

Vzdělávací soustředění studentů projekt KOSOAP Slunce, projevy sluneční aktivity a využití spektroskopie v astrofyzikálním výzkumu

TENTO PROJEKT JE SPOLUFINANCOVÁN EVROPSKOU UNIÍ, Z PROSTŘEDKŮ FONDU MIKROPROJEKTŮ
SPRAVOVANÉHO REGIONEM BÍLÉ KARPATY



TRENČIANSKY
SAMOSPRAVNÝ
K • R • A • J

TENTO PROJEKT JE SPOLUFINANCOVANÝ EURÓPSKOU ÚNIOU, Z PROSTRIEDKOV FONDU MIKROPROJEKTOV
SPRAVOVANÉHO TRENČIANSKYM SAMOSPRAVNÝM KRAJOM

Jak na Slunce? Pozorování Slunce



Hvězdárna Valašské Meziříčí, p. o.
Kysucká hvězdárna v Kysuckom Novom Meste



Ing. Jan Zahajský, Pražská pobočka ČAS

Jak na Slunce ?



Pozorování Slunce

Valašské Meziříčí 12.11.2011 • Jan Zahajský

POZOROVÁNÍ SLUNCE

Amatérské pozorování naší nejbližší hvězdy:

Bezpečnost především !

- na astronomické poměry dynamické jevy
 - není nutno ponocovat
 - není zima jako v noci
 - dalekohledy se neroší
- od nejlevnějších prostředků až po statisíce
 - jednodušší zpracování počátečních elektronických pozorování

Pozorování Slunce

Valašské Meziříčí 12.11.2011 • Jan Zahajský



Základní údaje

Průměr Slunce:	1 391 000 km
Střední vzdálenost od Země:	149 600 000 km
Velikost na obloze:	0,53° tj. 32′
Rozlišovací schopnost oka:	cca 1′ (3 cm/100 m)
Detail viditelný okem:	1/2 ... 22 000 km/1.8 D _Z
Velikost Slunce při f=1000mm:	9.3 mm



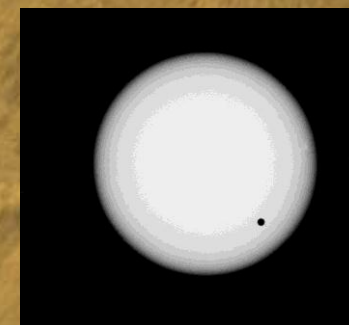
Pozorování Slunce

Valašské Meziříčí 12.11.2011 • Jan Zahajský

Pozorování volným okem

Co můžeme pozorovat pouhým okem:

- velké jednotlivé skvrny nebo skupiny skvrn
- při zatmění jeho průběh, v případě úplného zatmění sluneční korónu
- v souvislosti se Sluncem lze pozorovat důsledky refrakce u obzoru, polární záře, zvířetníkové světlo atp.
- přechody planet lze/nelze pozorovat okem (Venuše $0.8'$ / Merkur $0.2'$)



Pozorování Slunce

Valašské Meziříčí 12.11.2011 • Jan Zahajský



Pozorování volným okem

Prostředky pro pozorování volným okem:

- speciální brýle pro pozorování Slunce (většinou použita mylarová nebo polyamidová folie)
- svářečské sklo č. 13 nebo 14
- diskety, kompaktní disky, svíčkou očazené sklo – není nijak omezena propustnost v IR oblasti, omezují světlo nikoliv teplo, pouze pro krátkodobé pozorování nebo pozorování u obzoru



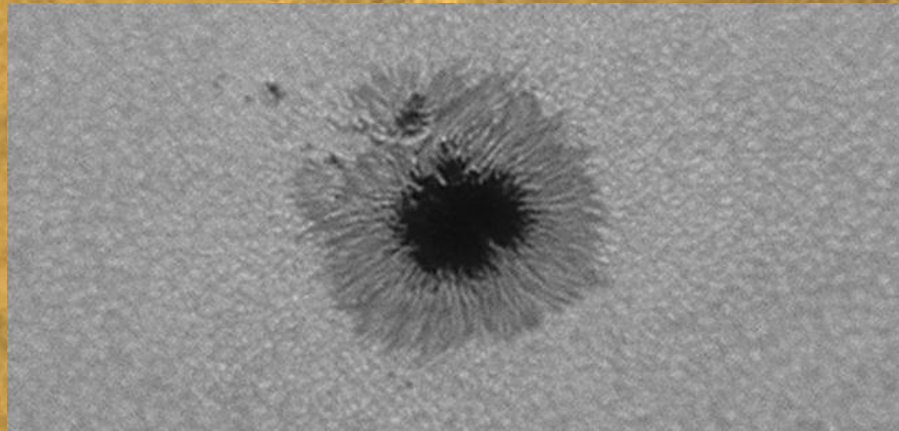
Pozorování Slunce

Valašské Meziříčí 12.11.2011 • Jan Zahajský

Pozorování v bílém světle

Co můžeme pozorovat dalekohledem:

- jednotlivé skvrny nebo skupiny skvrn
- detaily skvrn – umbru, penumbru, strukturu vláknem
- granulaci – jemná struktura slunečního povrchu
- fokulová pole – jasnější oblasti na povrchu



Pozorování Slunce

Valašské Meziříčí 12.11.2011 • Jan Zahajský

Pozorování v bílém světle



Pozorování Slunce

Valašské Meziříčí 12.11.2011 • Jan Zahajský



Pozorování v bílém světle

Techniky pozorování v bílém světle:

1. Objektivový sluneční filtr

- Filtr je umístěn před vstupem do dalekohledu – **lze použít u všech typů dalekohledů**
- Filtr je buď skleněný nebo z folie – starší mylar nebo novější polyamid (12 mikrometrů) – odrazná vrstva je nanesená pokovením
- Pozor na bezpečné připevnění



Pozorování v bílém světle

Techniky pozorování v bílém světle:

2. Herschelův hranol

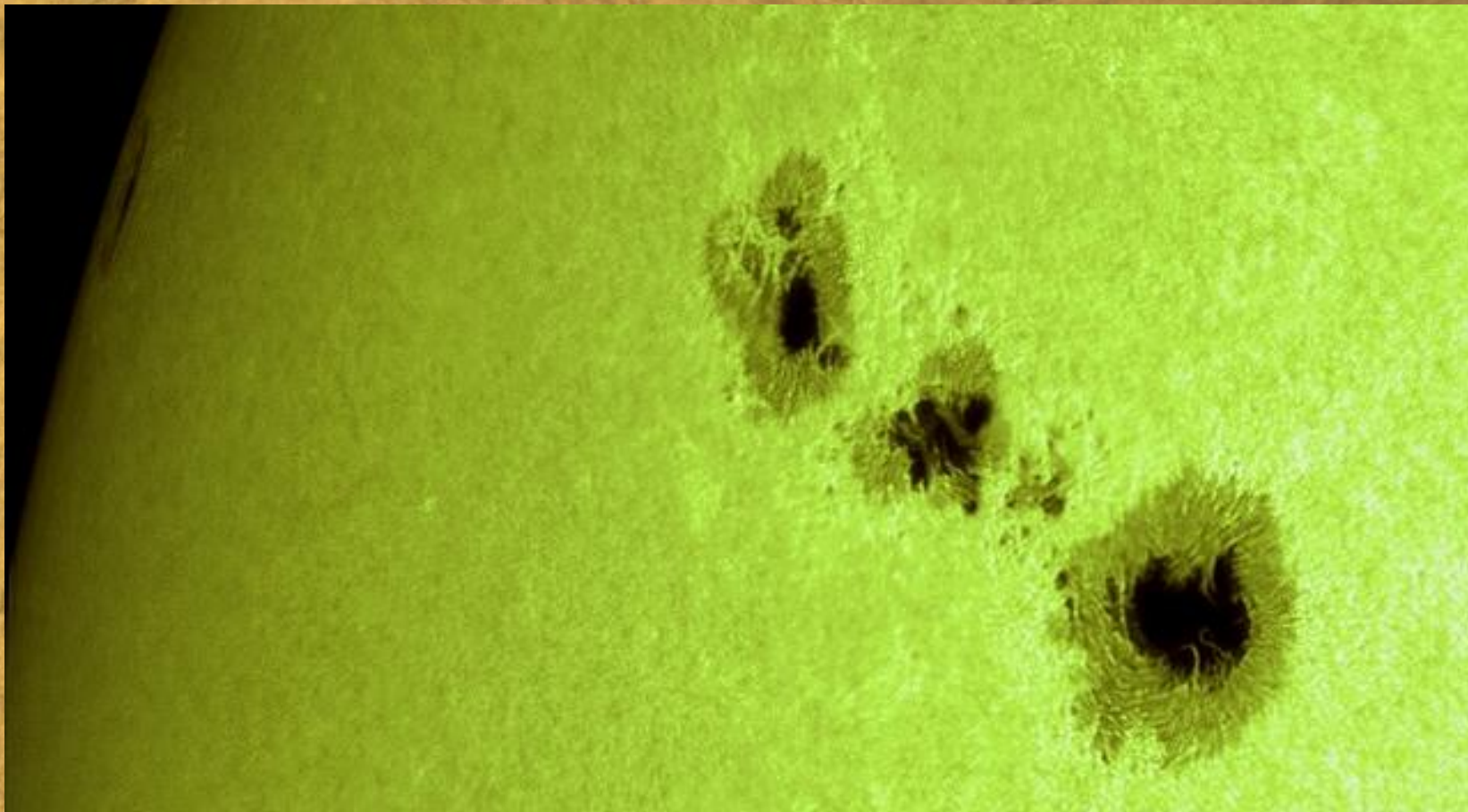
- Klínové sklo – hranol je umístěn za dalekohledem – vhodný jen pro určitý typ čočkových dalekohledů – refraktorů, kde nevadí hromadění tepla (bez rovnače pole)
- Odrazem od neupravené plochy se odráží okolo 8% světla, nutnost dalších vložených neutrálních a dalších filtrů



Pozorování Slunce

Valašské Meziříčí 12.11.2011 • Jan Zahajský

Pozorování v bílém světle



Pozorování Slunce

Valašské Meziříčí 12.11.2011 • Jan Zahajský



Pozorování v bílém světle

Techniky pozorování v bílém světle:

3. Okulárová projekce

- Sluneční disk se promítá na stínítko – vhodné jen pro určitý typ dalekohledu a projekčního okuláru (ohnisko mimo optickou soustavu)
- Velikost disku je závislá na F_{obj} , F_{okul} , a povysunutí okuláru mimo ohnisko. Pro ostrý obraz se velikost slunečního disku a správná vzdálenost stínítka dopočítá.



Pozorování v čáře vodíku

Spektrální čára vodíku 656.28 nm

První typy filtru z krystalického křemíku (cca 1930, Bernard Lyot, podobný systém I. Šolc) ve spojení se zástiněm Slunce – vznik **koronografu**.

Amatérskými prostředky nedostupný

- H-Alfa filtr od 100 do 2Å, velmi drahé
- zástin – umělý Měsíc – sada 4-10 kusů, umístění v ohnisku, wolframové.
- nezobrazuje jevy na slunečním disku



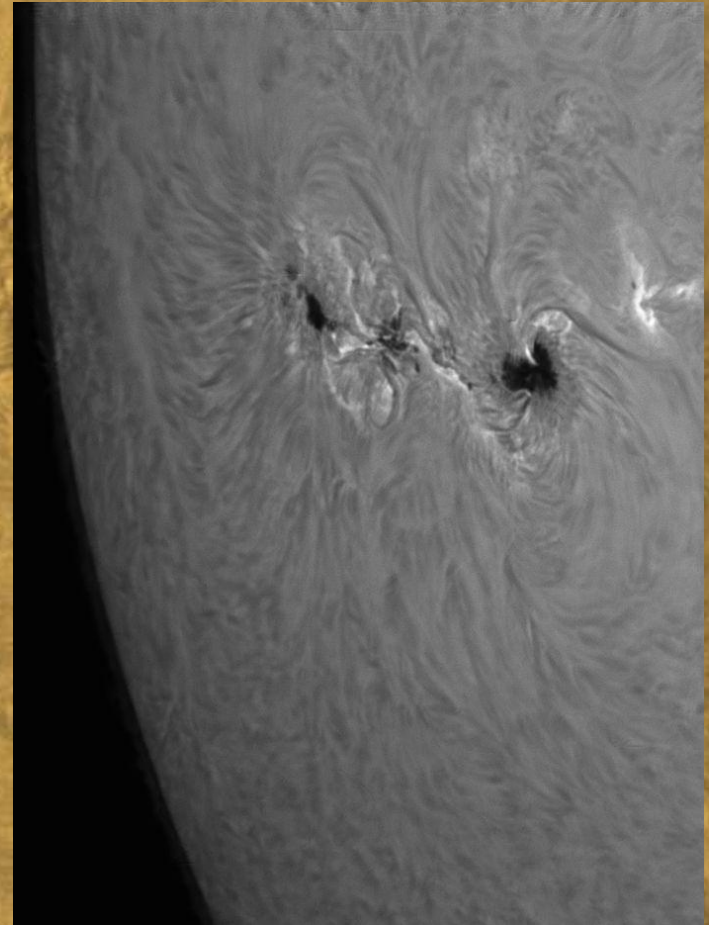
Pozorování Slunce

Valašské Meziříčí 12.11.2011 • Jan Zahajský

Pozorování v čáře vodíku

V 80. letech nástup komerčních interferenčních filtrů:

- tovární výroba – drahé, ale již dostupné
- liší se homogenitou a šířkou propustnosti (běžně $1\text{\AA} - 0.2\text{\AA}$)
- zobrazují i detaily na slun.disku
- možno ladit optimální obraz
 1. tepelné ladění
 2. mechanické naklápění
 3. tlakové ladění



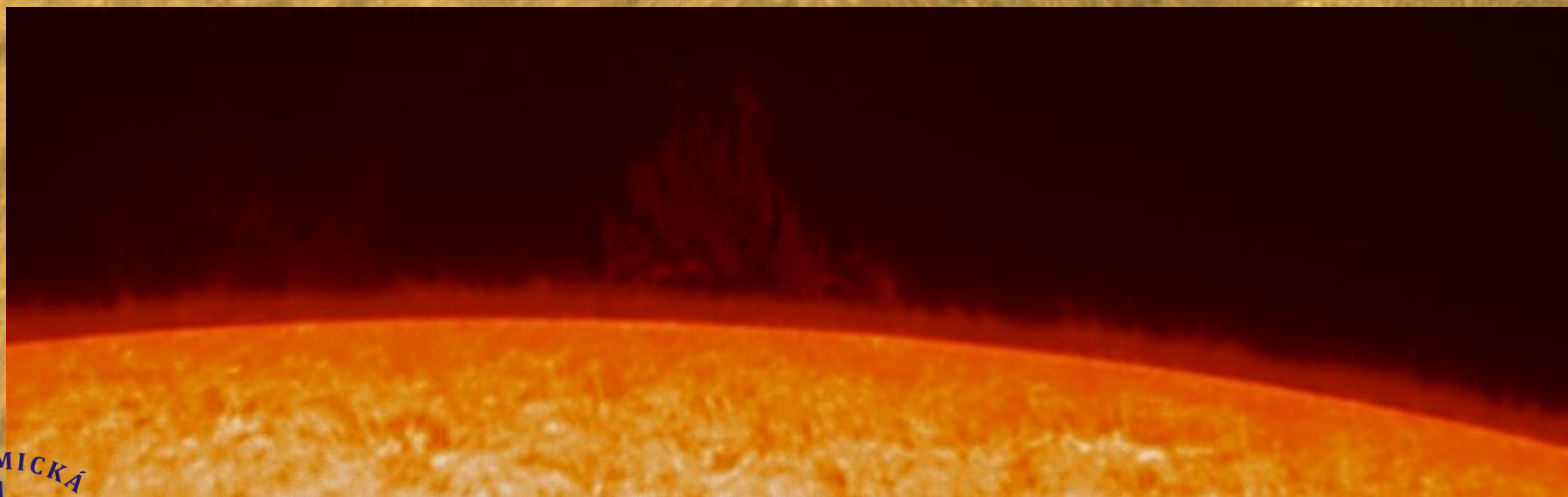
Pozorování Slunce

Pozorování v čáře vodíku

System „DayStar“ – tepelné ladění, montáž do stávajícího dalekohledu, funkční při $f/30$ - $f/45$ (// paprsky)

Výhody: vynikající na detaily

Nevýhody: pomalé přeladování, malý výřez Slunce, náchylné na seeing, náročné na mechaniku montáže



Pozorování Slunce

Valašské Meziříčí 12.11.2011 • Jan Zahajský



Pozorování v čáře vodíku

System „Coronado“ – mechanické ladění (naklápění etalonu), samostatný sluneční dalekohled nebo montáž do stávajícího dalekohledu bez ohledu na f_D

Výhody: přenosné, přehledové pozorování

Nevýhody: patrnější nehomogenita obrazu, slabší v detailech – díky větší světelnosti závislost na kvalitě optiky



Pozorování Slunce



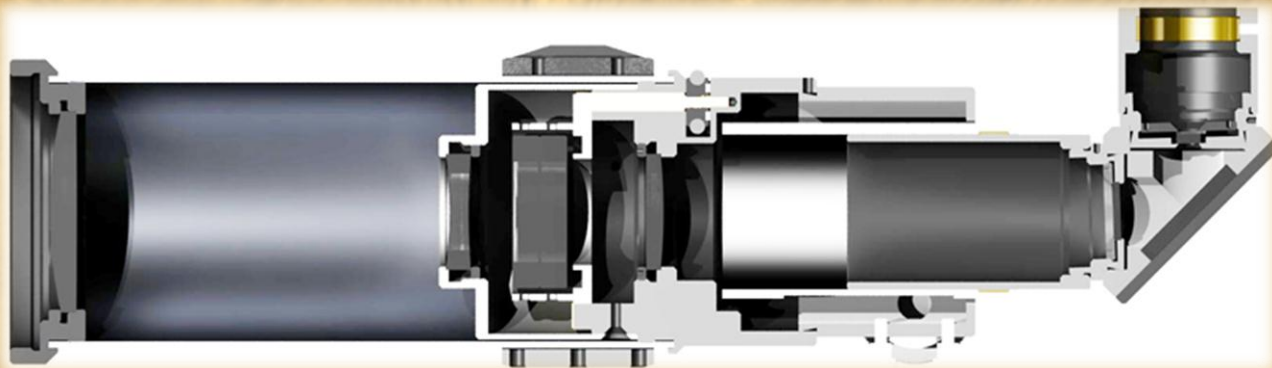
Lunt 152 THa • DMK 41
05.04.2011 • 07:29 UTC • Jan Zahajský



Pozorování v čáře vodíku

System „Lunt“ - novější systém tlakového ladění zvolna nahrazuje mechanické naklápění

- široká řada dalekohledů $D = 35, 60, 80, 100, 152, 230$ mm
- řada filtrů – etalon + blokační pro vlastní konstrukci
- levnější řešení – menší etalon uvnitř



Pozorování Slunce

Valašské Meziříčí 12.11.2011 • Jan Zahajský

Pozorování v čáře vodíku

Ukázky finálních snímků v čáře H-Alfa

Technika:

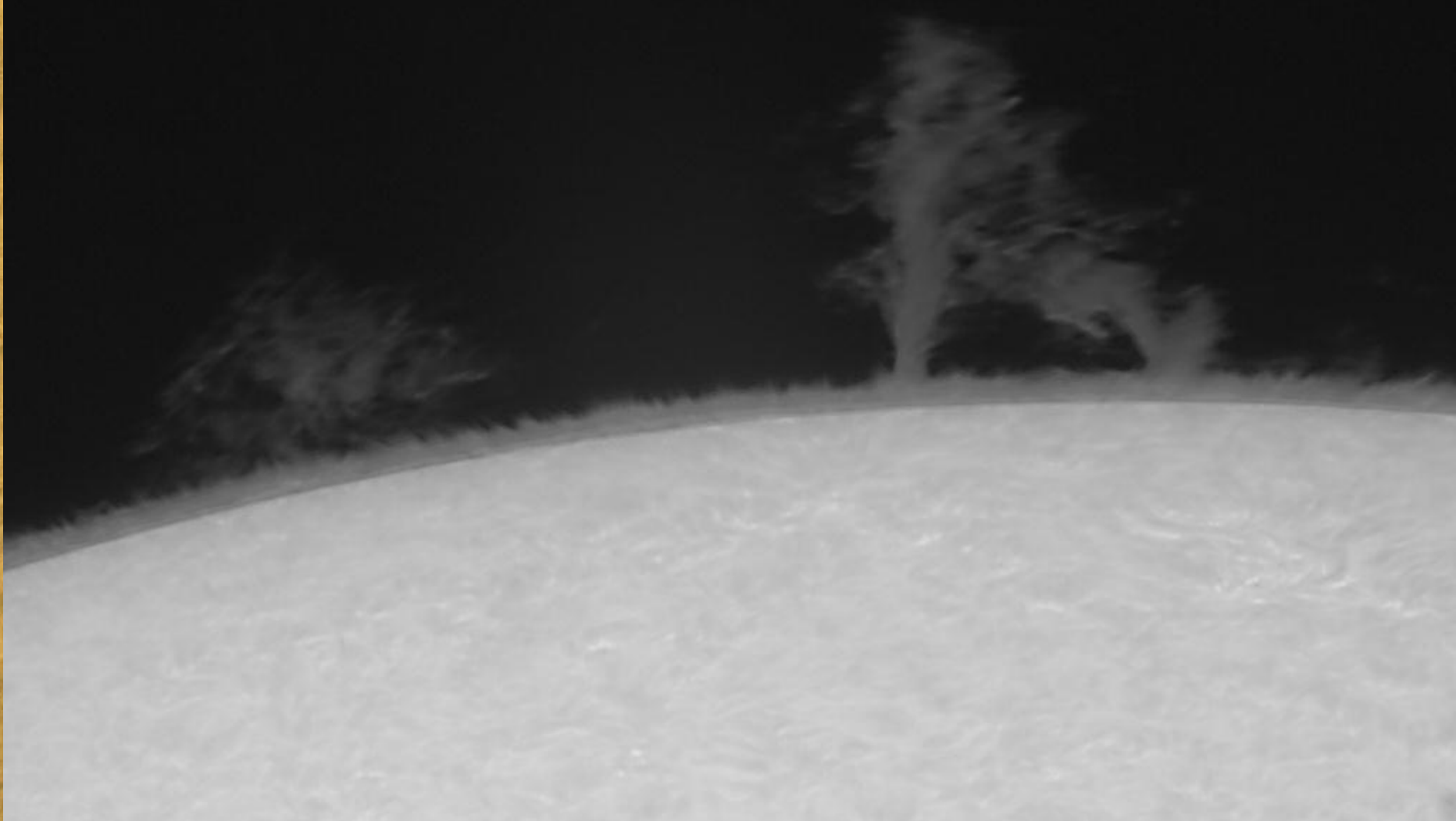
- dalekohled – Lunt LS152THa
- průměr 152 mm, ohnisko 990 mm
- filtr – tlakově laděný Single Stack, propustnost $< 0,65 \text{ \AA}$
- paralaktická montáž Ten Micron GM2000
- kamera Imaging Source DMK, QHY IMG2, MII G1-1400

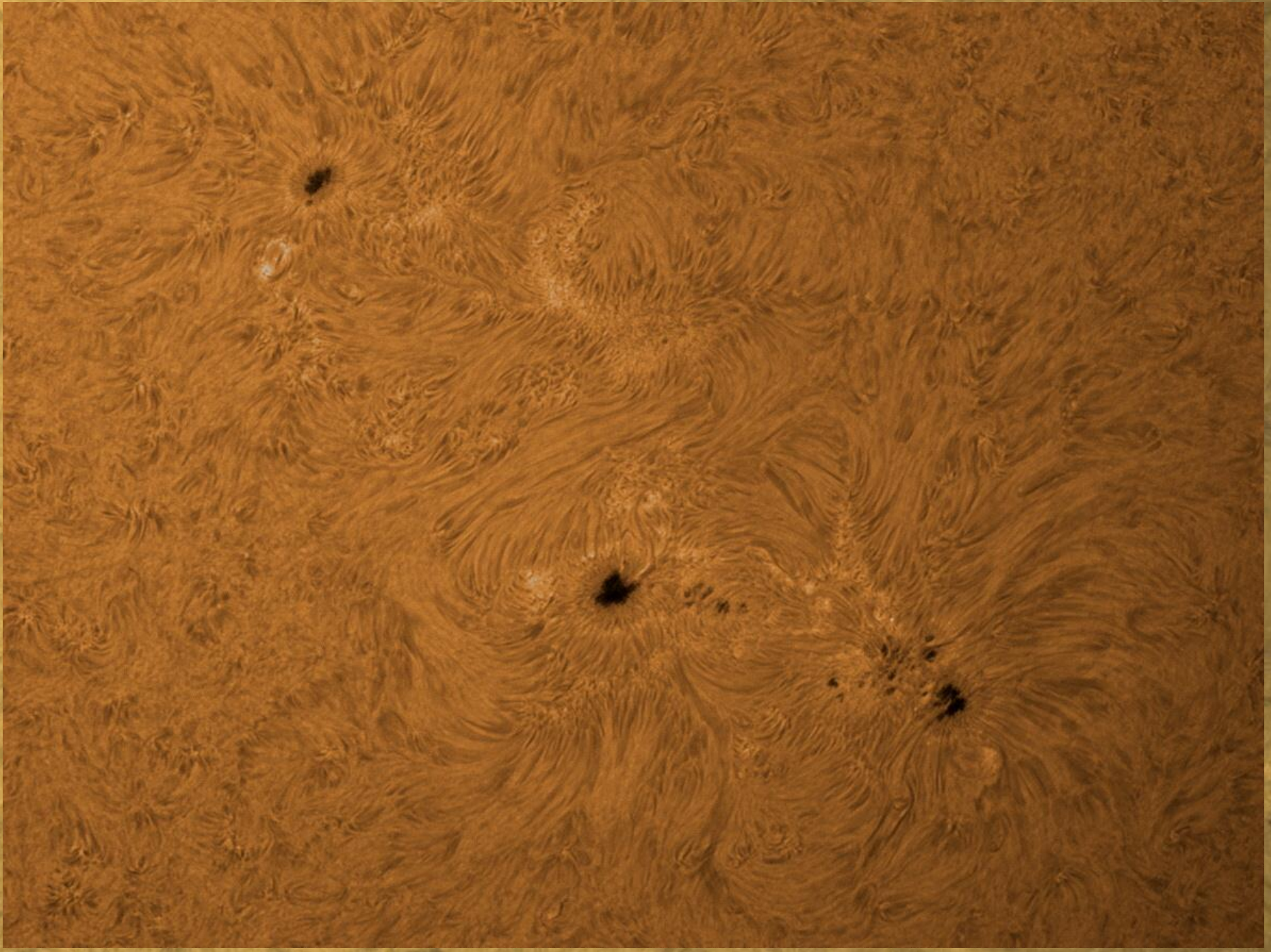


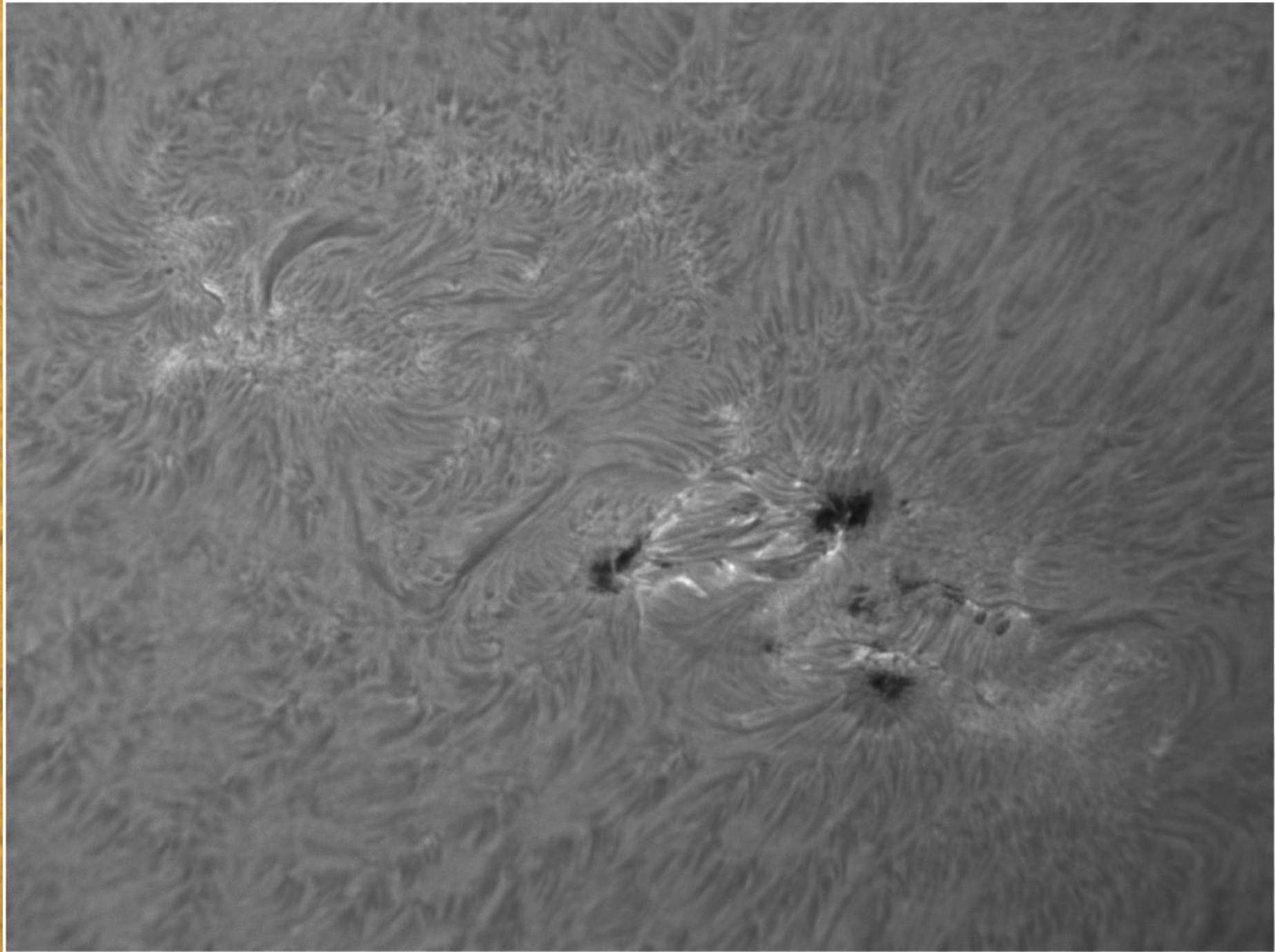
Pozorování Slunce

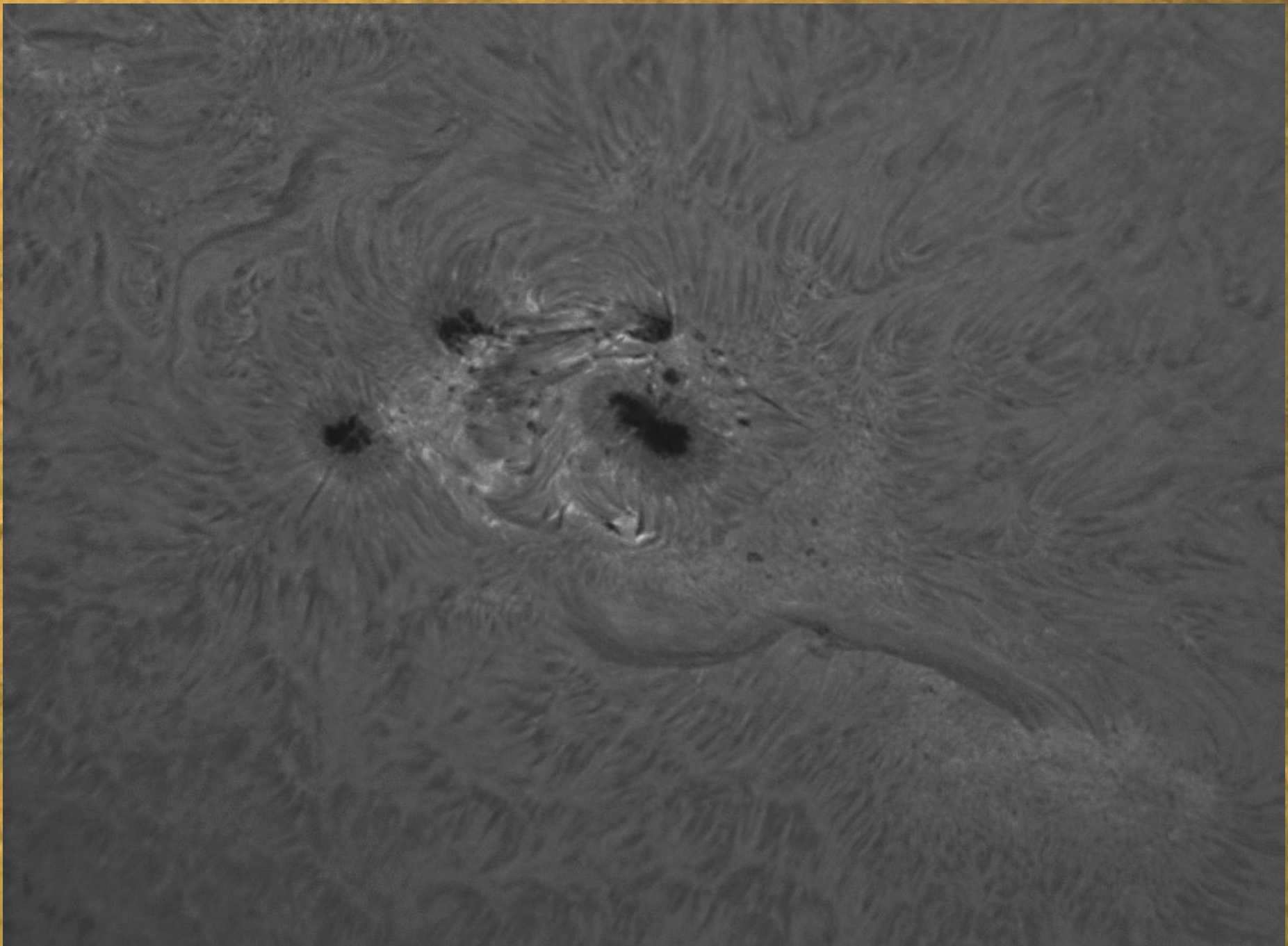
Valašské Meziříčí 12.11.2011 • Jan Zahajský


17.04.2011 • 08:56 UT
Lunt 152 THa • DMK 41
Jan Zahajský • Praha











AR11166

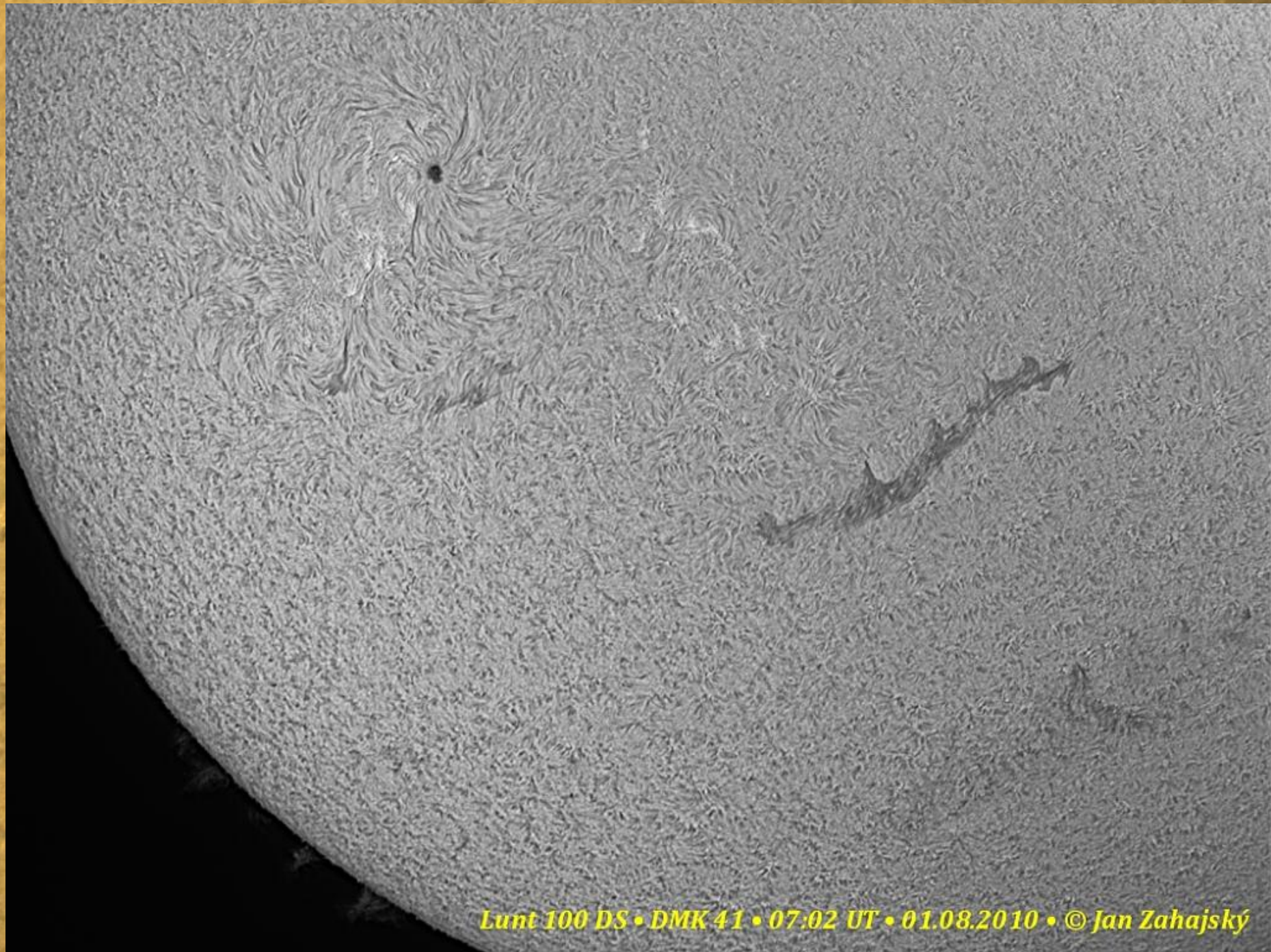
AR11167

AR11164

Lunt LS152TH α • DMK 41

AR11166 • 05.03.2011 • 09:06 UTC

Jan Zahajský



Lunt 100 DS • DMK 41 • 07:02 UT • 01.08.2010 • © Jan Zahajský

Pozorování v čáře vodíku

Možnost doplnění o druhý etalon – zúžení pásma propustnosti např. při 0.7\AA použitím DS na 0.55\AA .

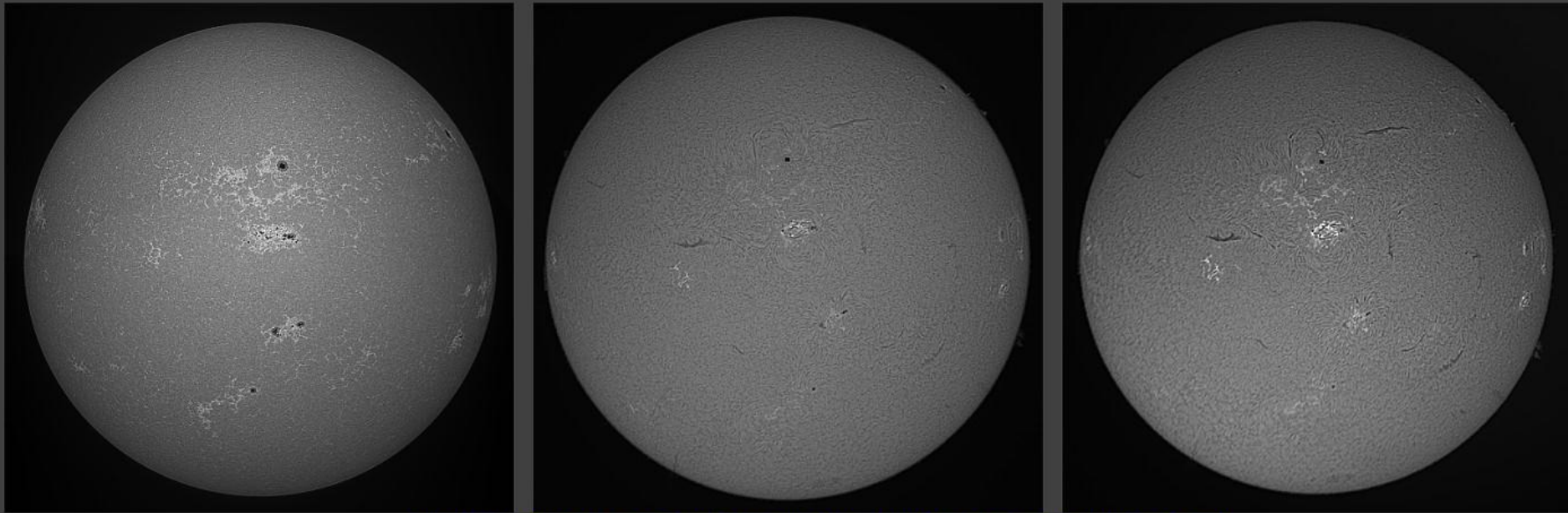


Pozorování Slunce

Valašské Meziříčí 12.11.2011 • Jan Zahajský

Pozorování v čáře vodíku

Srovnání výsledků CaK, H-Alfa SS a H-Alfa DS



*Slunce 16.10.2011 ve 14 hodin SELČ v pořadí : CaK • H-Alfa Single Stack • H-Alfa Double Stack.
Přístroj: Celestro Onyx FD-80, Lunt LS80 THa, Lunt LS80 THa DS, kamera IS DMK41, parametry shodné s výjimkou expozičního času. Oříznuto.*



Pozorování Slunce

Valašské Meziříčí 12.11.2011 • Jan Zahajský

Pozorování v čáře vápníku

V čáře vápníku (Ca – čára K 393.37 a H 396.85 nm 1x ionizovaného vápníku) jsou vidět aktivní oblasti, avizující silnou magnetickou aktivitu v oblasti.

Filtry jsou opět interferenční, předřazený musí být IR blokační filtr a silný neutrální filtr (šikmé uložení nebo Herschel).

Oko obraz prakticky nevnímá, vhodné pro CCD pozorování.

Dostupné buď jako standardní 1,25“ filtr s propustností okolo 8nm nebo jako kompletní dalekohled. Nejlepší komerční filtry mají propustnost okolo 2nm (okolo každé čáry).



Pozorování Slunce

Valašské Meziříčí 12.11.2011 • Jan Zahajský



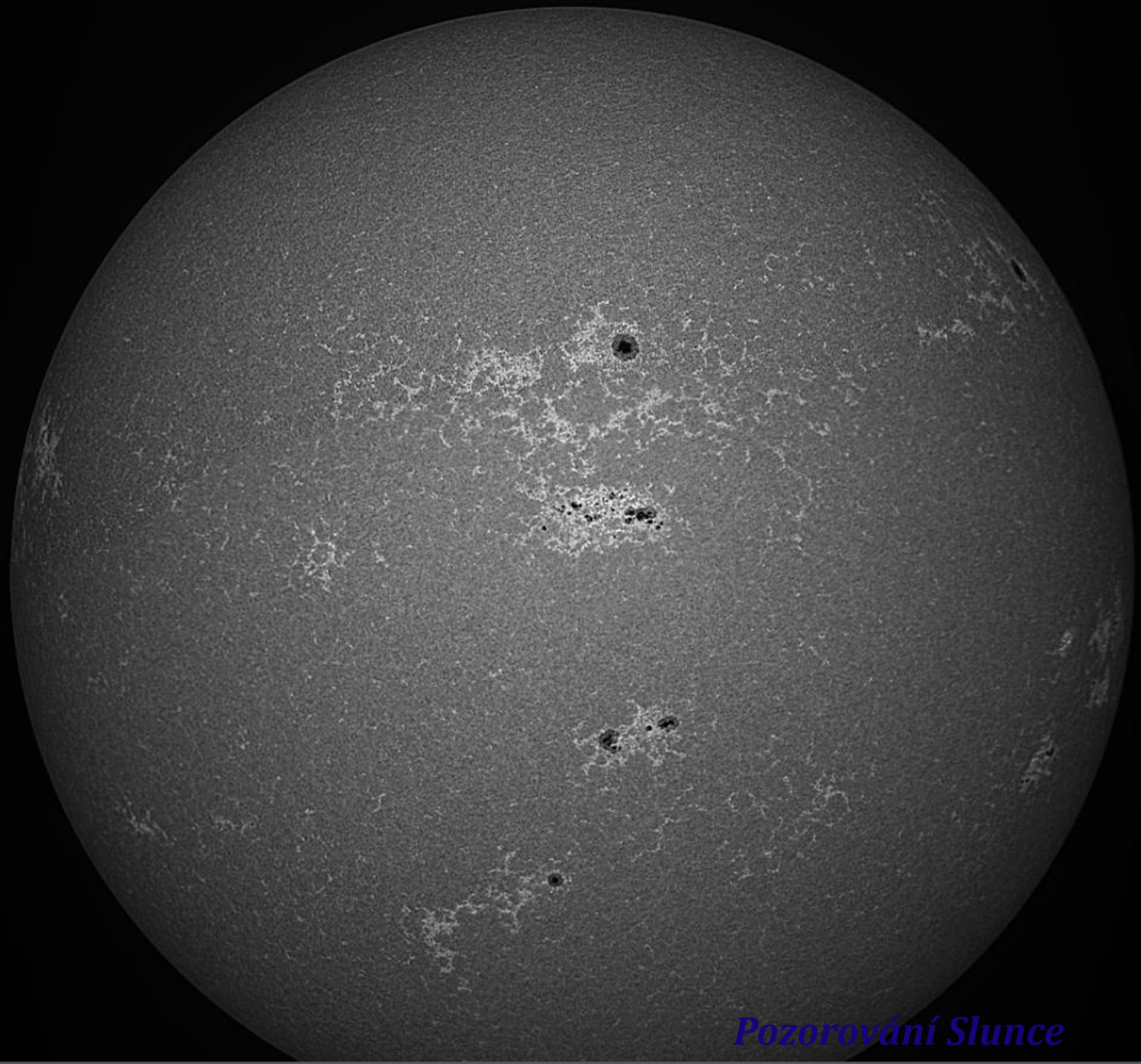
Pozorování v čáře vápníku



Pozorování Slunce

Valašské Meziříčí 12.11.2011 • Jan Zahajský





Pozorování Slunce

Valašské Meziříčí 12.11.2011 • Jan Zahajský

© Jan Zahajský
Slunce 16.10.2011 • 14:12
Onyx 80 FD • Lunt CaK • DMK 41



Záznam obrazu Slunce

Typ záznamu:

Jednotlivé snímky – fotoaparát nebo vědecká CCD kamera

- fotoaparát - problém ostření, vliv seeingu, problém obrovského dynamického rozsahu, komprese dat (JPG)
- vědecké CCD kamery – pomalé vyčítání, dlouhé expozice, pracné zpracování, vhodné pro „noční“ astronomii

Video – fotoaparát nebo speciální planetární kamery

- fotoaparát – větší dynamický rozsah než jednotlivý snímek, problém komprese dat a formátu
- **planetární kamery** – rychlé vyčítání, krátké expozice, vhodná volba snímače

Pozorování Slunce

Valašské Meziříčí 12.11.2011 • Jan Zahajský



Záznam obrazu Slunce

Konfigurace optické sestavy:

Snímání v primárním ohnisku

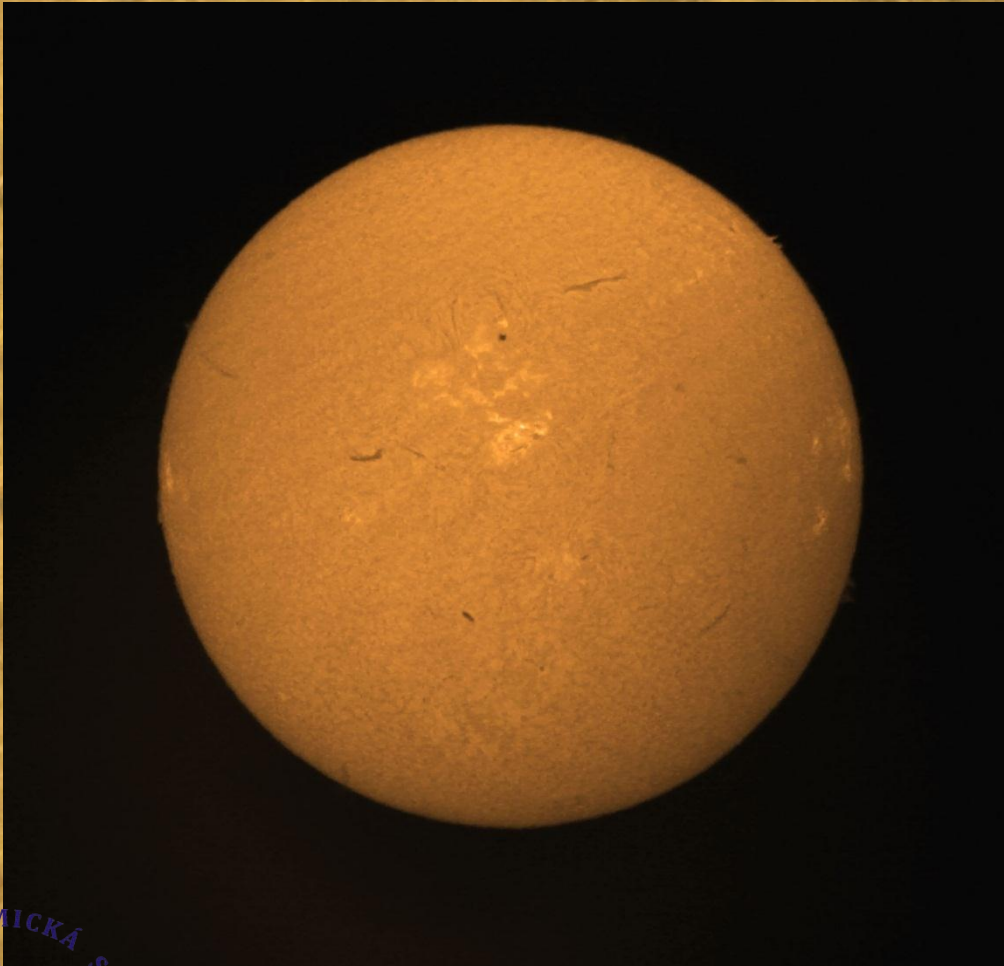
- opticky nejčistší, nejméně ztrát, nejméně optických vad
- dalekohled bez okuláru, snímač bez objektivu, neměnné ohnisko
- parametry dány pouze ohniskem dalekohledu a velikostí snímače (Slunce v 1m ohnisku je 9.3mm)
- použití pro DSRL a vědecké/planetární kamery



Pozorování Slunce

Valašské Meziříčí 12.11.2011 • Jan Zahajský

Záznam obrazu Slunce



Snímek z DSRL:

- seeing – problém jednotlivého snímku – snímat řadu a vybrat nejlepší
- ostření – vyřešeno funkcí LifeView DSLR

H-Alfa navíc:

- problém interference
- problém dynamického rozsahu – jasné aktivní oblasti, slabé protuberance, řešitelný použitím zpracování HDR

Pozorování Slunce

Valašské Meziříčí 12.11.2011 • Jan Zahajský

Záznam obrazu Slunce

Projekce okulárem na snímač:

- použitelná pro DSRL bez objektivu a kamery stejně jako v primárním ohnisku
- možné výrazně delší ohnisko závislé na volbě okuláru, méně světla, delší expoziční časy
- ideální je závitové spojení, projekční okuláry (Pentax, Hyperion,...) nebo projekční nástavce
- $F_{ef} = F_{obj} * (X - F_{okul}) / F_{okul}$



Pozorování Slunce

Valašské Meziříčí 12.11.2011 • Jan Zahajský



Záznam obrazu Slunce

Projekce okulárem na snímač:



Pozorování Slunce

Valašské Meziříčí 12.11.2011 • Jan Zahajský

Záznam obrazu Slunce

Afokální fotografie:

- ideálně použitelná pro malé lehké kompakty, hůře pro U-Z a DSRL
- nutný držák pro přesné nasměrování objektivu proti okuláru
- příliš mnoho optických členů – více vad, větší úbytek světla
- velké zvětšení
- málo světla, dlouhé T
- $F_{ef} = F_{fot} * F_{dal} / F_{okul}$



Pozorování Slunce

Valašské Meziříčí 12.11.2011 • Jan Zahajský

Záznam obrazu Slunce

Planetární kamery:

Snímání :

- v primárním ohnisku (snadný výpočet velikosti obrazu)
- projekcí okulárem (přes projekční nástavec nebo uzpůsobenými okuláry např. TS Expanse, Hyperion, Pentax XW, ...), výsledné f závisí na f_{dal} , f_{okul} a x .



Pozorování Slunce

Valašské Meziříčí 12.11.2011 • Jan Zahajský



Záznam obrazu Slunce

Vlastnosti:

- není nutná vysoká citlivost
- krátká expozice 1/1000 až 1/30
- vyčítání optimálně 15 až 100 fps
- rozlišení 640x480 (okolo 60 fps) až 1360x1024 (okolo 5-10 fps)
- user-friendly software
- pro snímání Slunce monochromatické

Příklady:

IS DMK 21/31/41, MII G1, QHY 5/IMG0/IMG2



Pozorování Slunce

Valašské Meziříčí 12.11.2011 • Jan Zahajský



Záznam obrazu Slunce

Trocha jednosuché matematiky

Velikost obrazu v ohnisku:

$$X = \frac{\alpha \cdot \pi}{180} \cdot f_{dal}$$

a naopak velikost úhlu pro danou velikost
(čipu, pixelu, ...):

$$\alpha = \frac{x}{f_{dal}} \cdot \frac{180}{\pi}$$

Platí pro malé úhly, kdy $\text{tg } \alpha [^\circ] \sim \alpha [\text{rad}]$

Pak lze vypočítat optimální velikost pixelu
pro u nás běžný seeing 2-4“.

(pixel $x=5\mu\text{m}$; $f_{dal}=1000\text{mm}$; $\alpha=1.03''$)

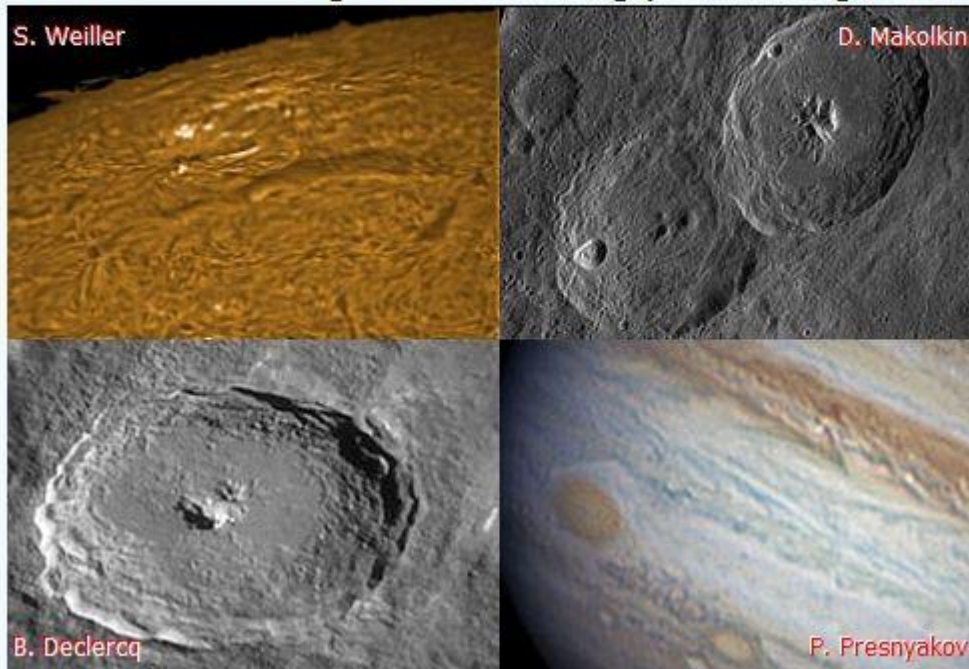


Pozorování Slunce

Valašské Meziříčí 12.11.2011 • Jan Zahajský

RegiStax 6

Free software for alignment/stacking/processing of images



(Copyright © 2010/2011 Cor Berrevoets email: registax@gmail.com)

Zpracování obrazu v Registaxu

Registax – freeware pro zpracování sérií snímků či videa.

- zpracovává většinu formátů fotek vč. vědeckého formátu FIT(s) a RAW a videoformáty AVI a MPEG (ideální je nekomprimované avi).
- verze 6 je velmi jednoduchá na obsluhu a výkonná (multicore)

Jednotlivé framy:

- detekuje společné body
- seřadí framy dle kvality (kritérium ostrosti a kontrastu)
- sesadí vybraný počet framů na sebe
- proloží a zprůměruje framy do výsledného obrazu – zvýší tím rozlišení, odstraní šum, zvýší dynamický rozsah
- umožní doostřit výslední snímek v jednotlivých vrstvách

Pozorování Slunce

Valašské Meziříčí 12.11.2011 • Jan Zahajský



Zpracování obrazu v Registaxu

The screenshot displays the Registax software interface. The main window is titled "Registax processing FIT: H:\DMK SLunce\8-38-51-583\8-38-51-879.fit". The menu bar includes "Select", "MRU", "Flat/Dark/Reference", "Tools", "Settings", "Cancel", "Pause", "About", and "CPUs : 2". The "Align" tab is active, showing various alignment parameters and a central grayscale image of a solar spot.

Align Stack Wavelet File Version: 6.1.0.0 02-04-2011 11:00 Memory Used/Free/Total: 272/1235/2048Mb

Set Alignpoints Align Limit

Colour Show Full Image Show Alignpoints Show Framelist Show Prefilter
 LRGB Show ROI Show Aligndata Show Registrationgraph

Set Alignpoint parameters

Minimum distance between: 50
Min distance from edge: 25

Intensity selection

Default Lo: 0
 3x3 area
 Lowest pixelvalue Hi: 255

weakest Alignpoints :151 strongest

Number of Alignpoints: 151

Keep Alignpoints inside ScanFrame

Alignment setup Show Alignment

No Align R.o.Interest Scan Frames

Alignmentbox size: 80
Max Alignpoint movement: 15

Align by Centre of gravity Lum. Threshold: 4
 Estimate Rotation

Limit Setup

Lowest Quality (%)
 Best Frames (%)
 Frames/Apoint
 Best Frames: 250

Frame (1): 1/569

100% X=599 Y=819 I=179 RGB=179 179 179 Closest AP 1

23:34 8.11.2011



Pozorování Slunce

Valašské Meziříčí 12.11.2011 • Jan Zahajský

Zpracování obrazu v Registaxu

Registax processing FIT: HADMK SLunce\8-38-51-583\8-38-51-879.fitt

Select MRU Flat/Dark/Reference Tools Settings Cancel Pause About CPUs: 2

Align Stack Wavelet File Version: 6.1.0.0 02-04-2011 11:00 Memory Used/Free/Total: 272/1235/2048Mb

Set Alignmentpoints Align Limit

Colour Show Full Image Show Alignmentpoints Show Framelist Show Prefilter
 LRGB Show ROI Show Alignmentdata Show Registrationgraph

Set Alignmentpoint parameters

Minimum distance between: 50
Min distance from edge: 25
Intensity_selection: Default Lo: 0 3x3 area Hi: 255 Lowest pixelvalue
weakest Alignmentpoints: 215 strongest

Number of Alignmentpoints: 213
 Keep Alignmentpoints inside ScanFrame

Alignment setup Show Alignment

Alignmentbox size: 80
Max Alignmentpoint movement: 15
 Align by Centre of gravity Lum. Threshold: 4
 Estimate Rotation

Limit Setup
 Lowest Quality (%) 40
 Best Frames (%)
 Frames/Alignmentpoint 250
 Best Frames

Go to Frame: 1 Frame (1): 1/569
100% X=687 Y=559 I=202 RGB=202 202 202 Closest AP 184

23:36 8.11.2011



Pozorování Slunce

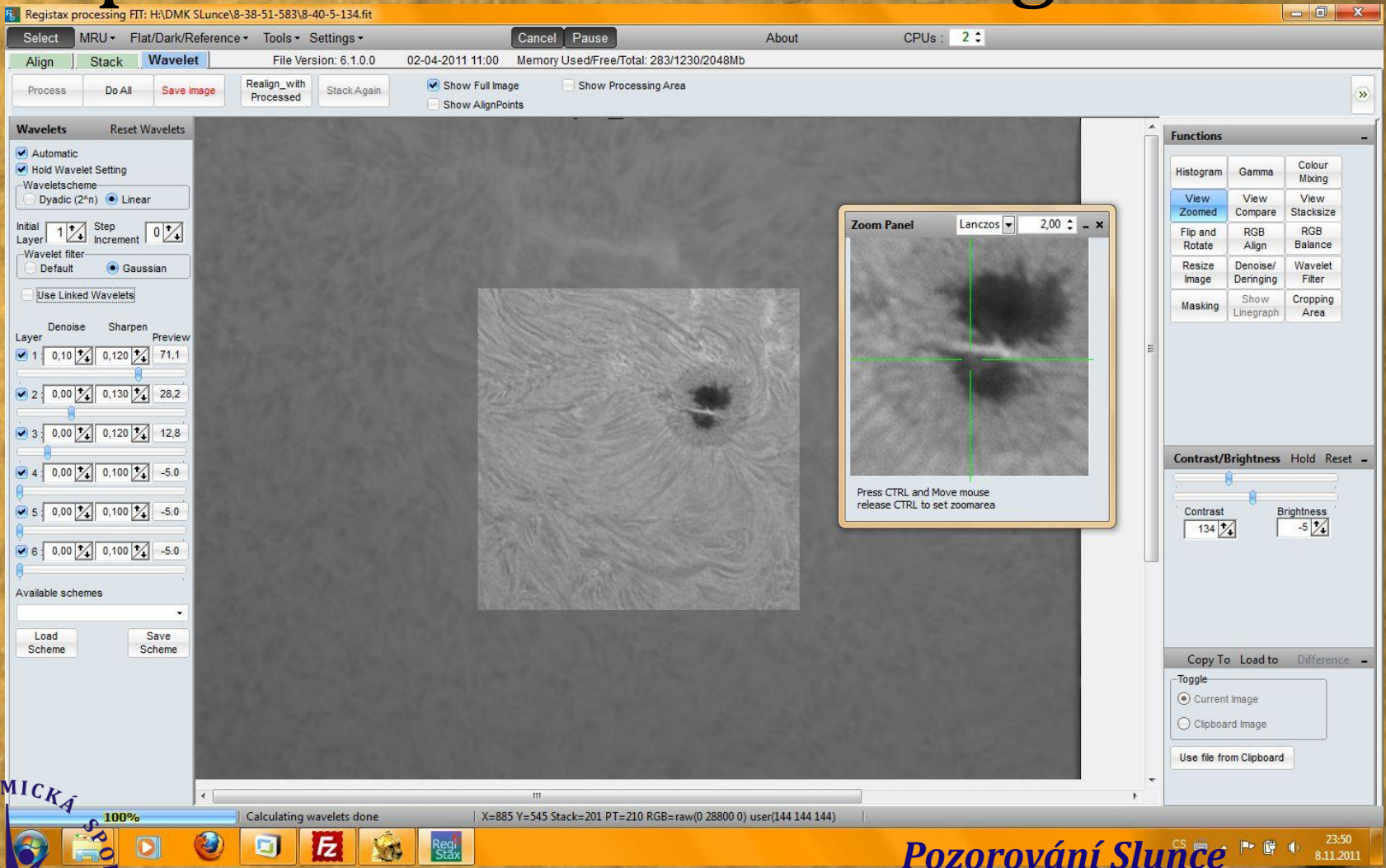
Valašské Meziříčí 12.11.2011 • Jan Zahajský

Zpracování obrazu v Registaxu

The screenshot displays the Registax software interface. The main window title is "Registax processing FIT: HADMK Slunce\8-38-51-583\8-40-5-134.fit". The interface includes a menu bar (Select, MRU, Flat/Dark/Reference, Tools, Settings), a toolbar (Align, Stack, Wavelet), and a status bar (File Version: 6.1.0.0, Date: 02-04-2011 11:00, Memory Used/Free/Total: 283/1229/2048Mb). The "Stack" tab is active, showing a central image of the Sun with numerous green dashed lines and yellow dots indicating alignment points. The left sidebar contains several panels: "Stacking options" (with sub-sections for StackSize, Use Nearestby Alignpoints, Normalization of frame intensity, Correct geometry, Stretch histogram after stacking, De-rotate images, and Do not stack), "Create AVI" (with fields for Codec, Compress Qual, and Framerate), "Create aligned Sequence" (with buttons for Save Aligned and options for Image size), and "Create integrated sequence" (with buttons for Save Integrated and options for Method and Average of). The bottom status bar shows "Processing limited to 201 frames", "Stacksize: 201 Low quality :99,97%", and a system tray with the text "Pozorování Slunce" and the date "23:42 8.11.2011".



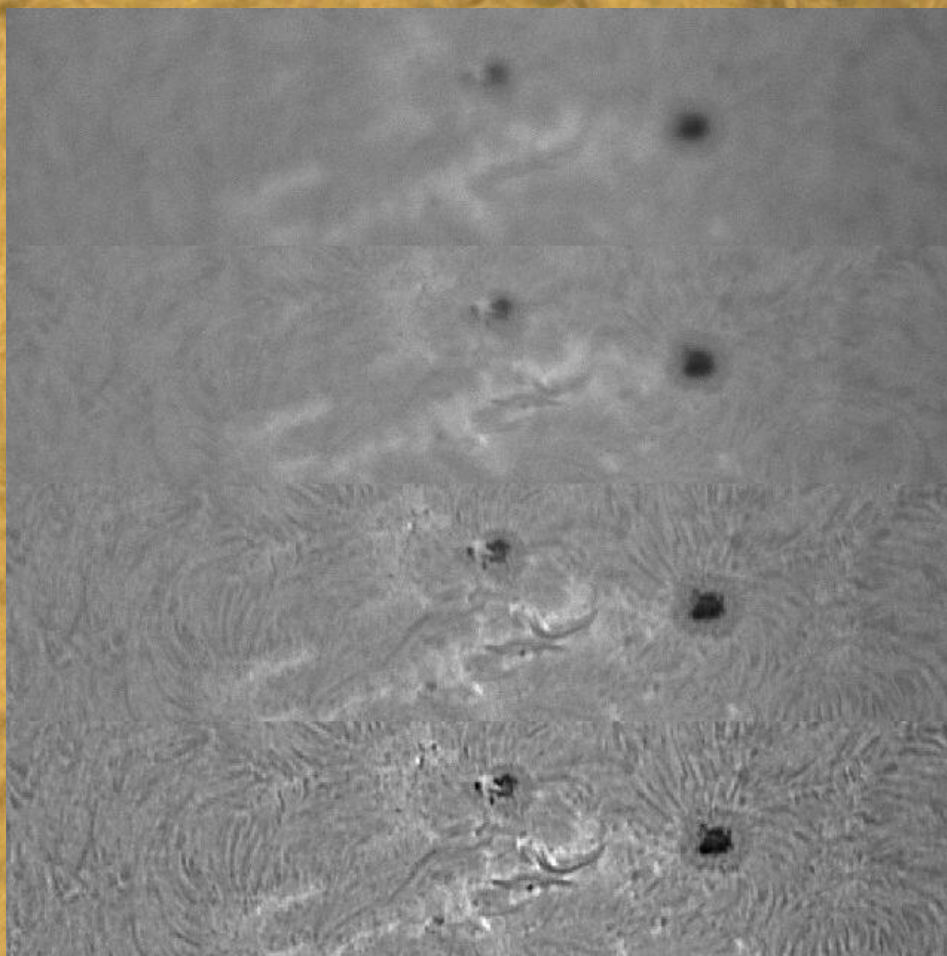
Zpracování obrazu v Registaxu



Pozorování Slunce

Valašské Meziříčí 12.11.2011 • Jan Zahajský

Zpracování obrazu v Registaxu



Nejhorší ze série

Nejlepší se série

Aligned & Stacked

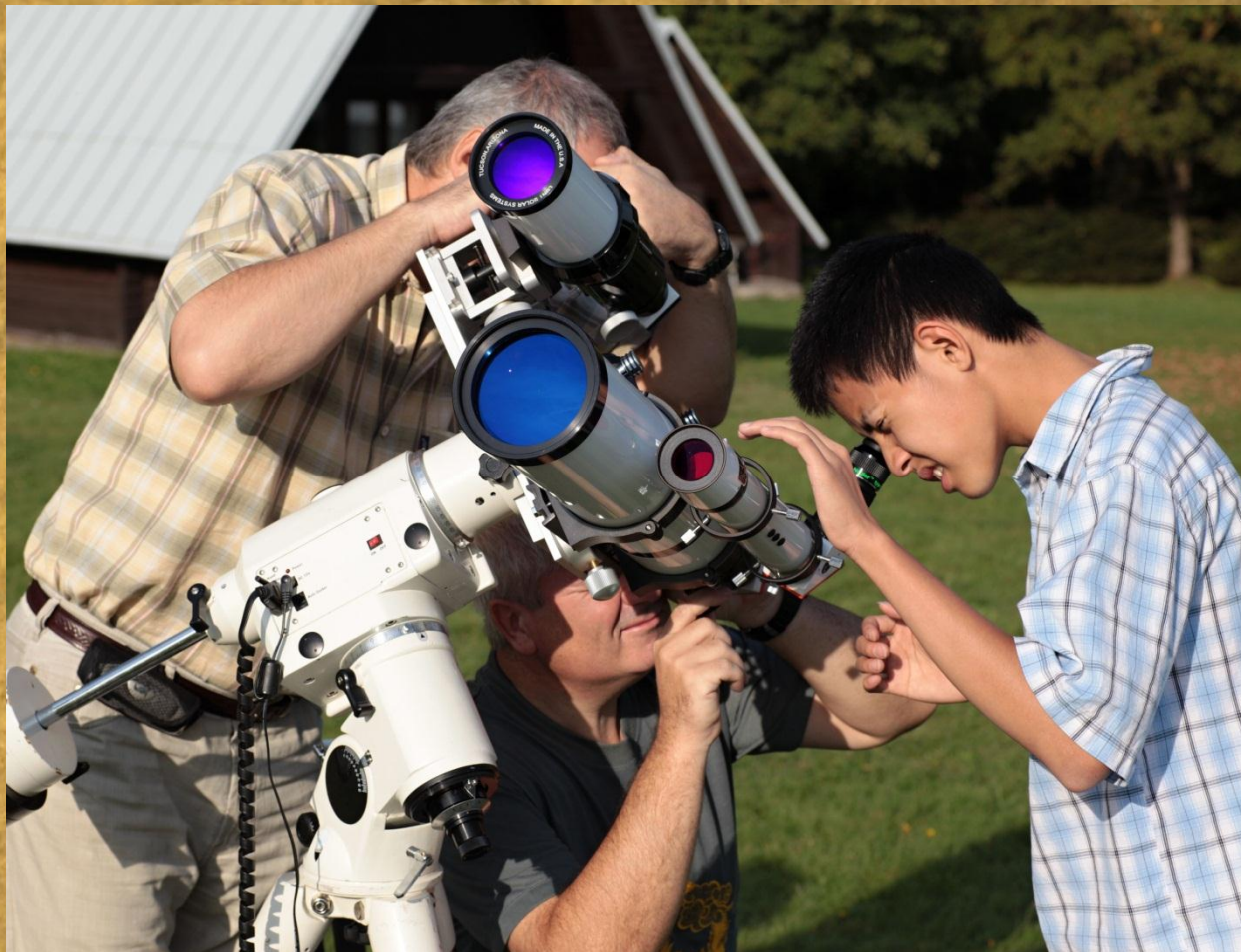
Doostřený snímek

Pozorování Slunce

Valašské Meziříčí 12.11.2011 • Jan Zahajský



... tedy pozorujte Slunce



Pozorování Slunce

Valašské Meziříčí 12.11.2011 • Jan Zahajský

Užitečné odkazy a zdroje

Observing the Sun, Willman-Bell

www.registax.astronomy.net

www.astrofotky.cz

web.quick.cz/frantabilek/astrofoto/metody/metody.html

www.luntsolarsystems.com

www.baader-planetarium.de

Pozorování Slunce

Valašské Meziříčí 12.11.2011 • Jan Zahajský

