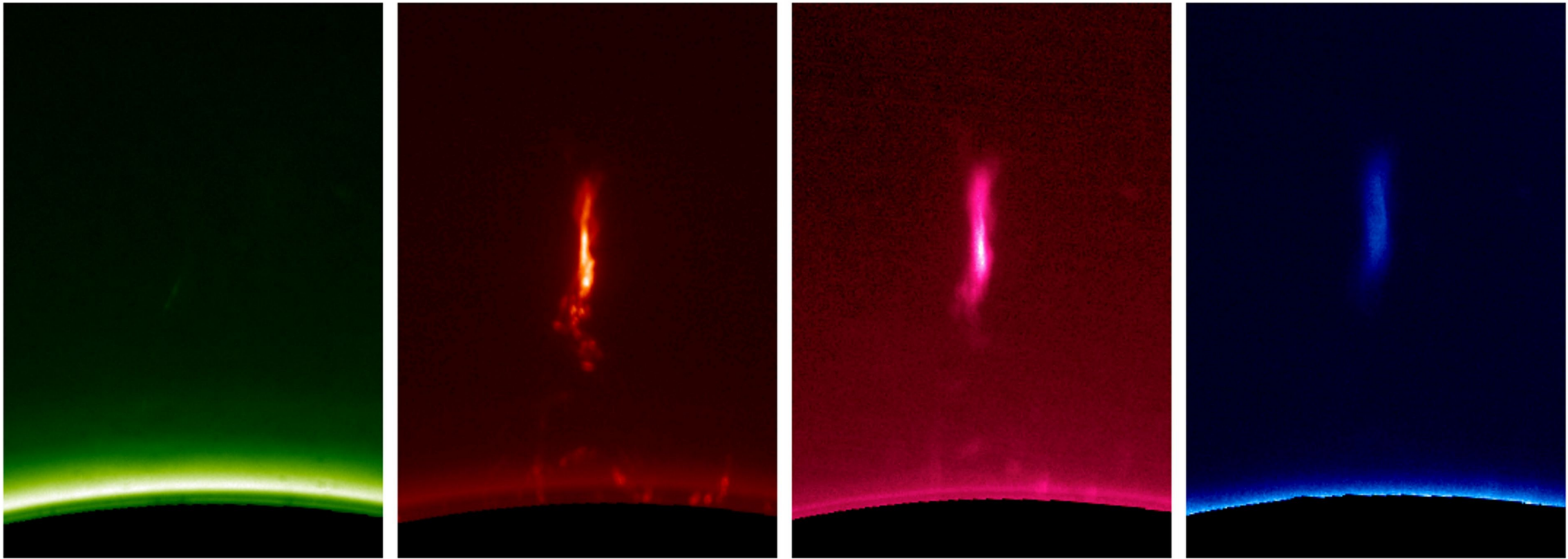


Prístroje LSO: spektrometre

- CoMP-S:



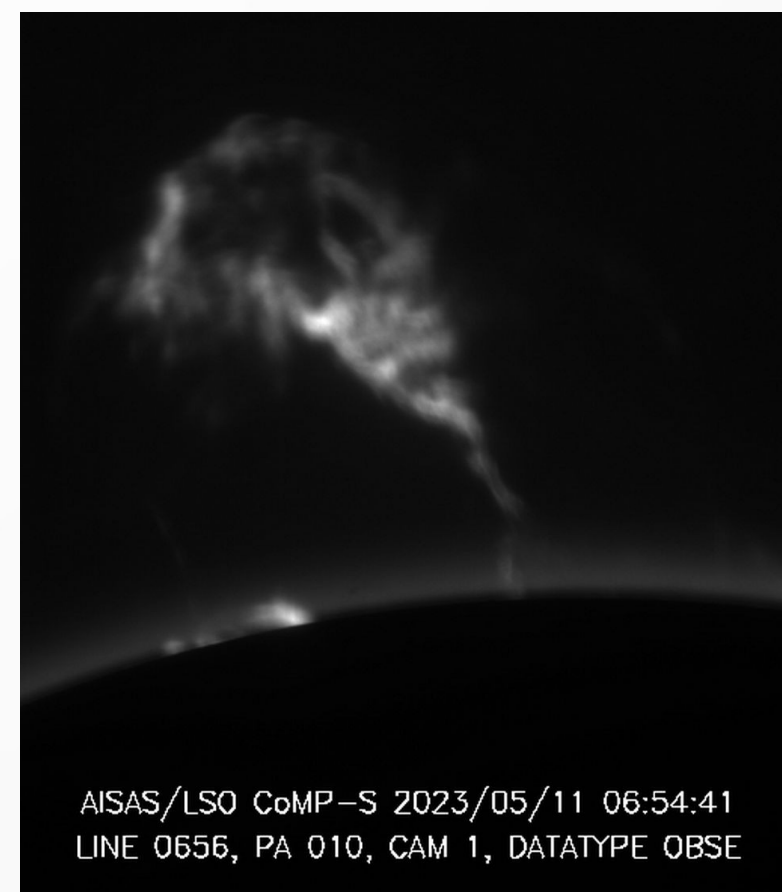
Prístroje LSO: spektrometre



Eruptívna protuberancia 10/03/2014 nad juhovýchodným limbom Slnka (AR 11991) v 4 spektrálnych čiarach: He I D3 587 nm (08:25:17), H I 656 nm (08:21:53), Ca II 854 nm (08:19:35), and He I 1083 nm (08:15:59 UT)

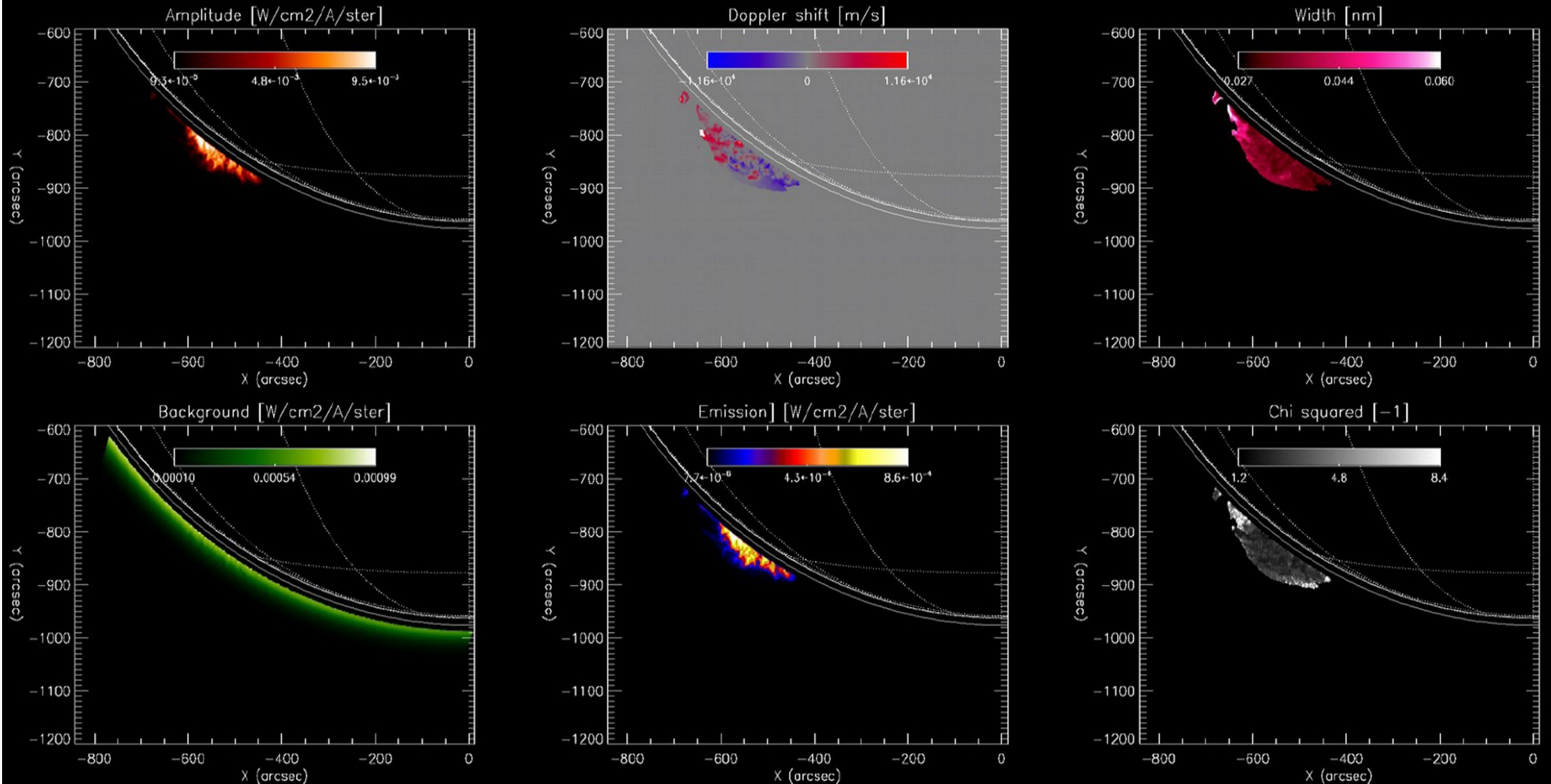
Prístroje LSO: spektrometre

- Eruptívna protuberancia – 11/05/2023: 04:59-06:54 UT



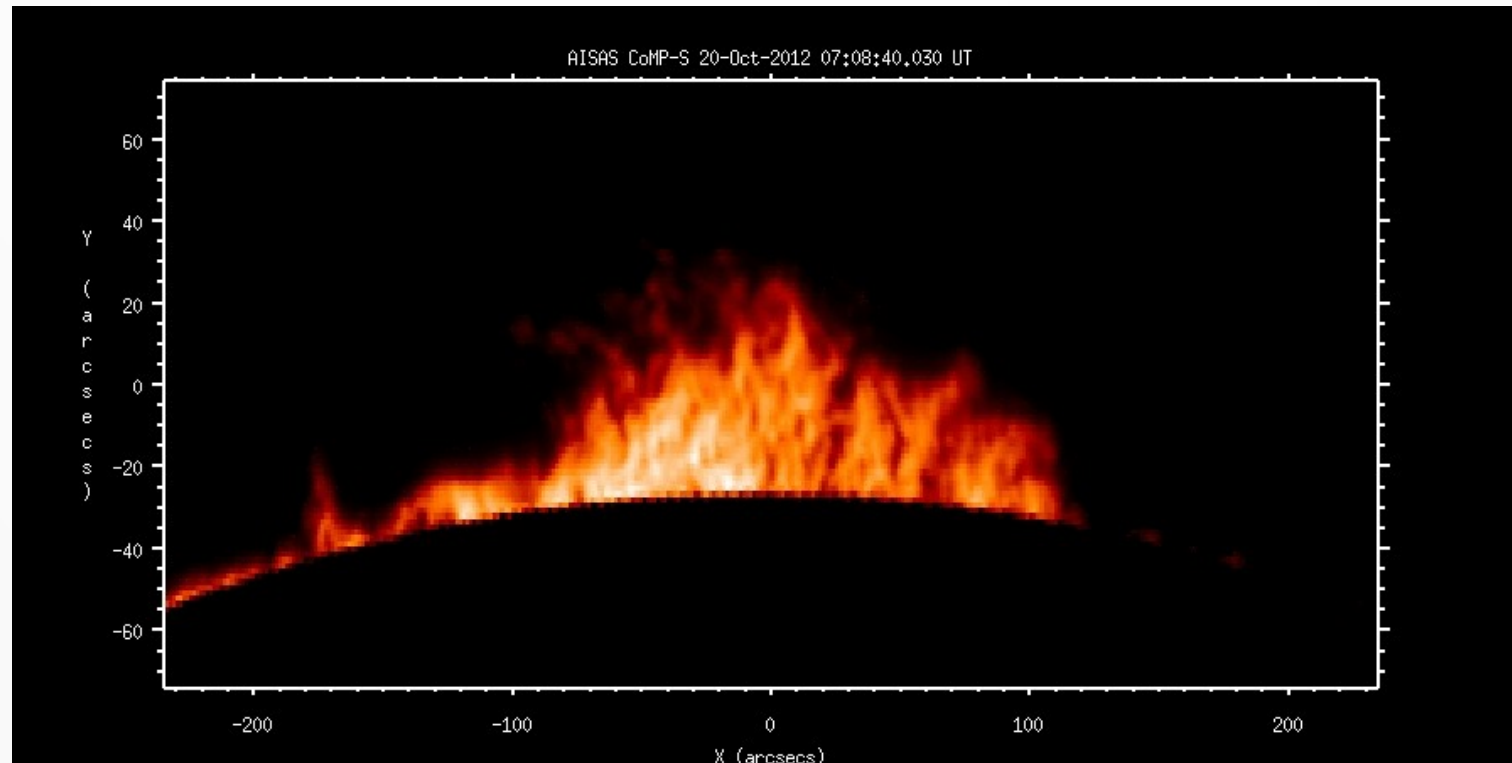
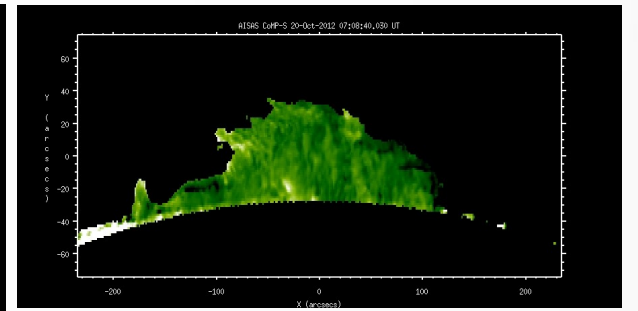
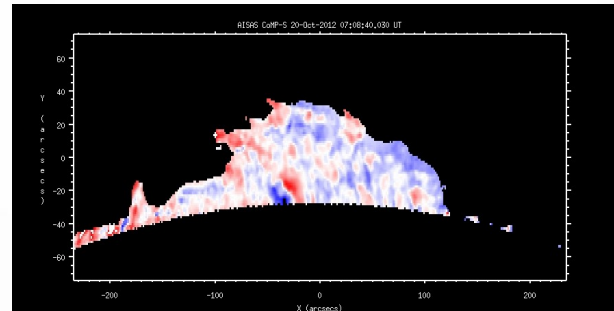
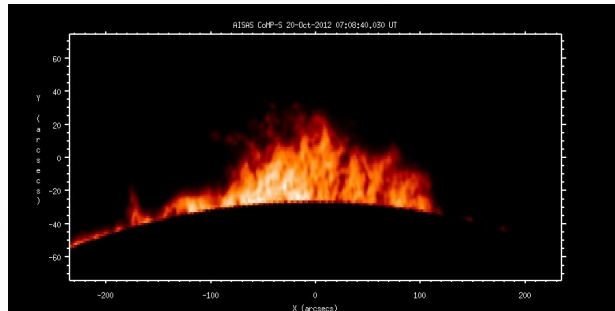
Prístroje LSO: spektrometre

LSO COMP-S 20-Oct-2012 07:08:40 - 656.3 nm line



Prístroje LSO: spektrometre

- CoMP-S:



Iné vybavenie LSO

Nepozoruje sa ním ale je rovnako dôležité:

- Kupola
- Montáž + pohyby + pointovanie
- Serverovňa
- Výpočtové programy
- Kúrenie. voda/y/, čistička, dieselagregát, strecha,

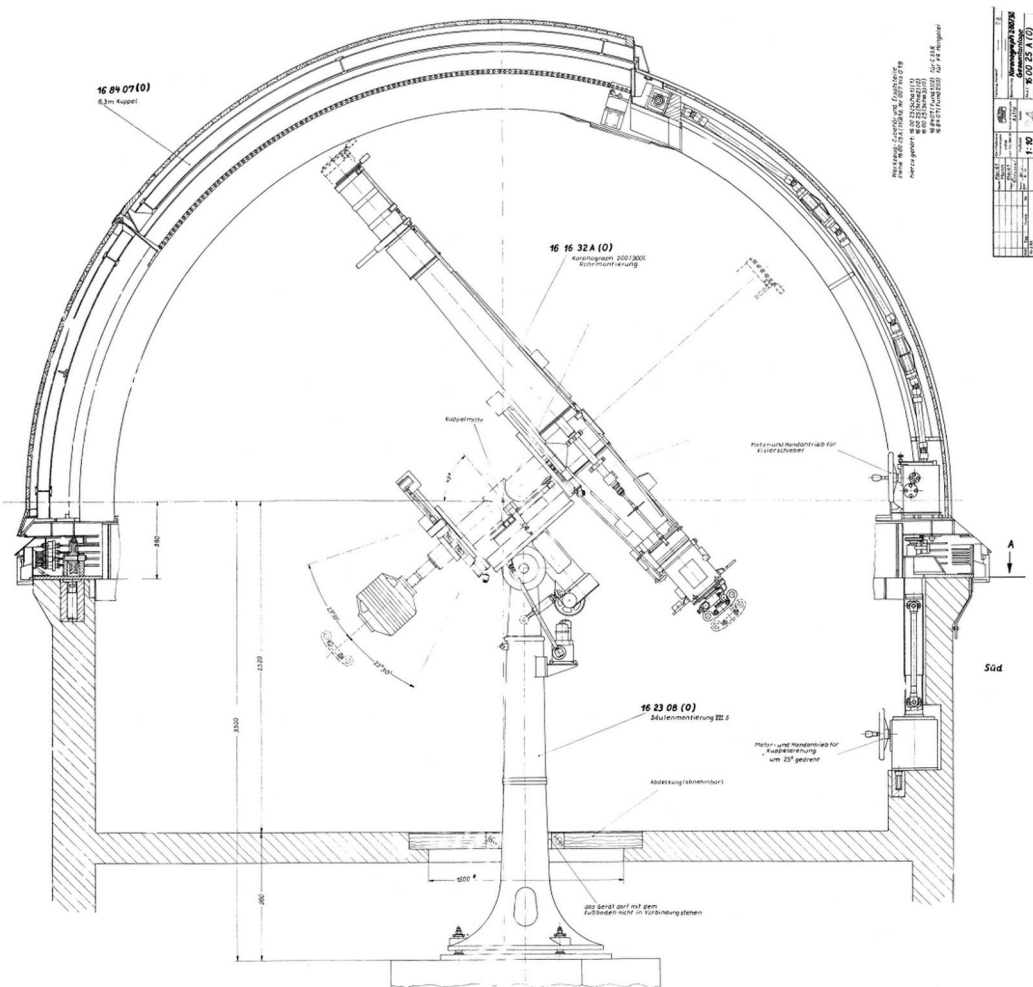
Iné vybavenie LSO

Nepozoruje sa ním ale je rovnako dôležité:

- Kupola
- Montáž + pohyby + pointovanie
- Serverovňa
- Výpočtové programy
- (Kúrenie. voda, čistička, dieselagregát, strecha,)

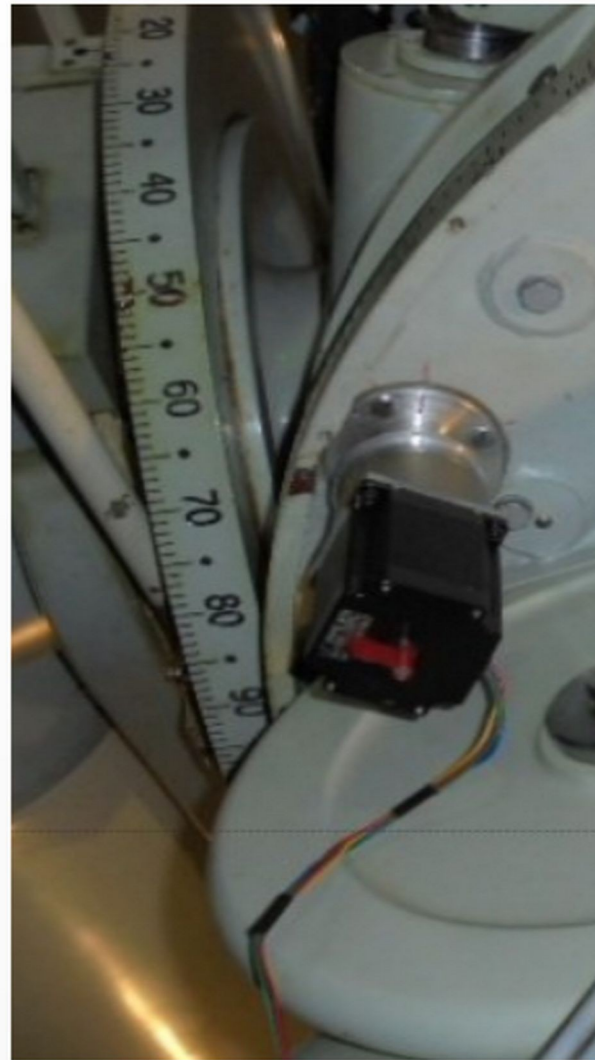
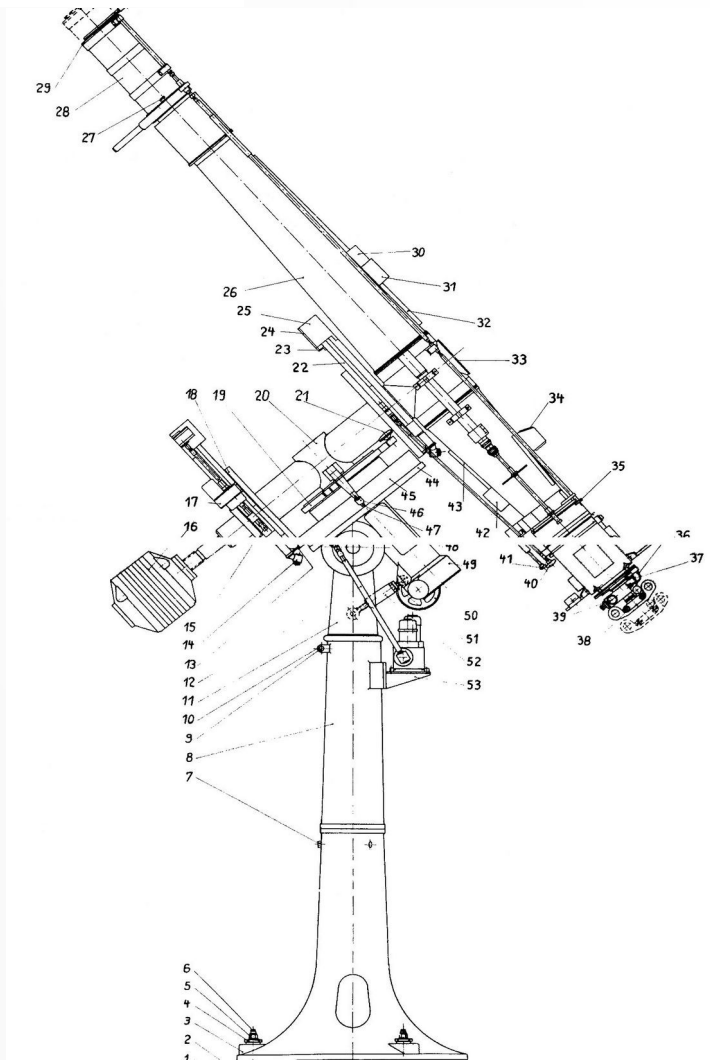
Iné vybavenie LSO: kupola

- ZEISS: 6.3 m, 16 ton, rotácia



Prístroje LSO: montáž

- ZEISS VIIa:

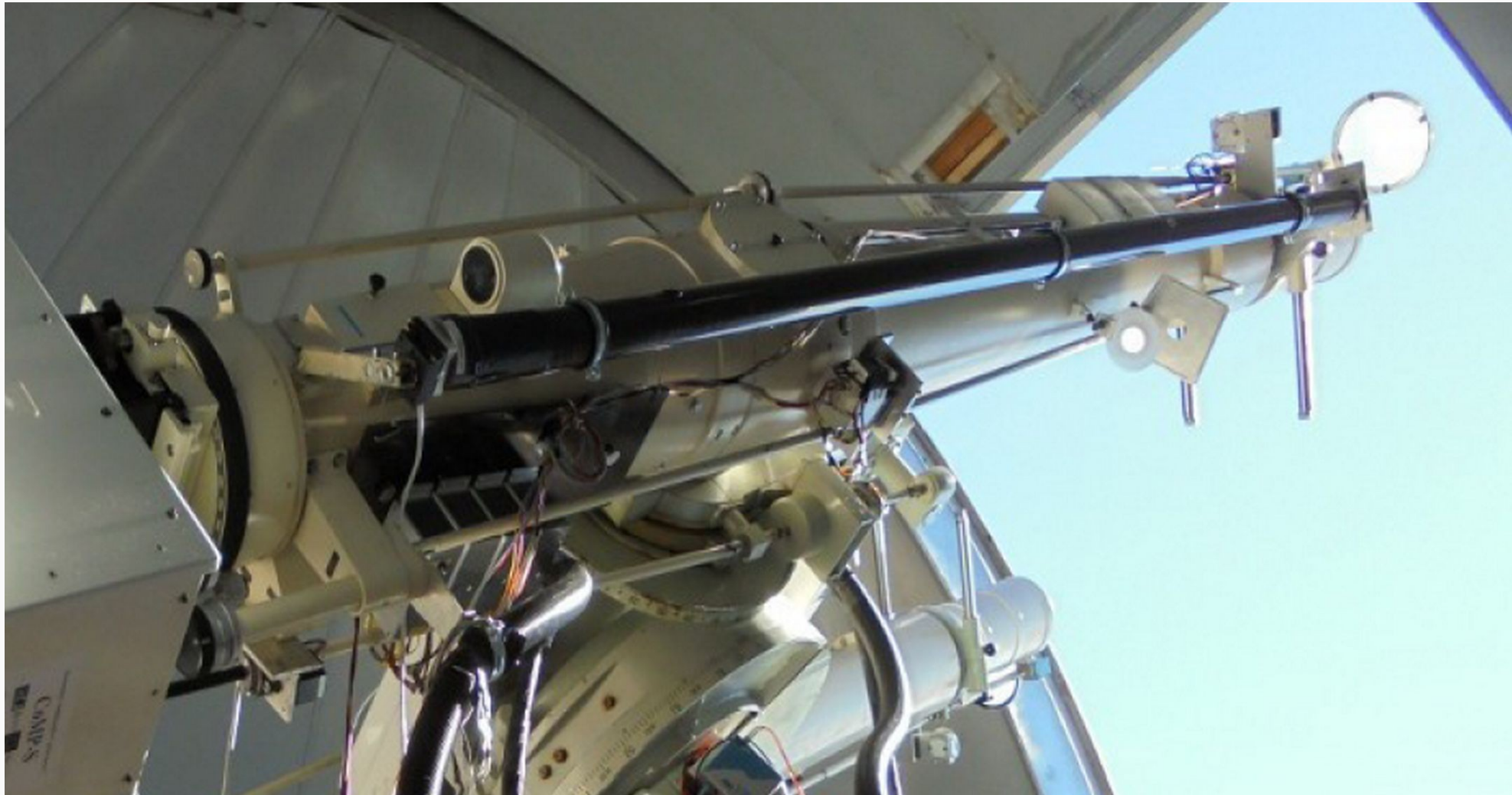


Iné vybavenie LSO: pointovanie

- V praxi na LSO nič nie je také ako by sme chceli...
- Zameranie koronografov na stred Slnka počas pozorovania:
 - mechanická deformácia koronografov a jej zmena počas dňa existuje napriek snahe o jej minimalizovanie pri návrhu mechanickej konštrukcie koronografov
 - presnosť pointovania: ~1 oblúčková sekunda
 - UJ2P zariadenie: pohyby a pointovanie na stred Slnka:
 - 1 koronograf: vlastný vývoj
 - 2 koronografy súčasne: firma HANKOM (NL)

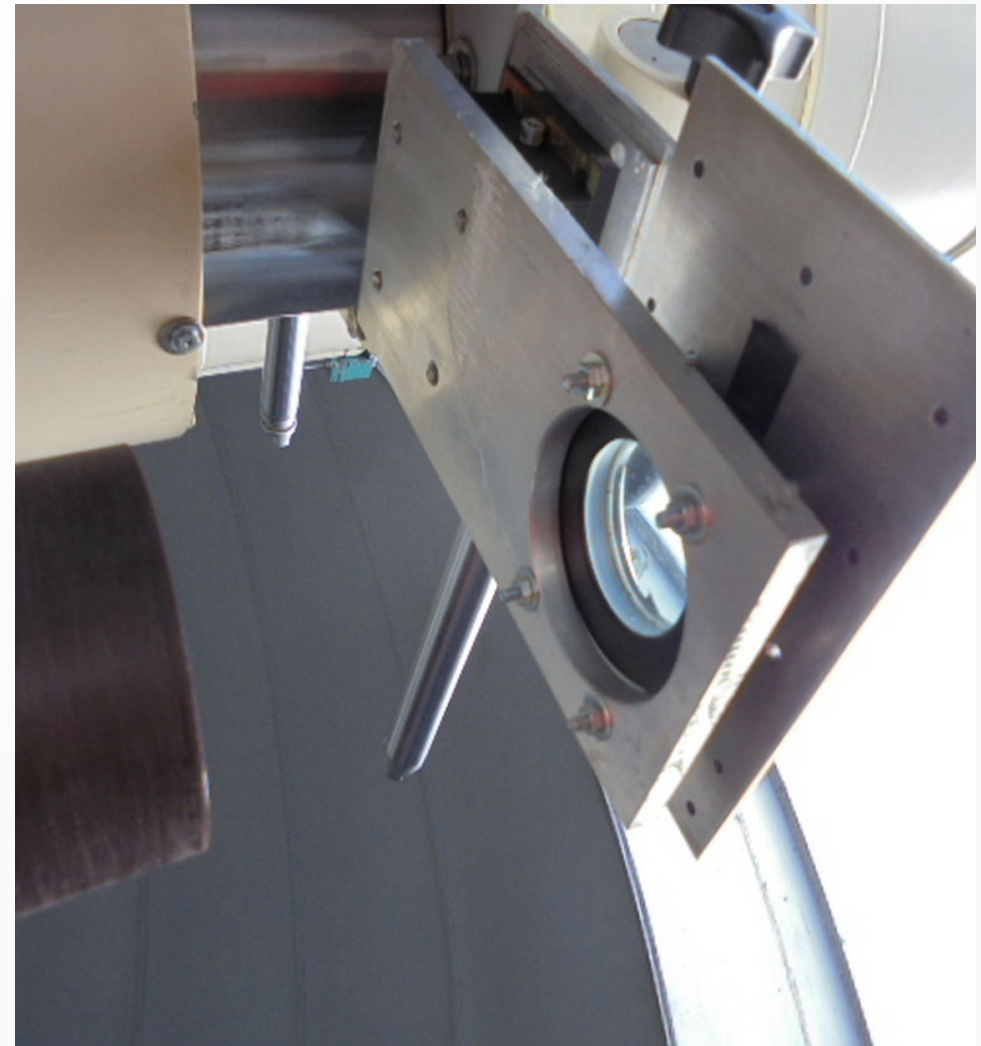
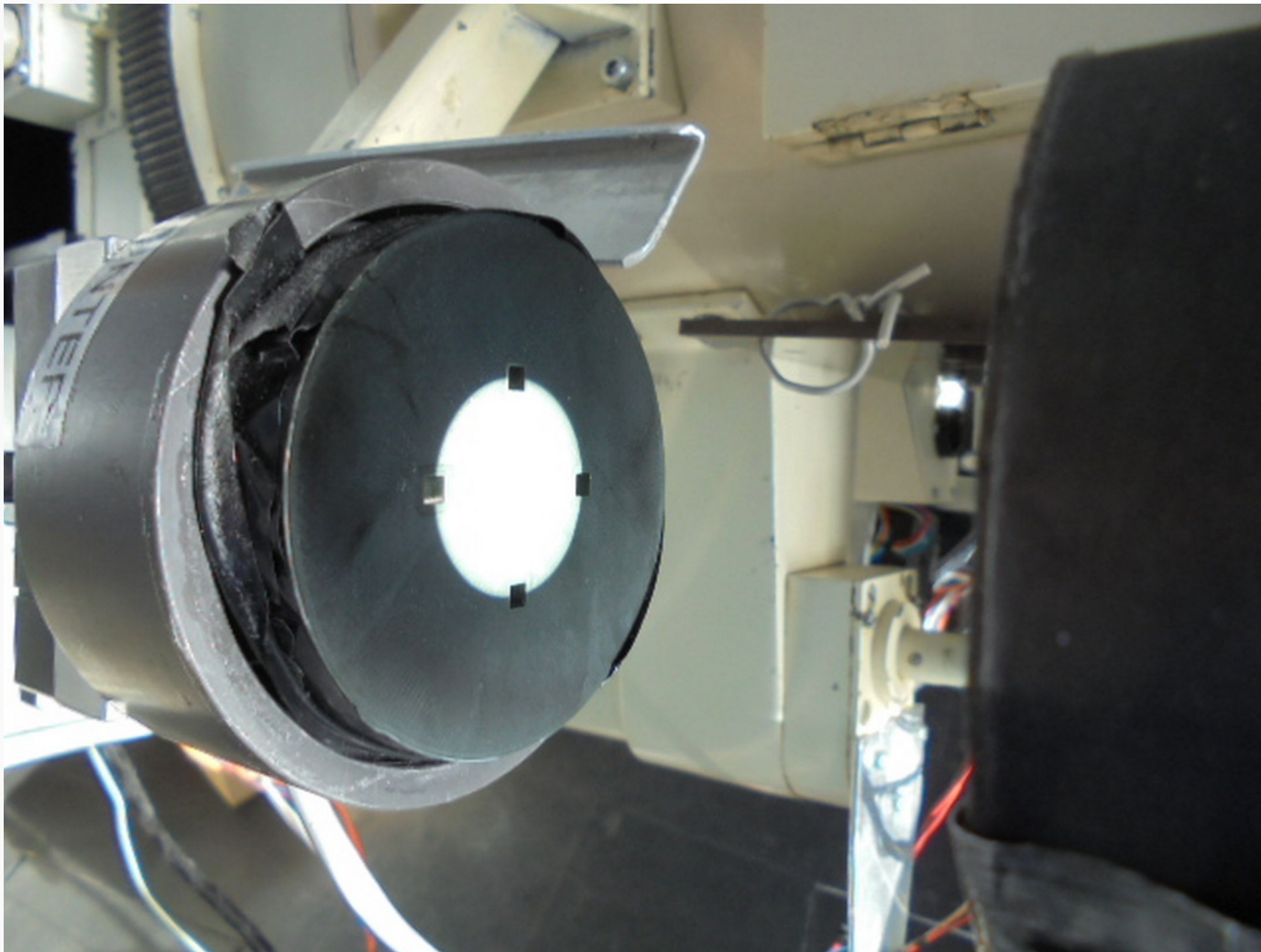
Iné vybavenie LSO: pointovanie

- UJ2P zariadenie: pohyby a pointovanie na stred Slnka



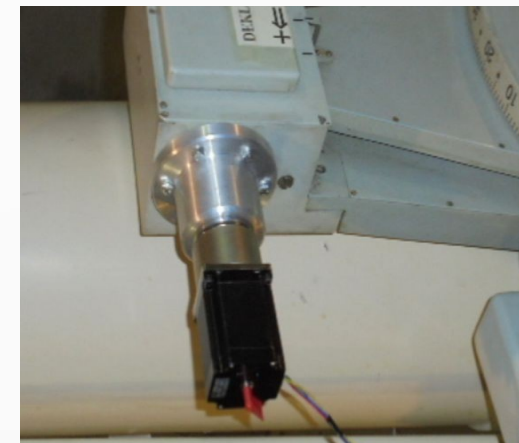
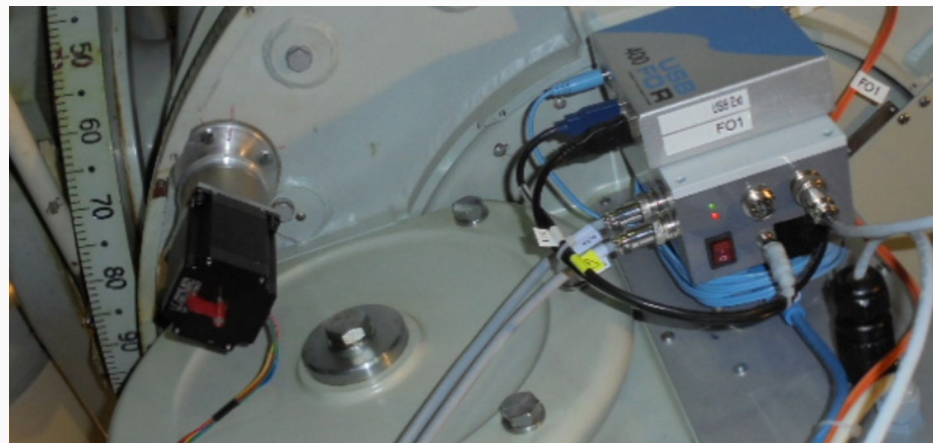
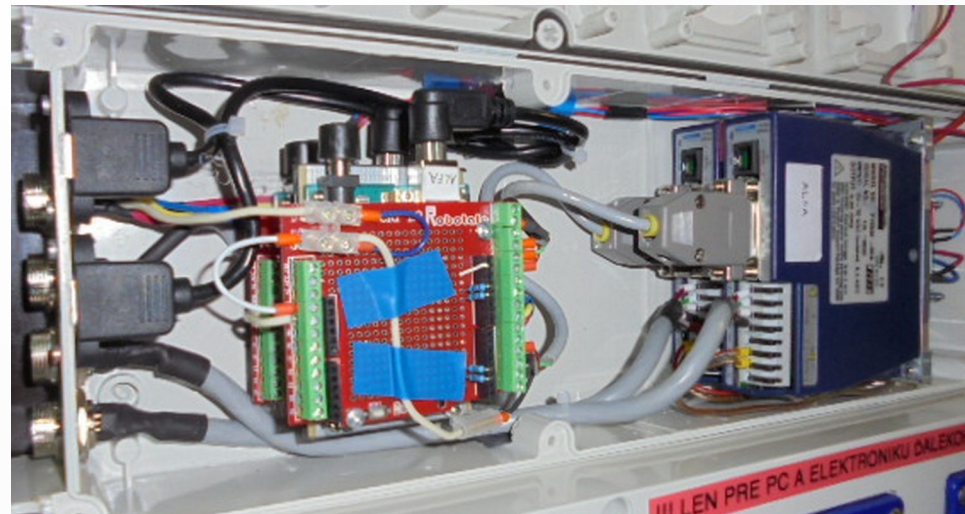
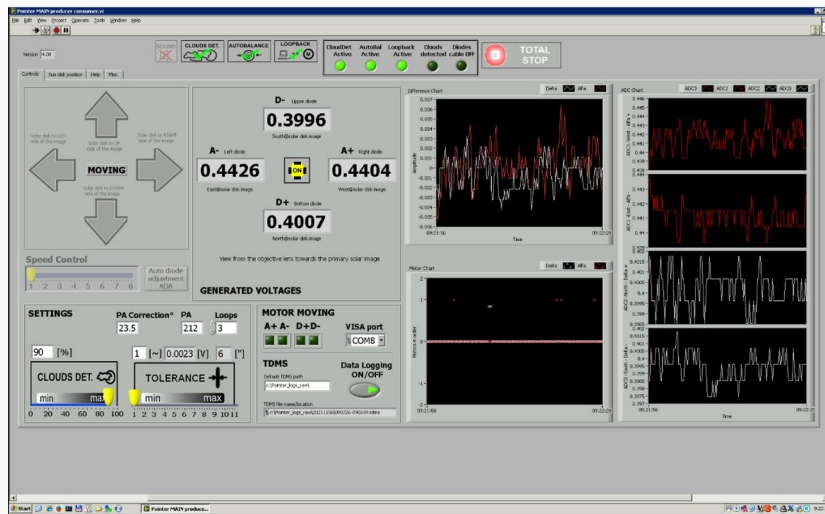
Iné vybavenie LSO: pointovanie

- UJ2P zariadenie



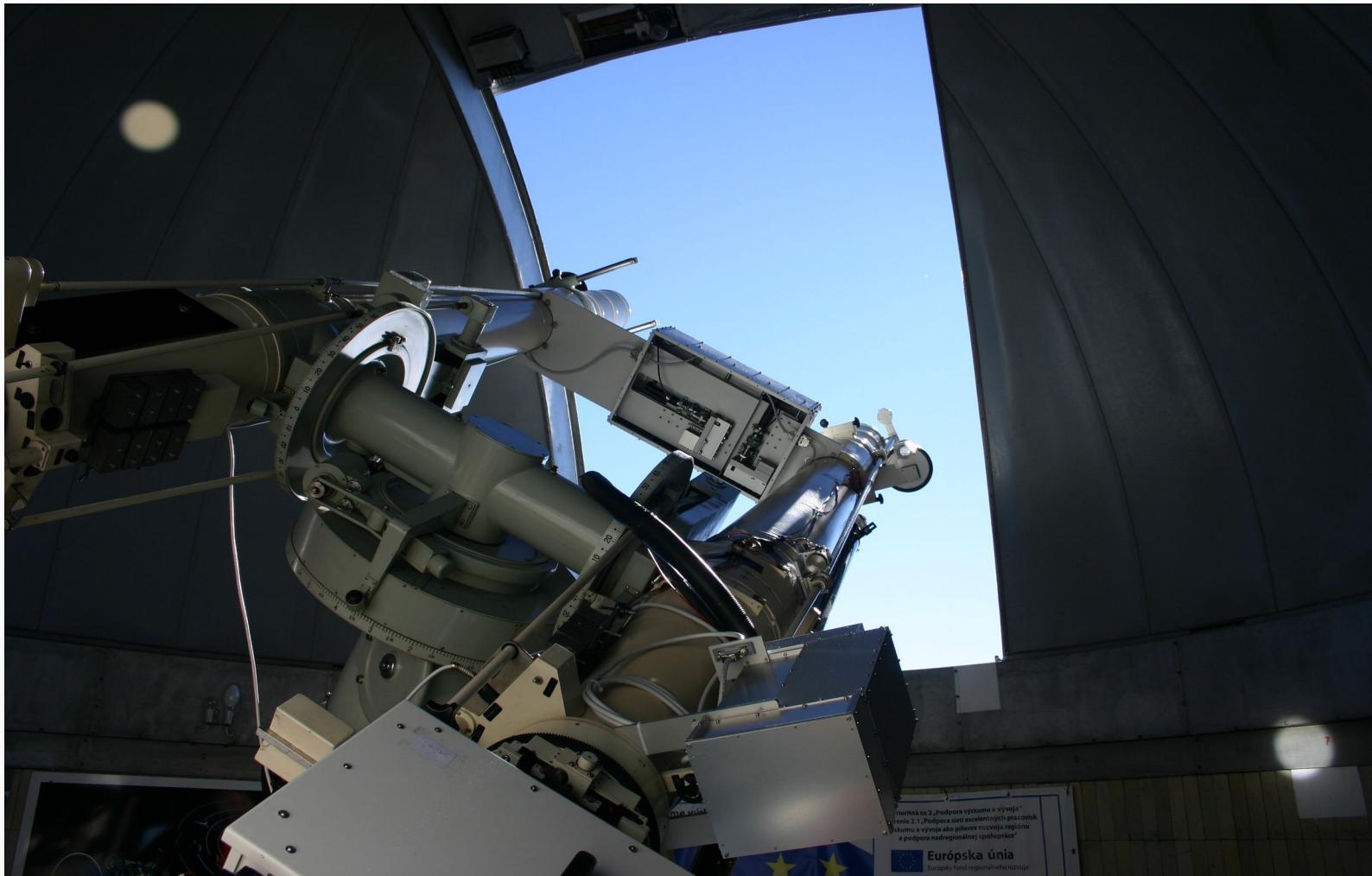
Iné vybavenie LSO: pointovanie

- UJ2P zariadenie: ~2"



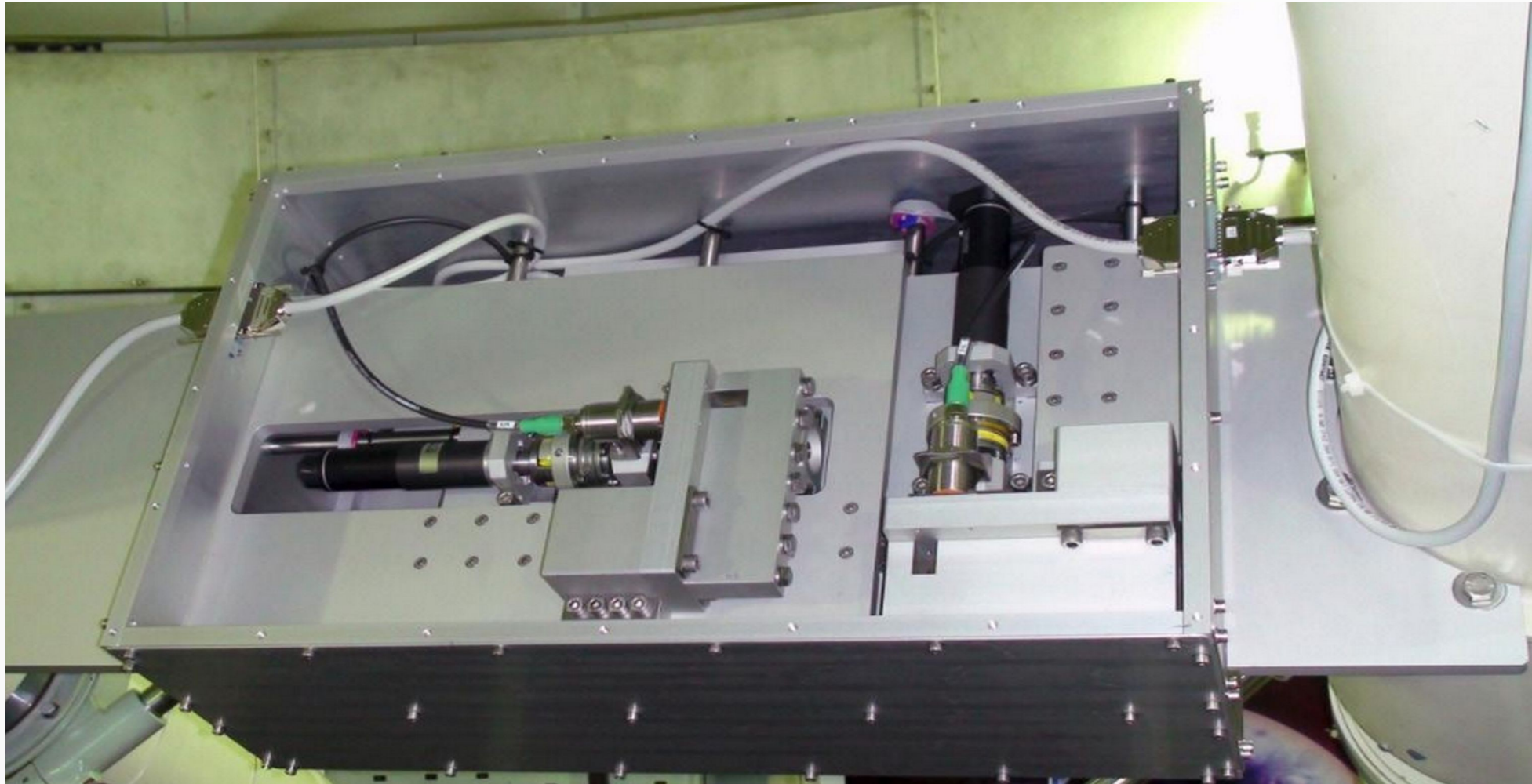
Iné vybavenie LSO: pointovanie

- 2 koronografy súčasne: $\sim 2''$



Iné vybavenie LSO: pointovanie

- 2 koronografy súčasne: ~2"



Iné vybavenie LSO: serverovňa



LSO “in action”

- Skóre ráno: Skóre ráno
- Počas pozorování: Počas pozorování

Michał Ostaszewski, nature photographer, Zakopane, PL

Prevádzka LSO

- Pravidelná prevádzka:
 - týždenné služby pozorovateľov
 - pobyty ďalších pracovníkov
 - pán údržbár
 - pani upratovačka
- Donedávna - technická odstávka: netypický režim práce – opravy, úpravy a vylepšenia kupoly, montáže, UJ2P, spektrometrov a ich ovládacieho programu, testovanie,...
- Dnes – pozorovací režim: typický režim práce – **vykonávanie pozorovaní** (a prípadné úpravy a vylepšenia zariadení a ich testovanie...)

Prevádzka LSO

- Pravidelná prevádzka:
 - týždenné služby pozorovateľov
 - pobyty ďalších pracovníkov
 - pán údržbár
 - pani upratovačka
- Donedávna - technická odstávka: netypický režim práce - opravy, úpravy a vylepšenia kupoly, montáže, UJ2P, spektrometrov a ich ovládacieho programu, testovanie,...
- Dnes - pozorovací režim: typický režim práce - **vykonávanie pozorovaní** (a ďalšie vylepšenia zariadení a ich testovanie)

Dni na LSO

- "Zlé počasie":
 - každý svoje úlohy
 - každý čo je potrebné - drobné údržbárske, upratovacie a prevádzkové práce
- "Dobré počasie":
 - deň vopred: testy prístrojov, naštudovanie pozorovacieho programu a stavu slnečnej aktivity
 - ten deň: zobudiť seba, otvoriť kupolu, naštartovanie prístrojov a ich nastavenia, koronografy → Slnko, vykonávanie pozorovaní a kalibrácií, archivácia pozorovaní
- Vždy: varenie, "sám a sám"

Dni na LSO

- "Zlé počasie":
 - každý svoje úlohy
 - každý čo je potrebné - drobné údržbárske, upratovacie a prevádzkové práce
- "Dobré počasie":
 - deň vopred: testy prístrojov, naštudovanie pozorovacieho programu a stavu slnečnej aktivity, výber objektu pozorovaní
 - ten deň: zobudiť seba, otvoriť kupolu, naštartovanie prístrojov a ich nastavenie, koronografy → Slnko, vykonávanie pozorovaní a kalibrácií, archivácia pozorovaní

-

Dni na LSO

- "Zlé počasie":
 - každý svoje úlohy
 - každý čo je potrebné - drobné údržbárske, upratovacie a prevádzkové práce
- "Dobré počasie":
 - deň vopred: testy prístrojov, naštudovanie pozorovacieho programu a stavu slnečnej aktivity, výber objektu pozorovaní
 - ten deň: zobudiť seba, otvoriť kupolu, naštartovanie prístrojov a ich nastavenie, koronografy → Slnko, vykonávanie pozorovaní a kalibrácií, archivácia pozorovaní
- Vždy: varenie, "sám a sám", prekonávanie dôsledkov nadm. výšky

Naše výsledky a projekty:

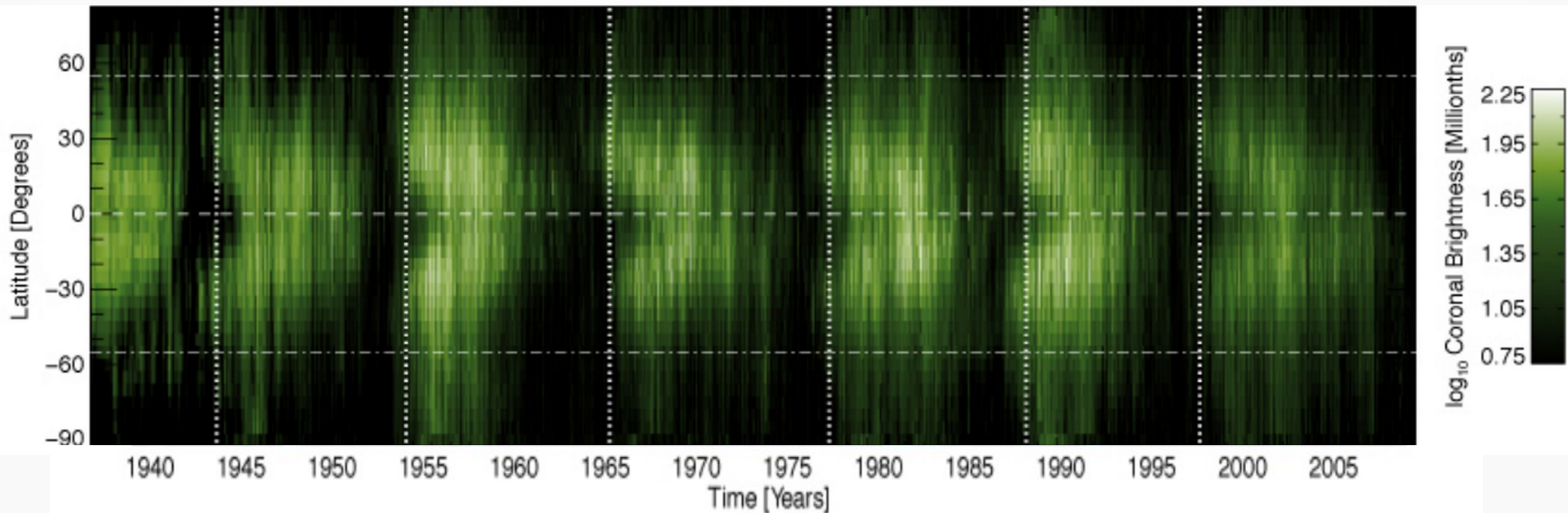
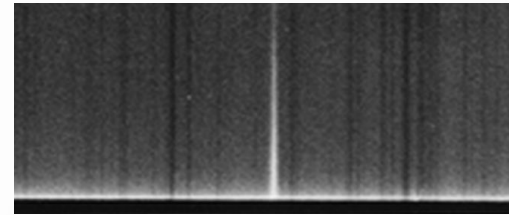
- Vedecký výskum → články v svetovo renomovaných časopisoch, ktoré uverejňujú len nové a relevantné poznatky po oponetskom posudzovaní
 - kde nás nájdete: Astrophysical Journal, Astronomy & Astrophysics, Solar Physics
 - kde nás nenájdete: Facebook, Instagram, ...
 - technická odstávka ...
 - tuningovanie prístrojov → oneskorenie publikácií
- LSO ako testovacie zariadenie
- Popularizácia astronómie a vedy

Naše výsledky a projekty:

- Predchádzajúce projekty:
 - Slniečny cyklus: emisná koróna a H alfa protuberancie
 - Hmotnosť protuberancií
 - Tornáda v ukotveniach protuberancií?
- Aktuálne projekty: čiara He I D3 v eruptívnych protuberanciách, koronálny dážď, emisná koróna tiež v H alfa čiare?
- Budúce projekty:
 - Otvorená súťaž: výzva na programy v roku 2023 → návrhy → posúdenie realizovateľnosti a významu → výber
napríklad: overenie 5-minútových vlnení v slnečnej koróne a štúdium ich vlastností
 - Projekt prístroja SLED

Naše výsledky:

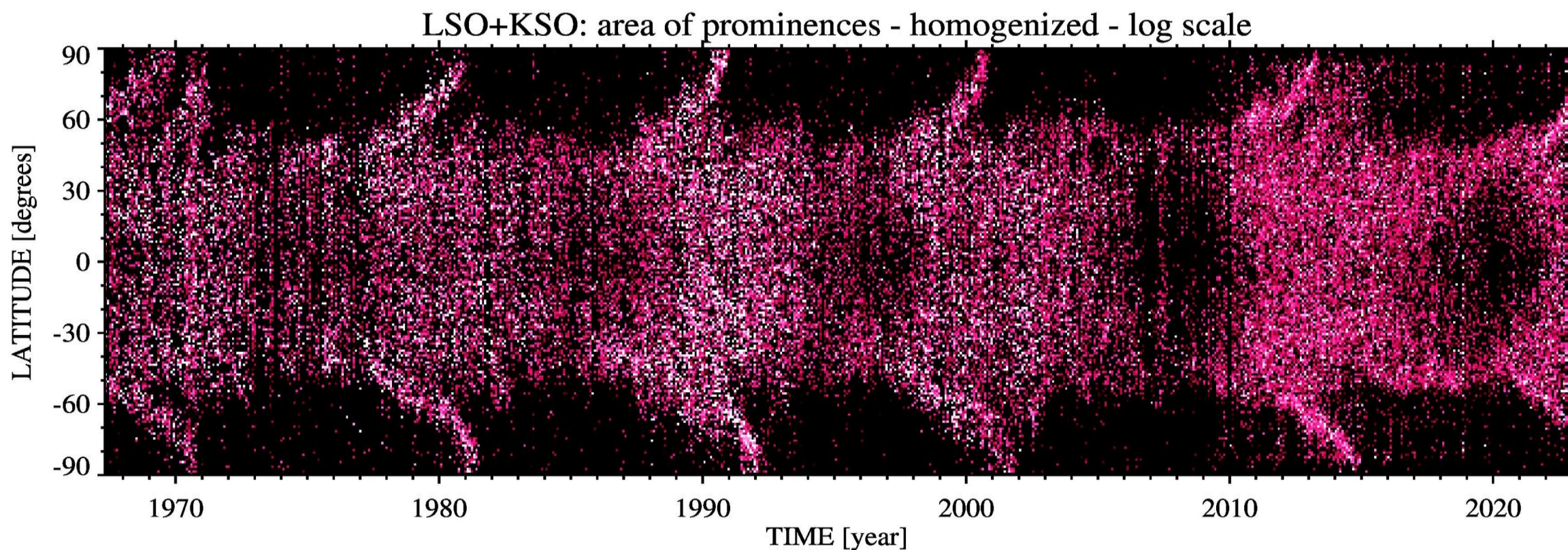
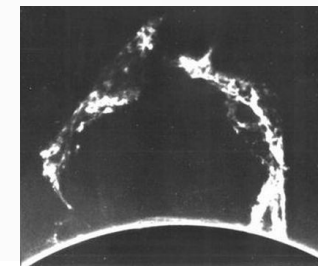
- Slnečný cyklus: emisná koróna – Fe XIV 530.3 nm



- M. Rybanský, V. Rušin, M. Minarovjech + ...

Naše výsledky:

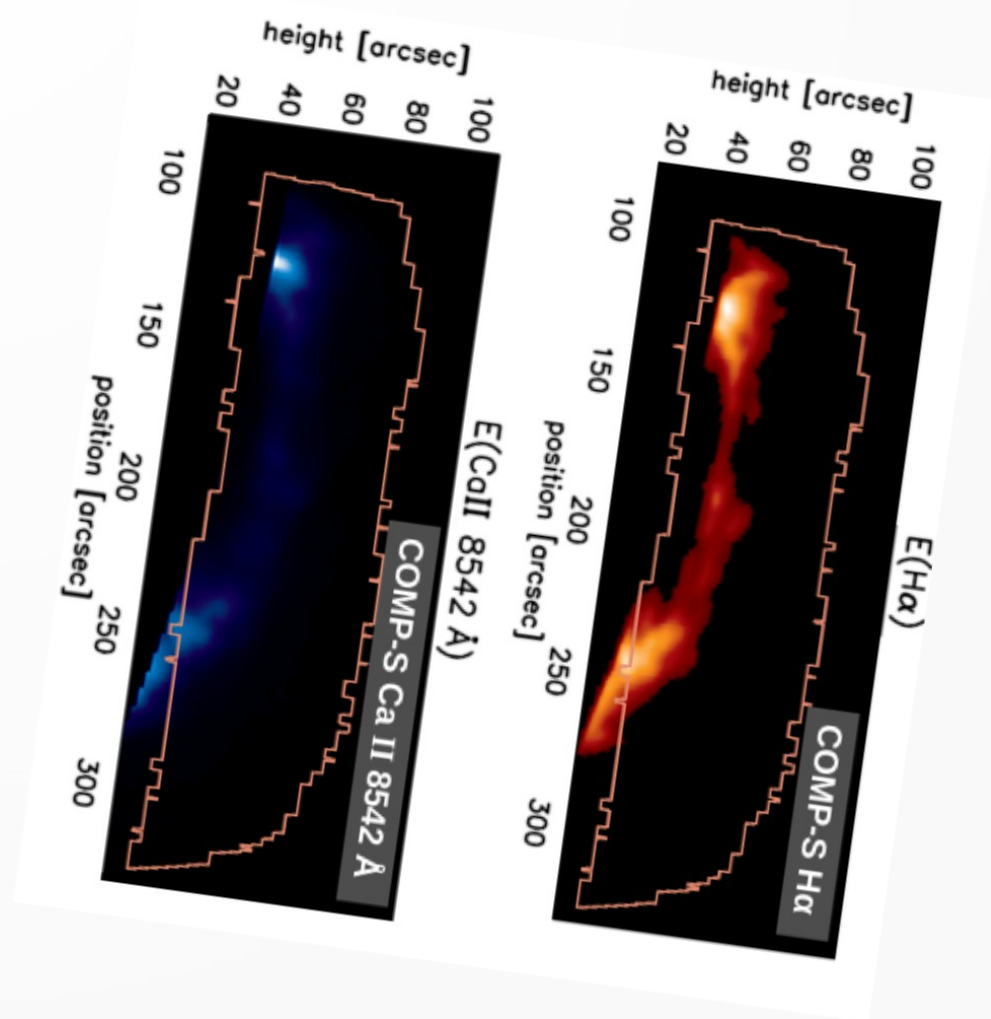
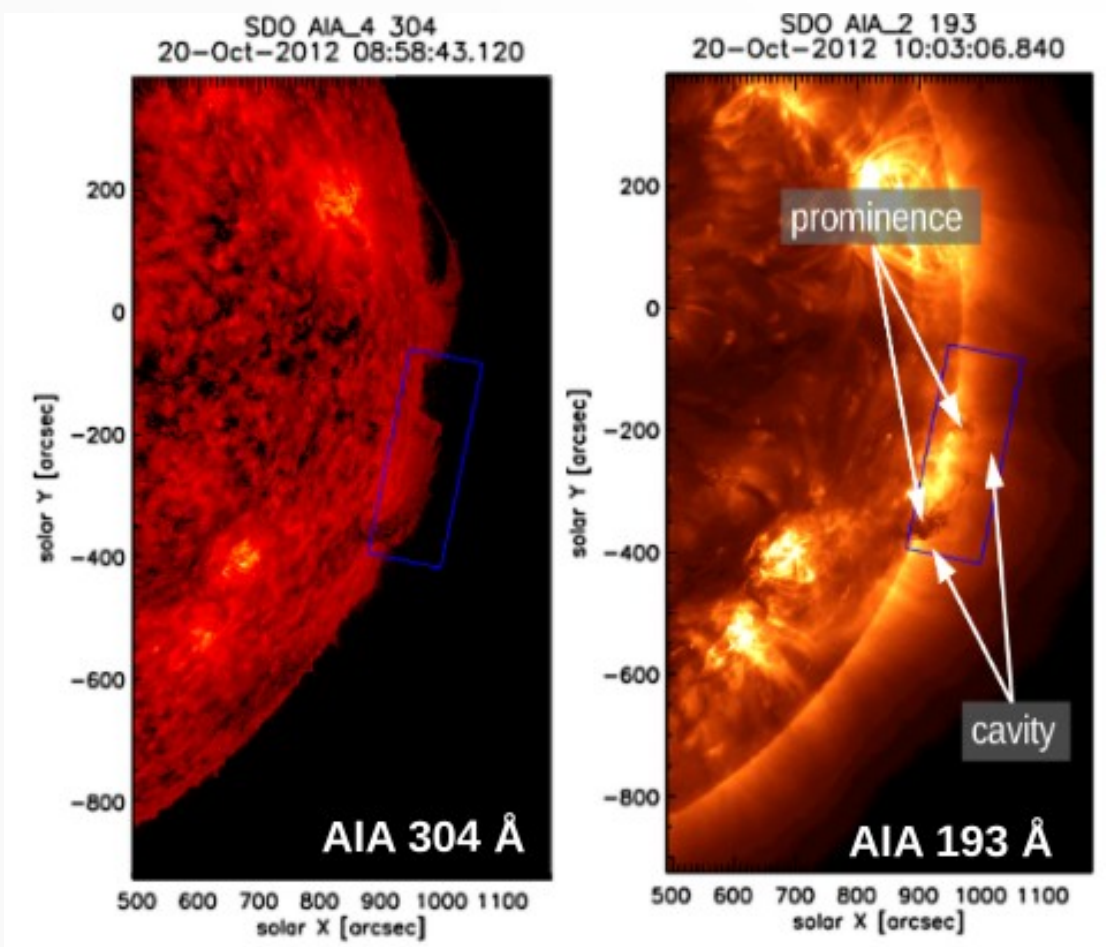
- Slnečný cyklus: H alfa protuberancie



- V. Rušin, M. Rybanský, M. Minarovjech + ...

Naše projekty:

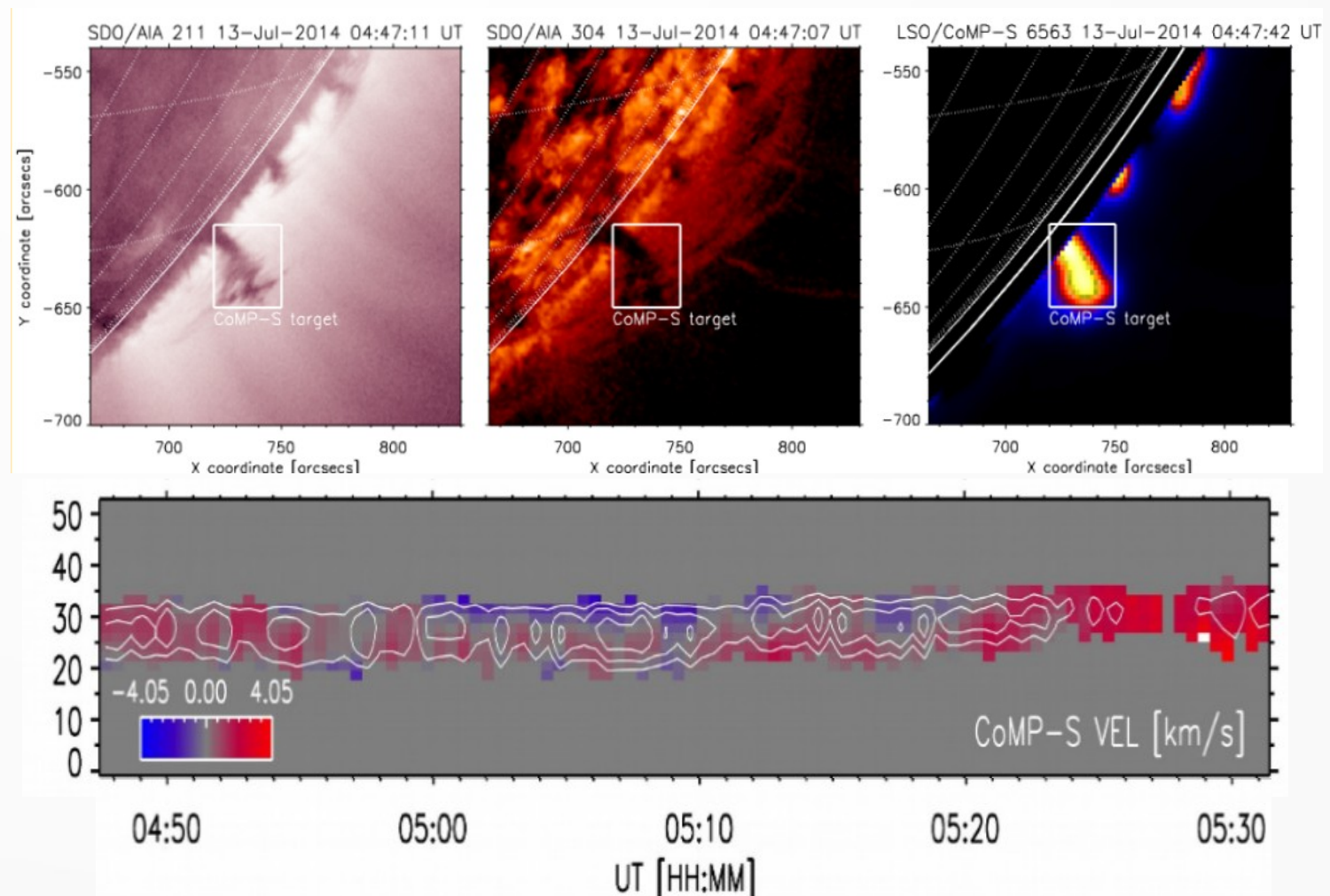
- Hmotnosť protuberancií: príklad z 20/10/2012 - ~2.01 miliardy ton



- P. Schwartz, P. Heinzel (AsÚ AV ČR)

Naše projekty:

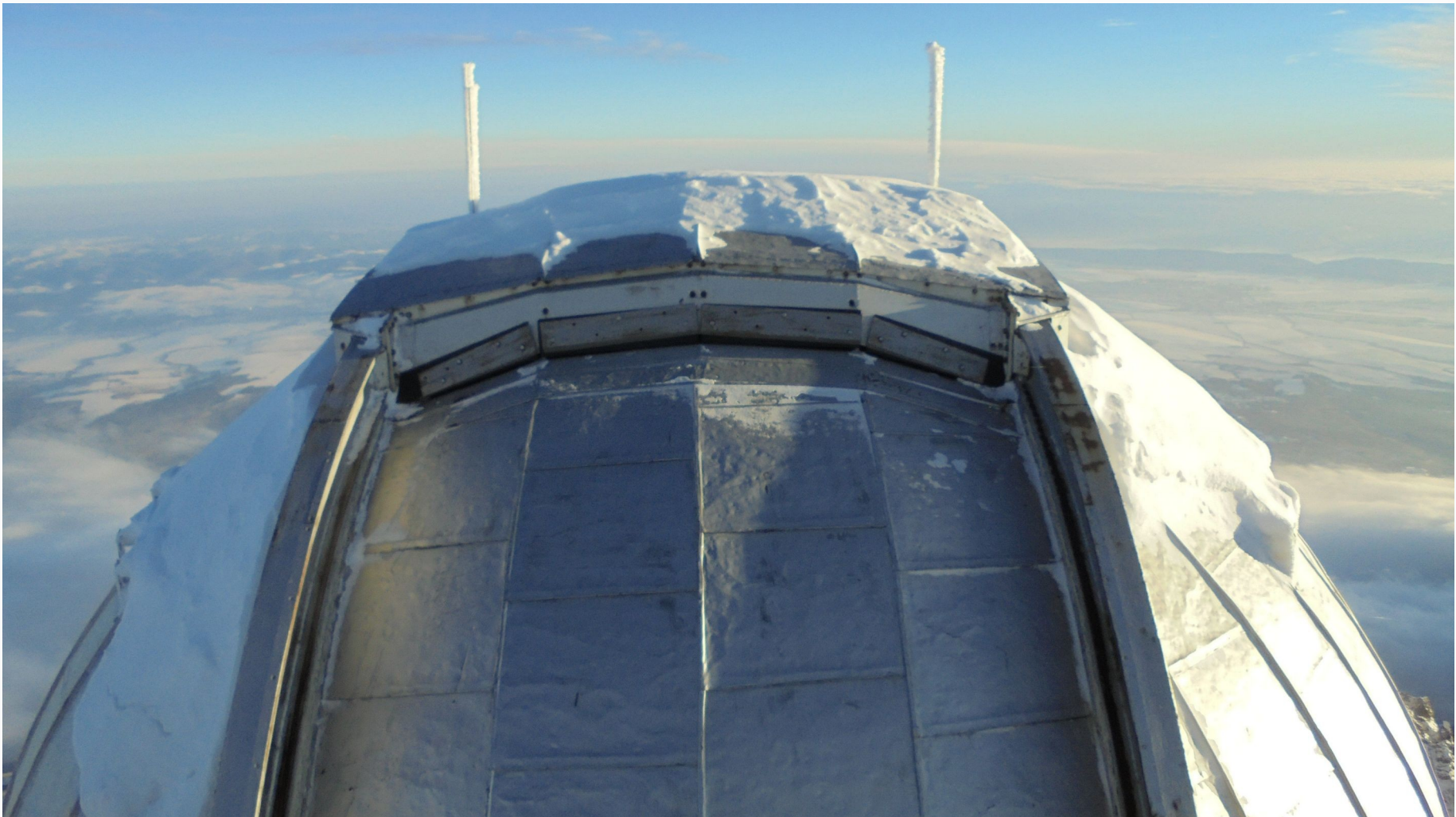
- Tornáda v ukotveniach protuberancií?



- J. Rybák, P. Gomory, J. Koza

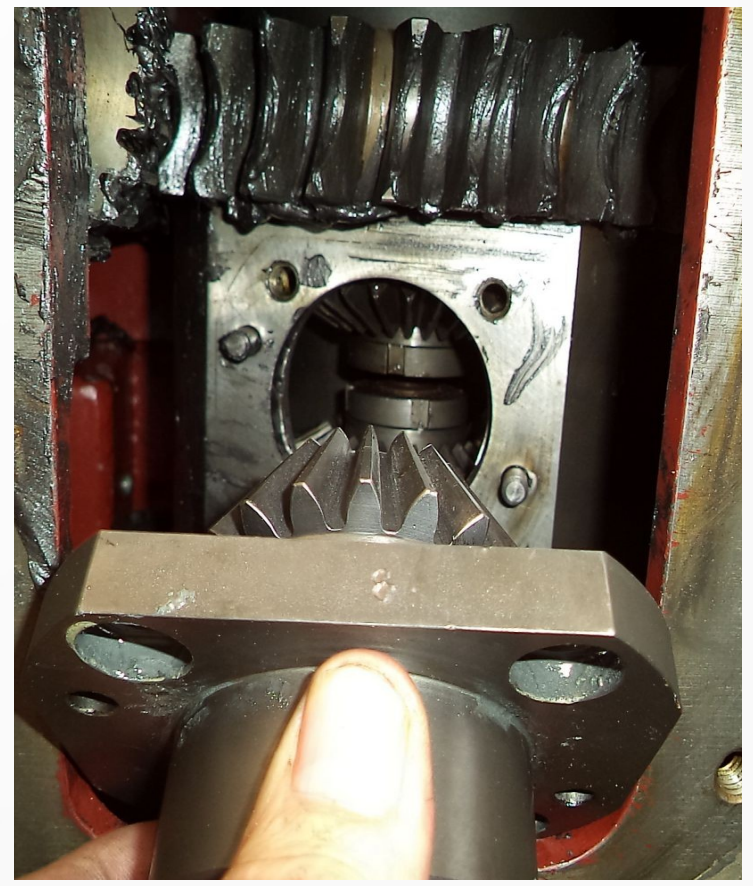
Naše projekty:

- Technická odstávka: kupola – otváranie kupoly



Naše projekty:

- Technická odstávka: kupola – otáčanie kupoly



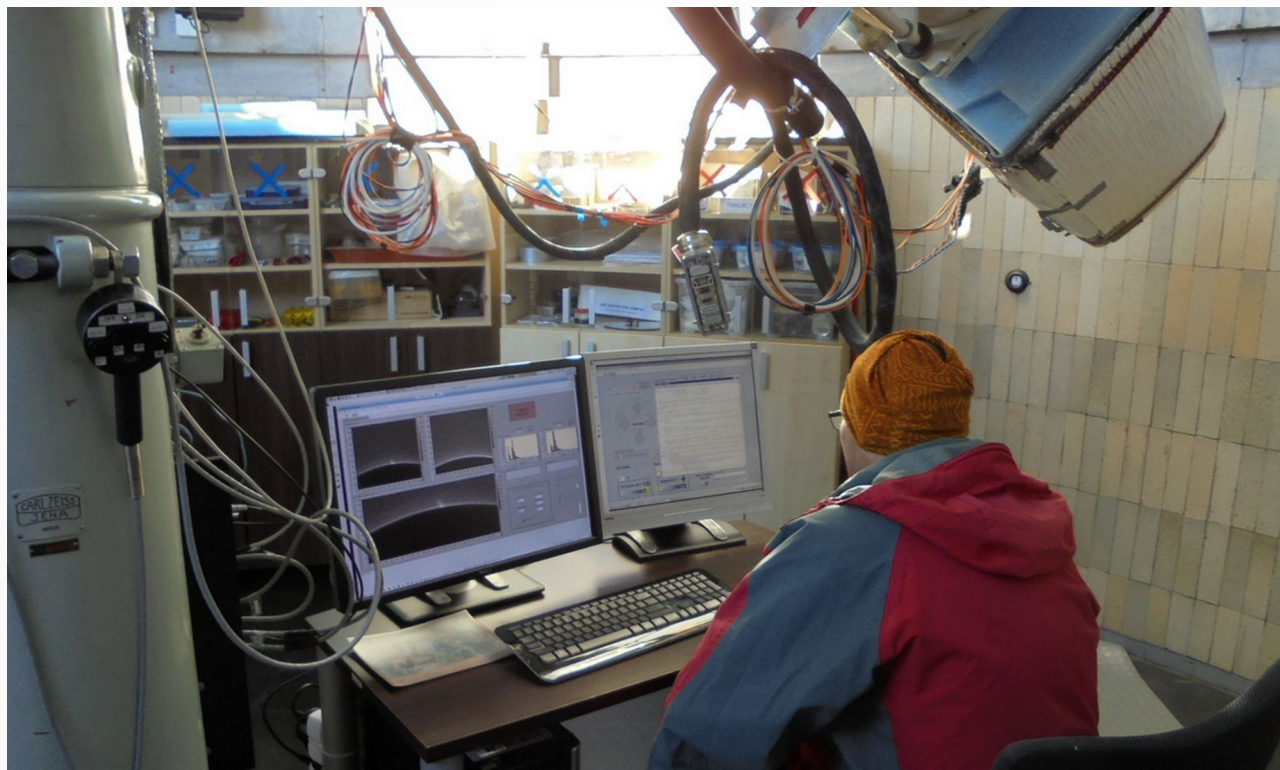
Naše projekty:

- Technická odstávka: úpravy přístrojov – kamerový modul CoMP-S



Naše projekty:

- Technická odstávka:
 - vylepšenia programu SCMP na ovládanie prístrojov (LabVIEW)
 - vylepšenia projektu prístroja UJ2P
 - pozorovacie programy: optimalizácia, zaúčanie pozorovateľov

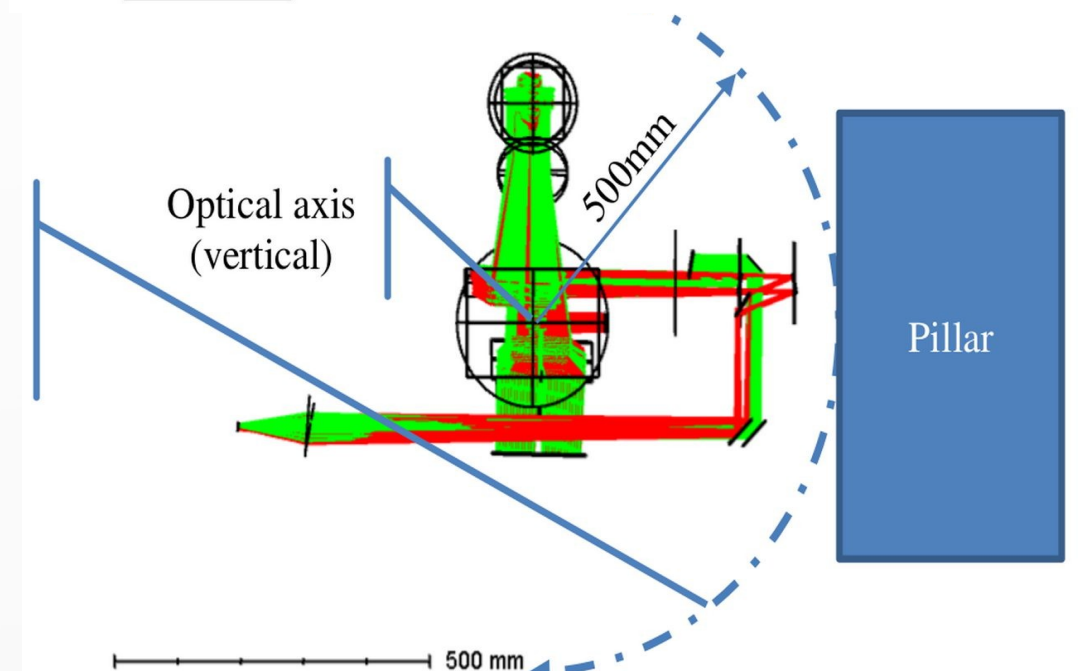
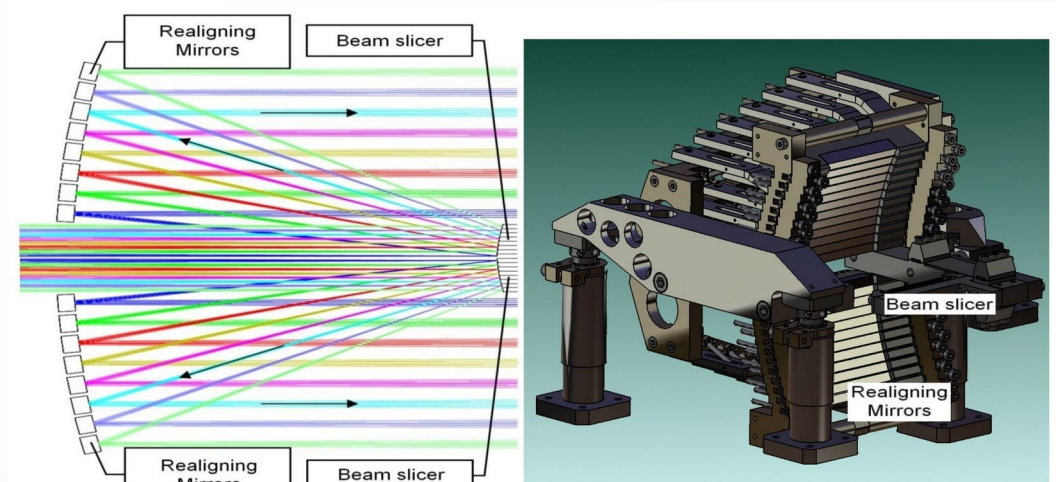
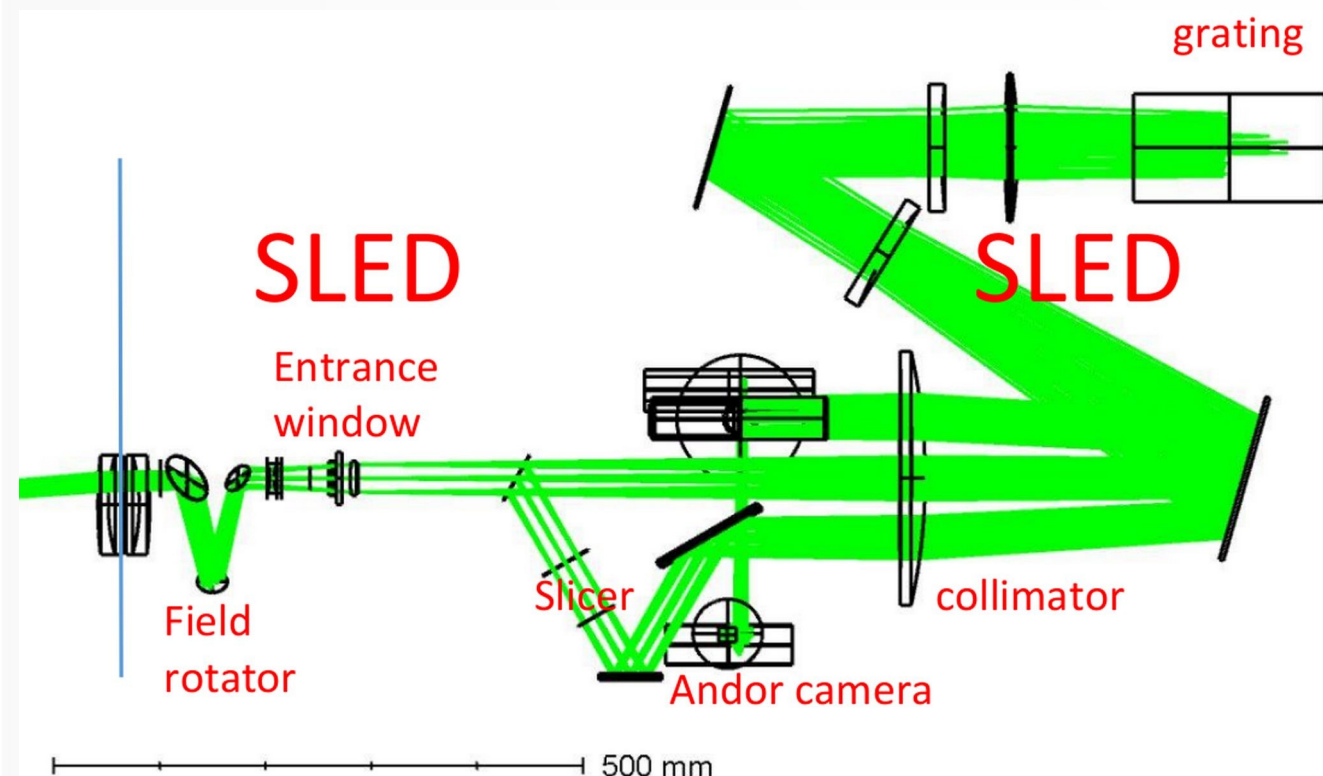


Naše projekty:

- Prístroj SLED – Solar Line Emission Dopplermeter: prosba, vývoj, testy, hostovanie (konzorcium inštitúcií z I, F, GB, PL, SK)
- SLED:
 - 3D pozorovanie simultánne (x,y,vlnová dĺžka)
 - 2 spektrálne čiary simultánne
 - unikátny MSDP optický dizajn + mikro mechanika + optika
 - vysoká kadencia meraní: ~ 1s
 - adresovaná otvorená astrofyzikálna otázka: *existujú v slnečnej koróne vysokofrekvenčné vlnenia spôsobujúce pohyb slučiek magnetického poľa?*
 - preprinty akceptovaných článkov: Experimental Astronomy, Advances in space Research

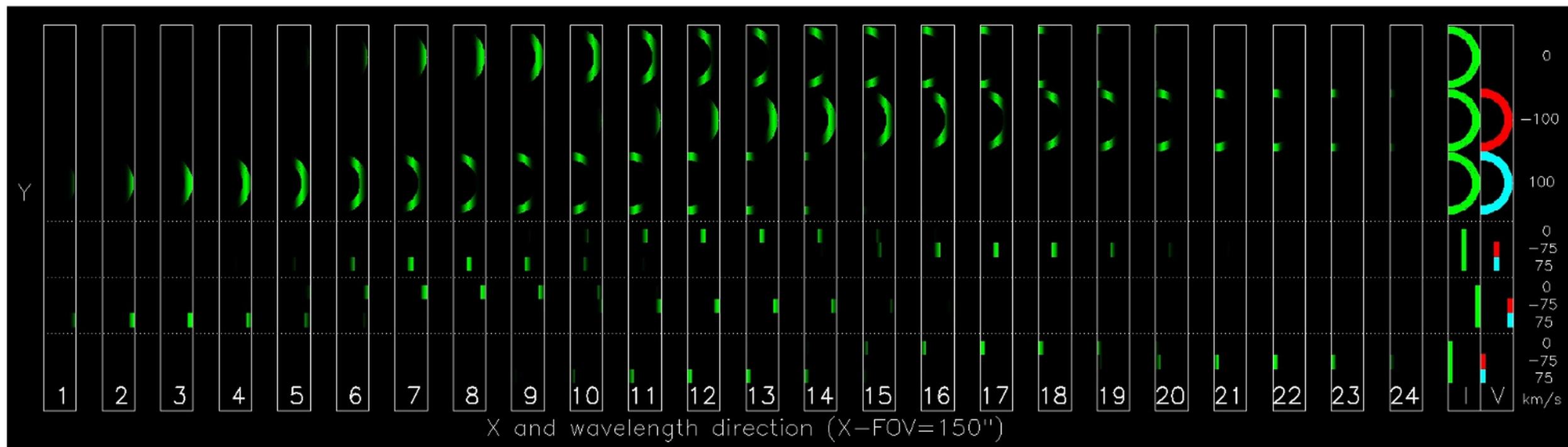
Naše projekty:

- Prístroj SLED: vývoj



Naše projekty:

- Prístroj SLED: testovanie očakávaného výstupu: emisia + 1 MK teplej plazmy s dynamikou v 24 zobrazovacích okniach



LSO plány:

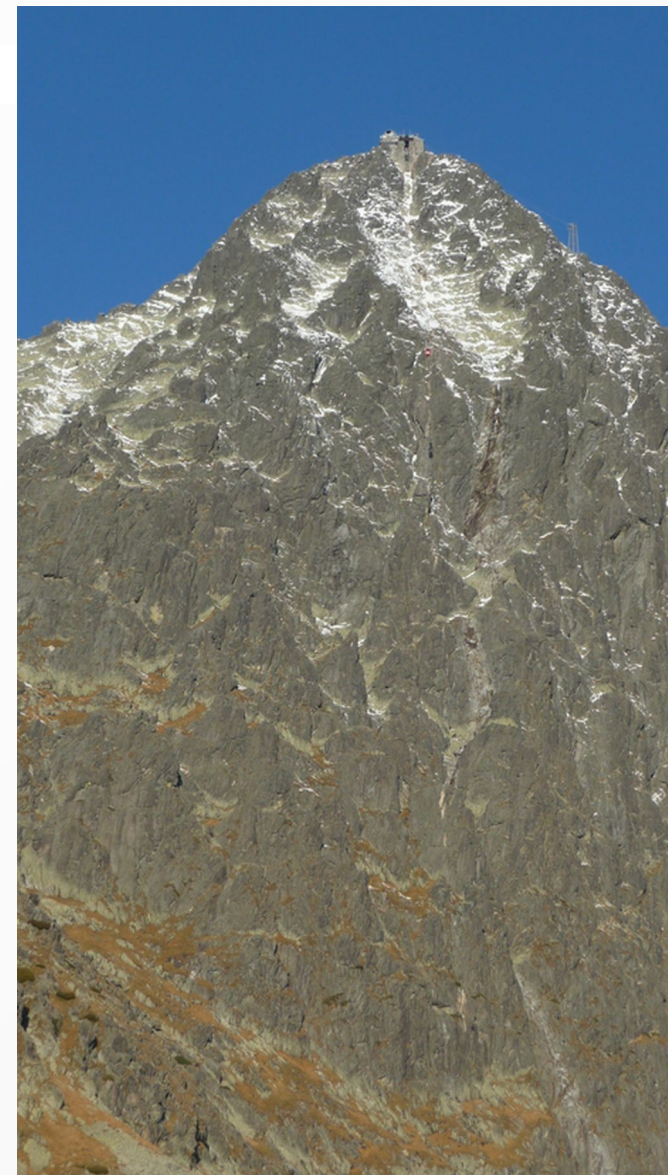
- Pozorovacie prístroje:
 - priebežné vylepšovanie
 - vývoj, testy a hostovanie prístroja SLED
- Pozorovania:
 - vlastné projekty
 - podpora pozorovaní družíc PSP, PROBA 3 a sondy Solar Orbiter
- Renovácia priestorov hvezdárne
- Kupola: úpravy pre zlepšenie pozorovacích podmienok
- ...

LSO pre Vás:

- Dni otvorených dverí: každoročne bez COVIDu, 2 soboty v lete
- Exkurzie študentov astronómie a fyziky
- Krátkodobé stáže študentov zameraných na výskum Slnka
- Colleagues wanted!
Fyzika či elektronika, záujem sa učiť a riešiť problémy,
zanietenie, M+F+PROG + A, zdravotný stav.

Čakáme Vás!

- Prezentácia: <https://www.astro.sk/~choc/news/20201112/>



LSO pre Vás:

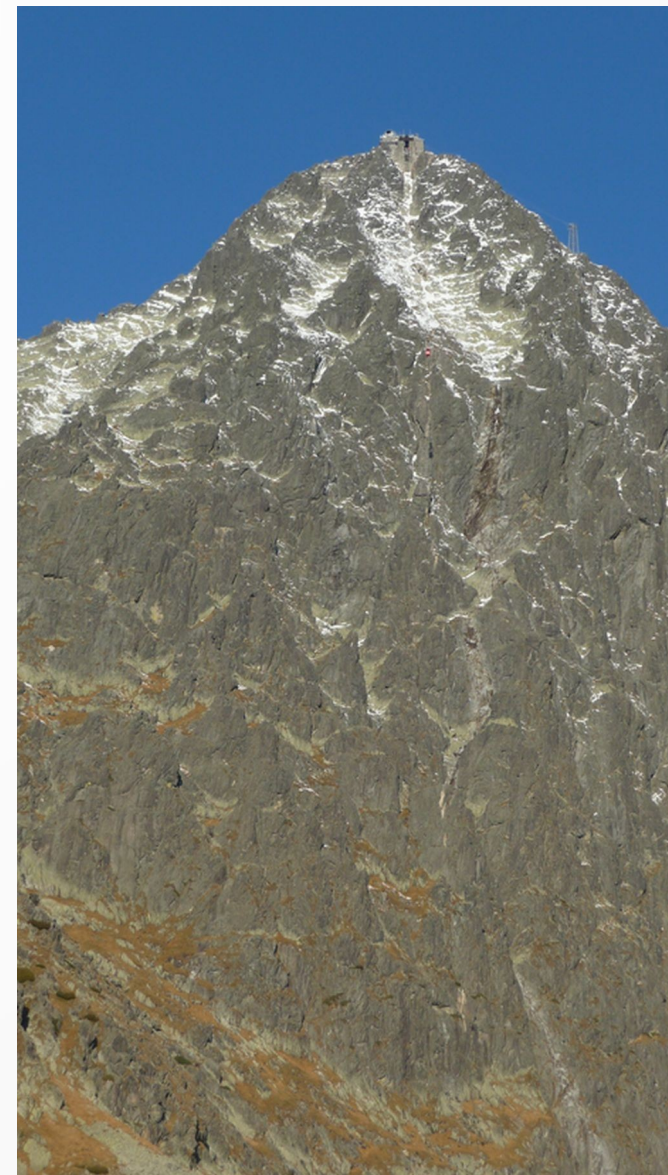
- Dni otvorených dverí: každoročne bez COVIDu, 2 soboty v lete
- Exkurzie študentov astronómie a fyziky
- Krátkodobé stáže študentov zameraných na výskum Slnka

- Colleagues wanted!

Fyzika či elektronika, záujem sa učiť a riešiť problémy,
zanietenie, M+F+PROG + A, zdravotný stav.

Čakáme Vás!

- Prezentácia: <https://www.astro.sk/~choc/news/20201112/>



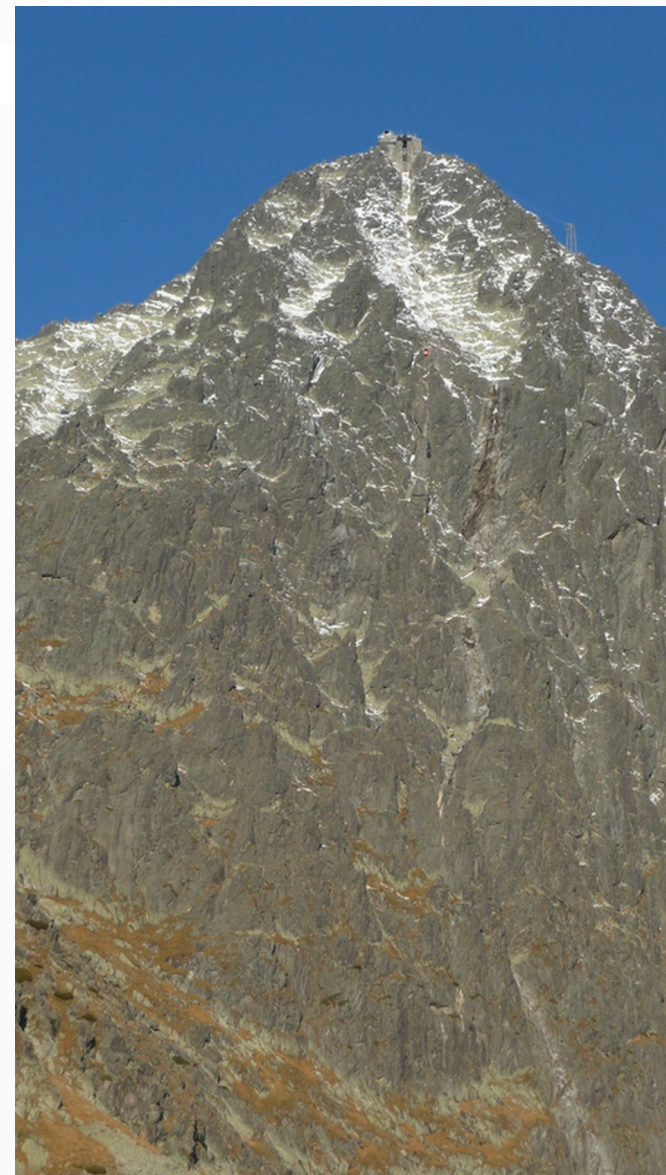
LSO pre Vás:

- Dni otvorených dverí: každoročne bez COVIDu, 2 soboty v lete
- Exkurzie študentov astronómie a fyziky
- Krátkodobé stáže študentov zameraných na výskum Slnka
- Colleagues wanted!

Predpoklady: astro/fyzika či elektronika, záujem sa učiť a riešiť problémy, zanietenie, M+F+PROG + A, zdravotný stav.

Čakáme Vás!

- Prezentácia: <https://www.astro.sk/~choc/news/20201112/>

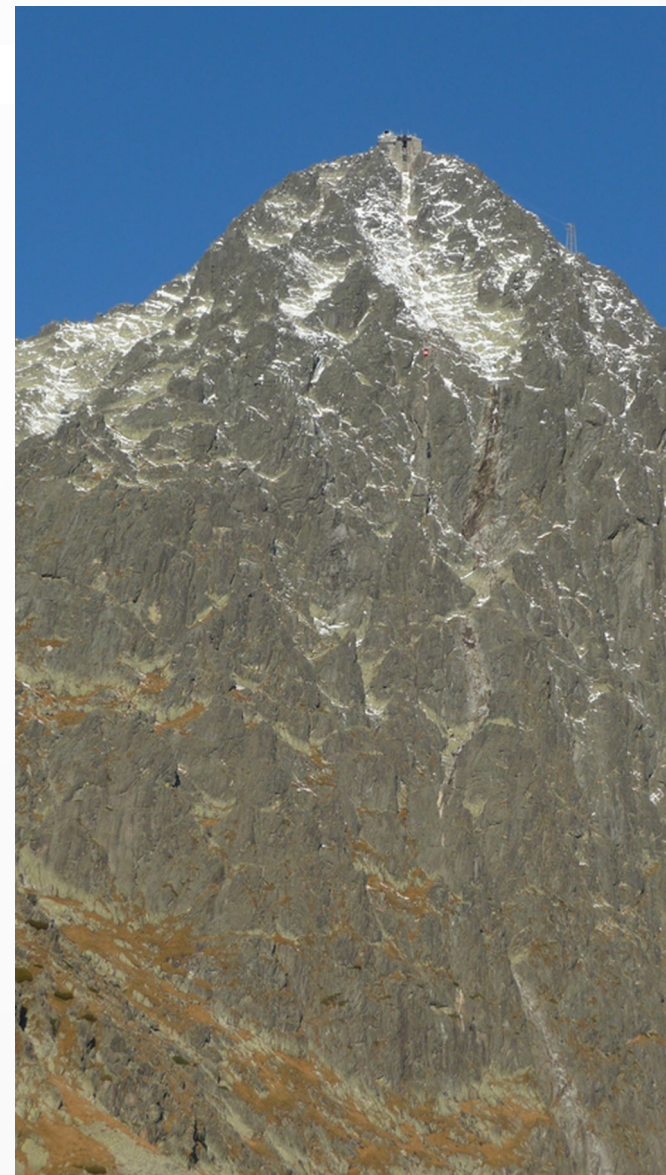


LSO pre Vás:

- Dni otvorených dverí: každoročne bez COVIDu, 2 soboty v lete
- Exkurzie študentov astronómie a fyziky
- Krátkodobé stáže študentov zameraných na výskum Slnka
- Colleagues wanted!
Predpoklady: astro/fyzika či elektronika, záujem sa učiť a riešiť problémy, zanietenie, M+F+PROG + A, zdravotný stav

Čakáme Vás!

- Prezentácia: <https://www.astro.sk/~choc/news/20201112/>

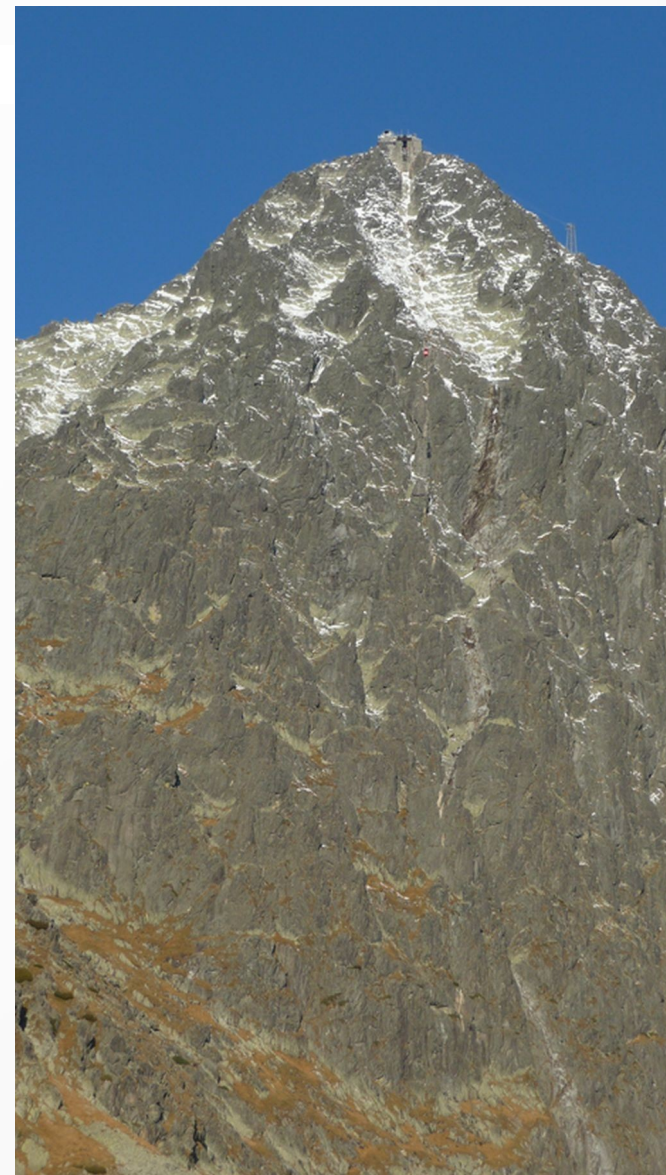


LSO pre Vás:

- Dni otvorených dverí: každoročne bez COVIDu, 2 soboty v lete
- Exkurzie študentov astronómie a fyziky
- Krátkodobé stáže študentov zameraných na výskum Slnka
- Colleagues wanted!
Predpoklady: astro/fyzika či elektronika, záujem sa učiť a riešiť problémy, zanietenie, M+F+PROG + A, zdravotný stav.

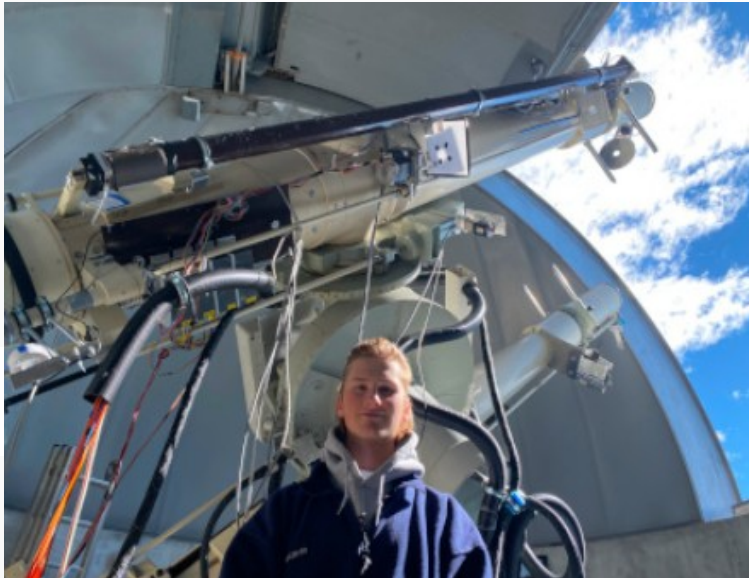
Čakáme Vás!

- Prezentácia: <https://www.astro.sk/~choc/news/20231108/>



LSO summer internships:

- Student interested in a stay at the LSO to learn more about the g-b coronagraphic observations are welcome! Just send an email...
- Conditions: stay at the LSO is free of charge, travel including the cable car ticket and foodstuff is up to you
- Small groups are preferred



Student Mark Morris, Westminster college, London, UK @ LSO

LSO skupina AsÚ SAV:

- Pozorovatelia – astronómovia: P. Schwartz, J. Rybák
- Pozorovatelia – elektroinžinieri: M. Trembáč. Jakub Ambroz
- Elektroinžinieri: Jaro Ambroz, M. Hutár (malá časť)
- Údržbár: F. Budzák
- Koordinácia a vedenie: P. Gőmőry (malá časť)
- Admin: R. Komžík (malá časť)
- Mechanik: J. Klein (malá časť)
- Technická podpora: V. Dubjel, Š. Irha, D. Jendrejčák (malá časť)
- Upratovanie: Z. Petrová (malá časť)

-

LSO skupina AsÚ SAV:

- Pozorovatelia – astronómovia: P. Schwartz, J. Rybák
- Pozorovatelia – elektroinžinieri: M. Trembáč. Jakub Ambroz
- Elektroinžinieri: Jaro Ambroz, M. Hutár (malá časť)
- Údržbár: F. Budzák
- Koordinácia a vedenie: P. Gőmöry (malá časť)
- Admin: R. Komžík (malá časť)
- Mechanik: J. Klein (malá časť)
- Technická podpora: V. Dubjel, Š. Irha, D. Jendrejčák (malá časť)
- Upratovanie: Z. Petrová (malá časť)
- “Na plecích predchodcov” (J. Lexa, J. Šóška, M. Rybanský, V. Rušin, M. Minarovjech, Ľ. Klocok, E. Dzifčáková, K. Maník, L. Scheirich, R. Mačura, P. Bendík, P. Habaj, ...)

In fine



The LSO group thank you for your attention

LSO position to be opened!

- In 2023 very probably a new position will be opened:
observing assistant/electronic engineer or **observing assistant/astronomer**
with a 1-week long duty shift per month at the LSO

