

Pozorovanie Slnka

P.Rapavý
Hvezdáreň Rimavská Sobota

História pozorovania Slnka

2800 pred n.l. - Čína

5.-4. stor. pr.n.l. - (Anaxagoras, Theofrastos)

1609 - Galileo Galilei

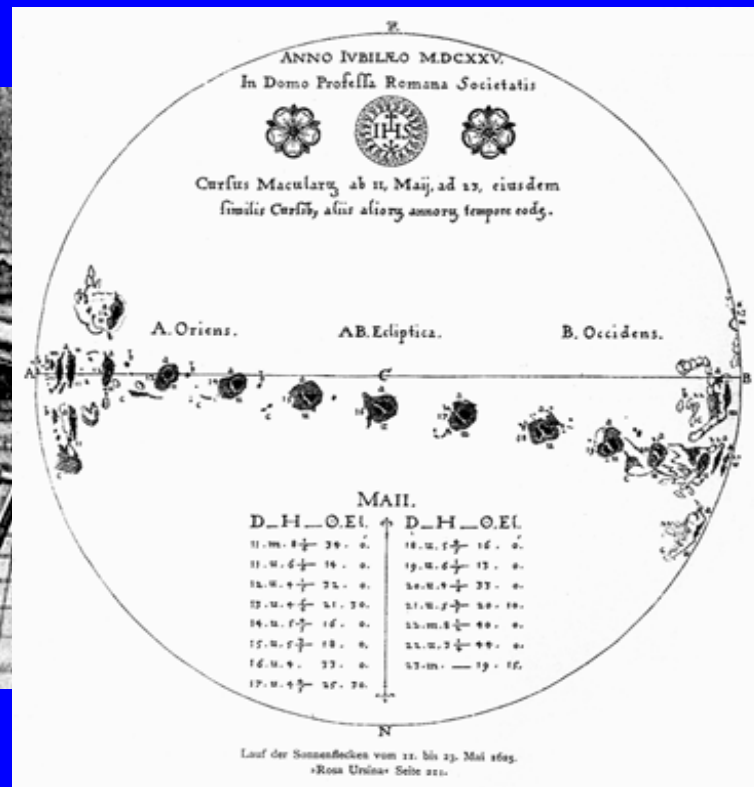
zač. 17. stor.

- H. Fabricius

- T. Harriot

- Christopher Scheiner

(Slnko rotuje)



História pozorovania Slnka

H. W. Wolaston	- spektroskopia
J. von Fraunhofer	- 567 tmavých čiar (Fraunhoferove čiar).
1908 G. E. Hale	- v slnečných škvrnách je silné magnetické pole.
1889 H.A.Desladers	- spektrohelioskop - rôzne spektrálne čiar (aj chromosféra)
1930 B.Lyot	- koronograf – emisná koróna aj mimo zatmení
1957	- kozmická éra

Fotosférické útvary

Fotosféra - jediná vrstva slnečnej atmosféry, ktorú môžeme pozorovať aj bez špeciálnych prístrojov v bielom svetle.

Teplota fotosféry je asi 6000°C a jej hrúbka okolo 700 km, prichádza k nám z nej väčšina viditeľného svetla.

Okraj slnečného disku je tmavší (okrajové stemnenie).

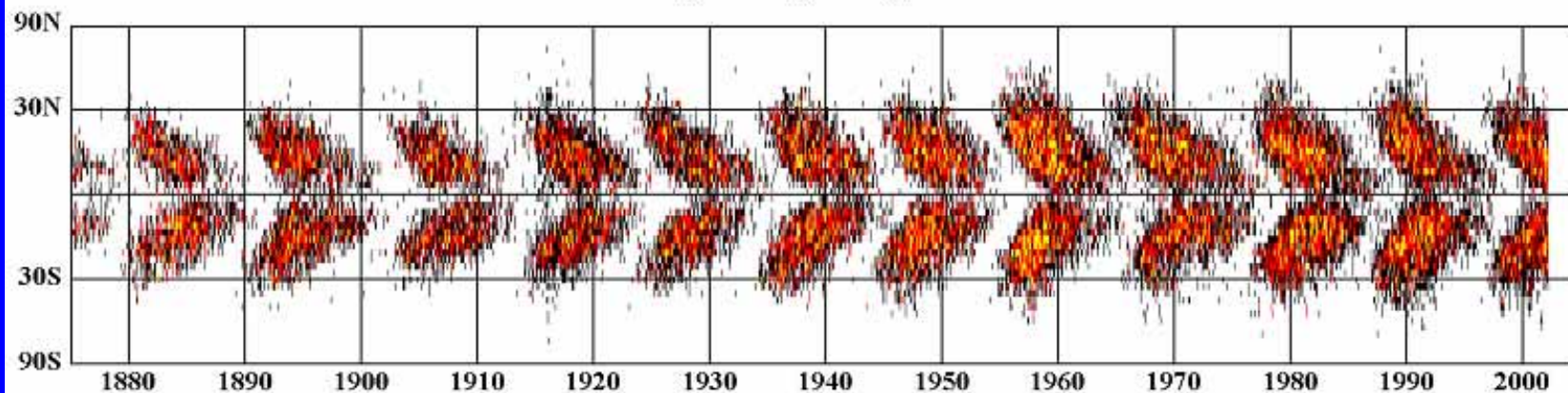
Slnéčné škvrny

Granulácia

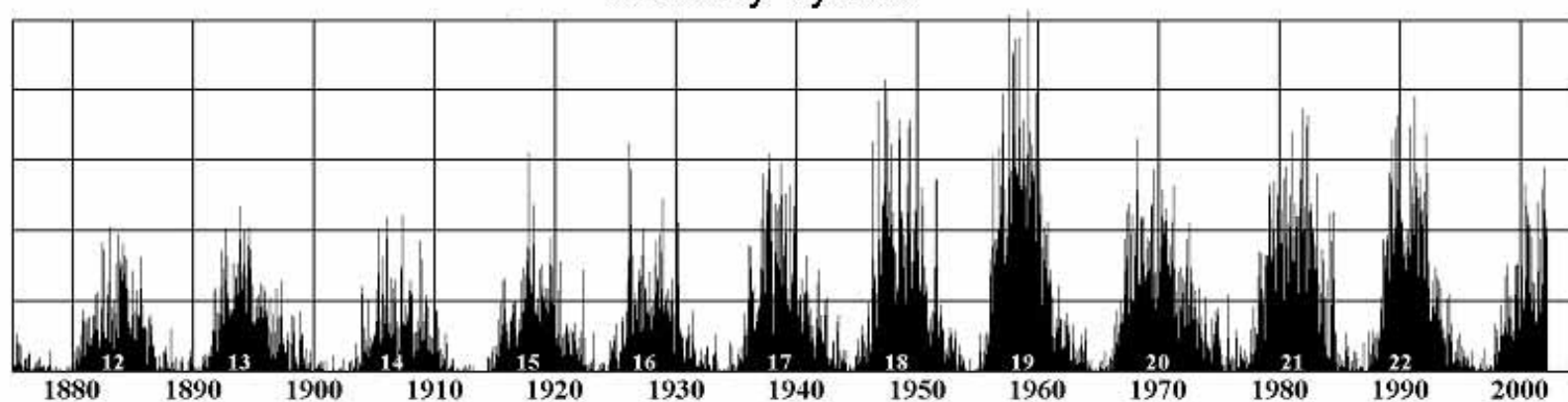
Póry

Fakulové polia

Motýlikový diagram



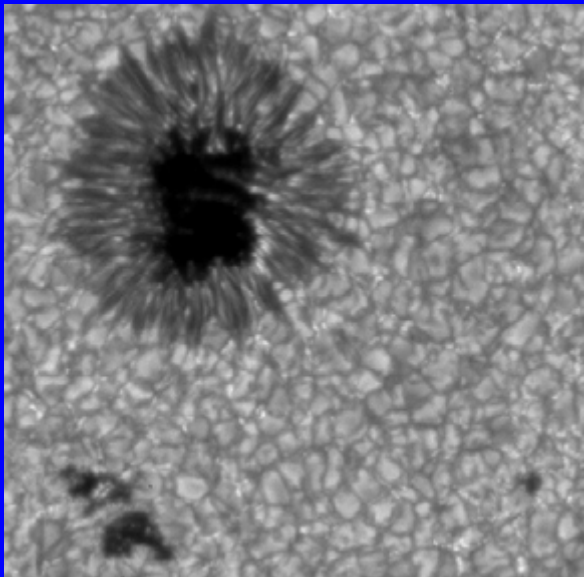
Slnečný cyklus



Granulácia

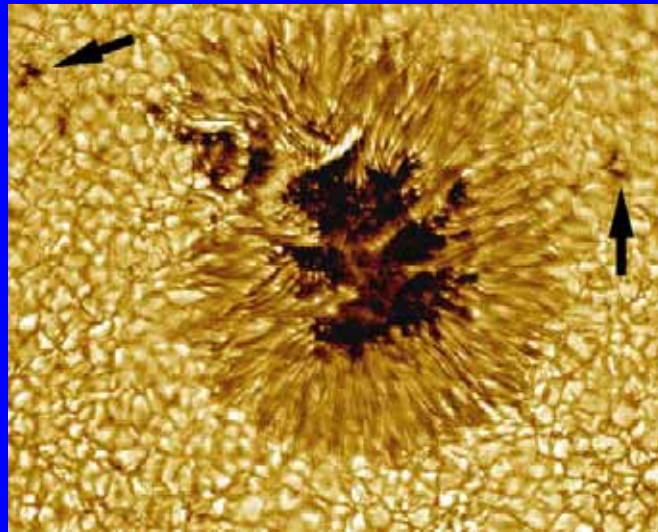
Granulácia je pozorovateľná za dobrých pozorovacích podmienok, pozorovateľovi sa javí ako jemné zrnenie fotosféry.

Granule sú vrcholky konvektívnych prúdov, ktoré vystupujú na povrch z konvektívnej vrstvy. Životnosť granúl je do 10 minút a ich priemer asi 700 km.



Póry

Póry sú malé tmavé body (priestor medzi granulami), ktoré je možné pozorovať len pri dobrých pozorovacích podmienkach prevažne v centrálnej časti disku. Ich životnosť je od niekoľkých minút do niekoľko desiatok minút a môže sa z nich vyvinúť slnečná škvrna. Každá škvrna začína svoj život ako pór.



Fakulové polia

Fakulové polia sú jasnejšie miesta na slnečnom disku , sú asi o 200°C teplejšie. Najlepšie ich vidíme pri okraji disku. Bývajú v okolí slnečných škvŕn a samostatné fakulové polia sú v oblastiach bývalej/budúcej škvŕnovej aktivity. Plocha fakulových polí je asi dvojnásobná ako plocha škvŕn.



Ako pozorovať Slnko (fotosféru)

Pozorovanie voľným okom

Pozorovanie ďalekohľadom

- vizuálne
- vizuálne so zakresľovaním
- fotografické/CCD

Iné

Pozorovanie voľným okom

Výhoda - nepotrebujeme žiadny prístroj, stačí vhodne zoslabiť jas slnečného disku
- môžeme robiť kedykoľvek a kdekoľvek

Nevýhoda - pomerne malá výpovedná hodnota

Filtre - zváračský filter č. 13 a 14
- disketa
- Astrosolar

Tieto pozorovania je možné použiť na doplnenie štatistiky takýchto pozorovaní v minulosti a ich naviazanie do súčasnosti.

Aj negatívne pozorovanie má svoju cenu !

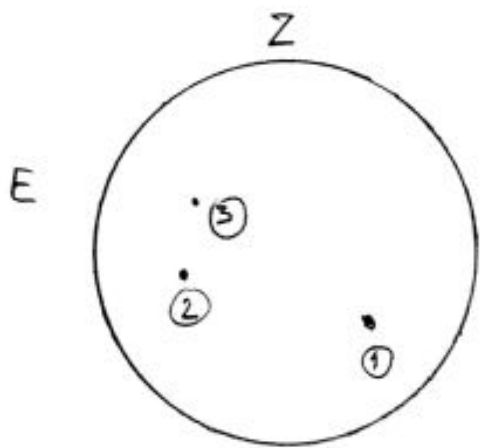
Pozorovanie voľným okom



Pozorovanie voľným okom

Protokol:

- orientovaná kresba (zenit je hore) Ø 3-5 cm so zakreslenými polohami škvŕn
- miesto pozorovania (pozorovateľ)
- dátum a čas (UT)
- použitý filter
- intenzitu viditeľnosti jednotlivých škvŕn
- pozorovacie podmienky (jasno, zákal, slabá oblačnosť, silná oblačnosť, pozorovanie tesne pri obzore a pod.).



23.9.2006

R. Sobota, Rpy

11:15 UT

Astrosolar

škvrna intenzita

① - 3

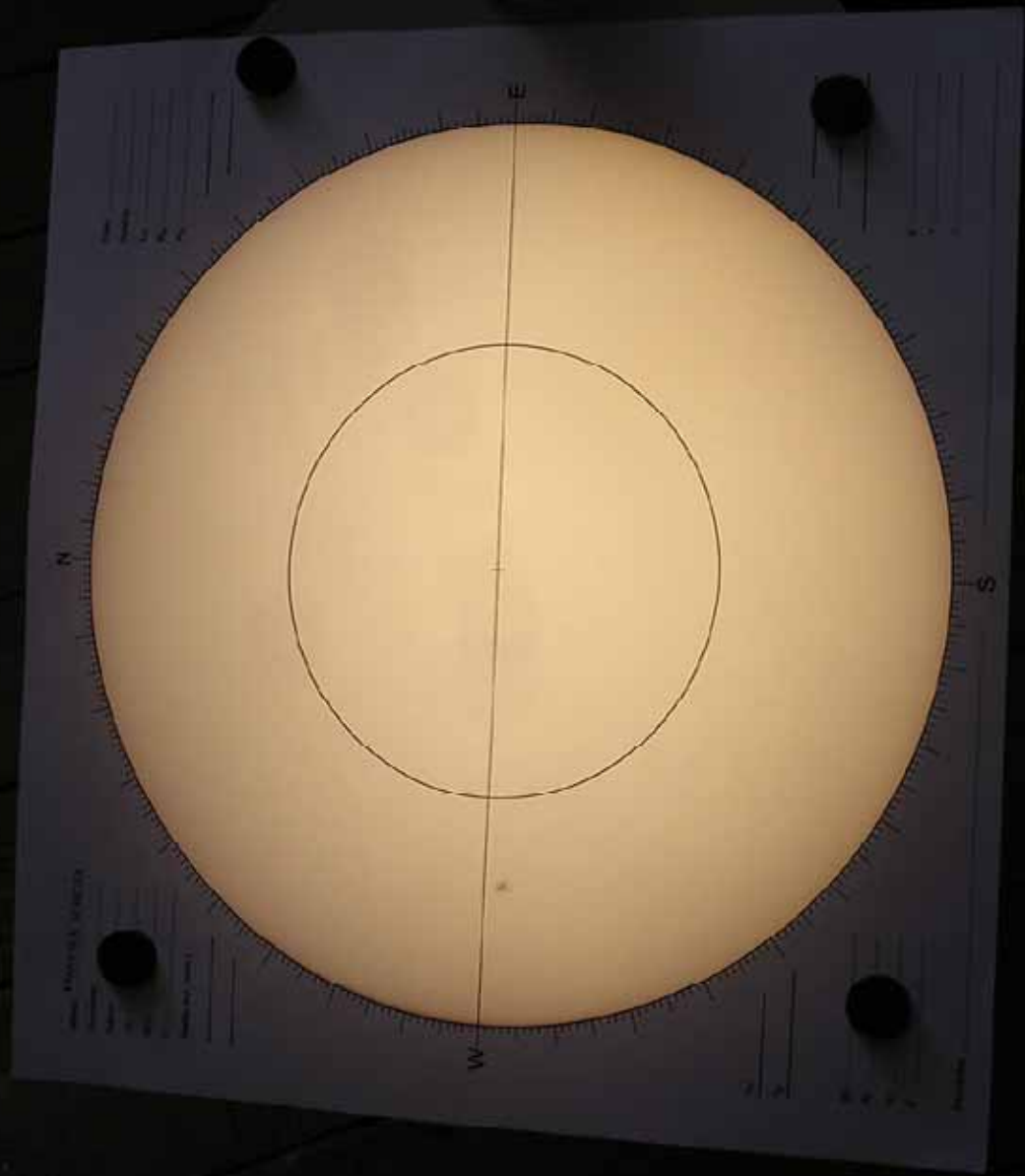
② - 2

③ - 1

Slabá vzg. oblačnosť

Pozn. Škvrna ① veľmi výrazná, trochu pretiahnutá





Имя: КОВАЛЕВА СОФЬЯ

Позовил: А. Ковалев

Дата: 8.9.2006

УТ: 8.9.2006

СВ: 9.9.2006

С: 1

(всета поз. подм.)

Обн.

Р. 1

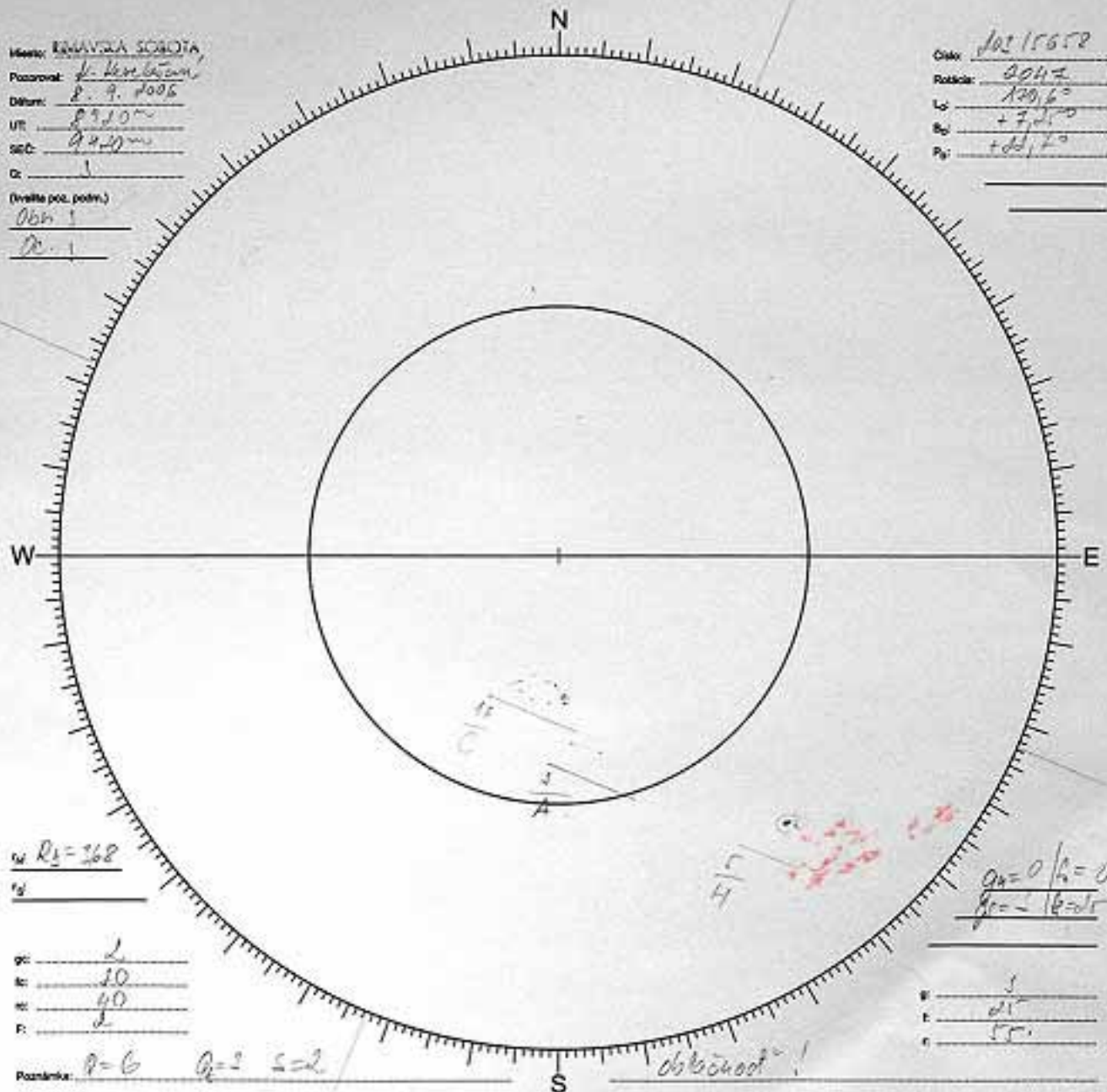
Число: 10215658

Ротация: 0042

Lo: 120.6°

Bo: +7.2°

Pa: +0.7°



R1=368

R2=10

R3=40

R4=2

R5=0

R6=1

R7=1

R8=1

R9=1

R10=1

R11=1

R12=1

R13=1

R14=1

R15=1

R16=1

R17=1

R18=1

R19=1

R20=1

R21=1

R22=1

R23=1

R24=1

R25=1

R26=1

R27=1

R28=1

R29=1

R30=1

R31=1

R32=1

R33=1

R34=1

R35=1

R36=1

R37=1

R38=1

R39=1

R40=1

R41=1

R42=1

R43=1

R44=1

R45=1

R46=1

R47=1

R48=1

R49=1

R50=1

R51=1

R52=1

R53=1

R54=1

R55=1

R56=1

R57=1

R58=1

R59=1

R60=1

R61=1

R62=1

R63=1

R64=1

R65=1

R66=1

R67=1

R68=1

R69=1

R70=1

R71=1

R72=1

R73=1

R74=1

R75=1

R76=1

R77=1

R78=1

R79=1

R80=1

R81=1

R82=1

R83=1

R84=1

R85=1

R86=1

R87=1

R88=1

R89=1

R90=1

R91=1

R92=1

R93=1

R94=1

R95=1

R96=1

R97=1

R98=1

R99=1

R100=1

R101=1

R102=1

R103=1

R104=1

R105=1

R106=1

R107=1

R108=1

R109=1

R110=1

R111=1

R112=1

R113=1

R114=1

R115=1

R116=1

R117=1

R118=1

R119=1

R120=1

R121=1

R122=1

R123=1

R124=1

R125=1

R126=1

R127=1

R128=1

R129=1

R130=1

R131=1

R132=1

R133=1

R134=1

R135=1

R136=1

R137=1

R138=1

R139=1

R140=1

R141=1

R142=1

R143=1

R144=1

R145=1

R146=1

R147=1

R148=1

R149=1

R150=1

R151=1

R152=1

R153=1

R154=1

R155=1

R156=1

R157=1

R158=1

R159=1

R160=1

R161=1

R162=1

R163=1

R164=1

R165=1

R166=1

R167=1

R168=1

R169=1

R170=1

R171=1

R172=1

R173=1

R174=1

R175=1

R176=1

R177=1

R178=1

R179=1

R180=1

R181=1

R182=1

R183=1

R184=1

R185=1

R186=1

R187=1

R188=1

R189=1

R190=1

R191=1

R192=1

R193=1

R194=1

R195=1

R196=1

R197=1

R198=1

R199=1

R200=1

R201=1

R202=1

R203=1

R204=1

R205=1

R206=1

R207=1

R208=1

R209=1

R210=1

R211=1

R212=1

R213=1

R214=1

R215=1

R216=1

R217=1

R218=1

R219=1

R220=1

R221=1

R222=1

R223=1

R224=1

R225=1

R226=1

R227=1

R228=1

R229=1

R230=1

R231=1

R232=1

R233=1

R234=1

R235=1

R236=1

R237=1

R238=1

R239=1

R240=1

R241=1

R242=1

R243=1

R244=1

R245=1

R246=1

R247=1

R248=1

R249=1

R250=1

R251=1

Projekcia – základné spracovanie

- číslo rotácie
- L_0 heliografickú dĺžku v čase pozorovania
- B_0 heliografickú šírku
- P_0 pozičný uhol rotačnej osi Slnka
- číslo kresby (napr. porad. číslo kresby v roku/celkový počet kresieb)
- nakreslíme rotačnú os a rovník
- označíme skupiny, počet škvŕn, fakulové polia
- doplníme pozorovacie podmienky Q , Q_t , S
- určíme relatívne číslo (R , R_C , R_N , R_S - CV , R_B , SN)

Pozorovacie podmienky

Kresby Slnka - ocenenie pozorovacích podmienok		
Q	ocenenie/obraz	charakteristika
1	5/2, 5/1, 4/1	Podmienky veľmi nepriaznivé Veľmi silné kmitanie obrazu, pozorovanie často rušené hustou oblačnosťou, obraz Slnka sa takmer nedá zaostriť, malé škvrny nie sú identifikovateľné, presná poloha škvŕn a presný tvar penumbry sa nedá určiť, identifikovateľné sú iba veľmi jasné fakulové polia
2	4/3, 4/2, 2/3, 2/2, 3/2	Podmienky nepriaznivé Značné kmitanie obrazu, pozorovanie občas rušené oblačnosťou, zaostrenie Slnka je problematické, malé škvrny sú ťažko identifikovateľné, presná poloha škvŕn a presný tvar penumbry sa s istotou nedá určiť, slabšie fakulové polia sú ťažko identifikovateľné
3	3/3, 3/4	Podmienky priemerné Mierne kmitanie obrazu, pozorovanie nerušené oblačnosťou, zaostrenie obrazu nie je problematické, malé škvrny sú identifikovateľné, v stredovej oblasti je pozorovateľná granulácia, poloha škvŕn a tvar penumbry sa dá určiť s dostatočnou istotou, fakulové polia sú dobre identifikovateľné
4	2/4, 1/4	Podmienky dobré Nepatrné kmitanie obrazu, pozorovanie nerušené oblačnosťou, malé škvrny sú dobre viditeľné, dobre pozorovateľná granulácia, presná poloha škvŕn a tvar penumbry sa dá určiť s istotou, fakulové polia sú dobre viditeľné
5	1/5, 2/5	Podmienky vynikajúce Ideálne pozorovacie podmienky s takmer nepostrehnuteľným kmitaním obrazu, pozorovanie nerušené oblačnosťou, veľmi dobrá ostrosť obrazu, škvŕn, penumbier a granulácie, všetky detaily sú veľmi dobre pozorovateľné, zvlášť dobre vynikne štruktúra fakúl
0 ^{exp-exp}		Podmienky značne premenlivé Počas pozorovania sú pozorovacie podmienky výrazne premenlivé. Exponenty označujú stupne kvalít pozorovacích podmienok, v ktorých sa zmena uskutočnila. Napríklad 0 ¹⁻³ znamená, že pozorovacie podmienky sa menili v rozmedzí hodnotenia 1 – 3. Premenné pozorovacie podmienky značne uberajú z kvality pozorovania (napr. nehomogénny zákres). Preto takémuto stavu počas je potrebné sa vyhnúť. Keď však to nie je možné, použijeme toto hodnotenie.

Stupnice pre posúdenie pozorovacích podmienok „seeing“ (Sonne)

(Q) - Kvalita - Quality – Qualität

Excelent	- výborná:	pre dni s mimoriadne zreteľnou viditeľnosťou detailov
Good	- dobrá:	priemerná viditeľnosť detailov na slnečnom povrchu (individuálne podľa pozorovateľa)
Fair	- priemerná:	viditeľnosť detailov podpriemerná, ale pozorovanie nie je nepriaznivo ovplyvnená
Poor	- slabá:	značne zdeformovaný obraz, znížená kvalita pozorovania
Worthless	- bezcenná:	podmienky natoľko zlé, že pozorovanie nie je pre nízku kvalitu použiteľné

Pozorovacie podmienky by mal pozorovateľ ohodnotiť na základe individuálnych kritérií, ktoré zahŕňajú tiež možnosti použitého prístroja a priemerné podmienky viditeľnosti (seeingu).

Pri hodnotení treba uvažovať scintiláciu (turbulenciu), rozmazanosť (nezreteľný obraz), priepustnosť (zákal, hmľa, tenká oblačnosť) a iné vplyvy, ktoré obmedzujú viditeľnosť povrchových štruktúr.

Pre kvalitatívne ohodnotenie pozorovacích podmienok použite nasledovnú modifikovanú Kiepenheuerovu škálu:

(Q_t) - Pokoj - Motion (Quit)– Ruhe

1	žiadne chvenie obrazu, ani na okraji ani na slnečnom disku
2	chvenie obrazu = 2" iba na okraji, temer nebadateľné na disku
3	chvenie obrazu = 4" dobre viditeľné na okraji ako aj na disku, okraj disku sa vlní a pulzuje
4	chvenie obrazu = 8" temer znemožňuje rozlíšenie umbry a penumbry (a takto ovplyvňuje ostrosť obrazu), slnečný okraj sa silne vlní a pulzuje
5	amplitúda chvenia obrazu > 8" dosahuje rozmery škvŕn, slnečný okraj sa veľmi vlní a pulzuje

(S) - Ostrosť - Sharpness – Schärfe

1	granulácia veľmi zreteľná, rozoznateľná je štruktúra penumbry
2	granulácia zreteľná, penumbry dobre viditeľné, ale temer bez jemnej štruktúry. Hranica medzi umbrou a penumbrou je ostrá, rovnako aj prechod do fotosféry.
3	viditeľné sú náznaky granulácie, ale štruktúra slnečného povrchu je ešte dobre viditeľná pri pohybe slnečného obrazu. Umbry a penumbry ešte dobre oddelené, ale bez jemnej štruktúry, prechod do fotosféry ťažko definovateľný.
4	štruktúra granulácie neviditeľná, umbra a penumbra rozlíšiteľná iba pri väčších škvŕnách, prechod do fotosféry sa stráca
5	granulácia neviditeľná, umbra a penumbra nerozlišiteľná ani vo väčších škvŕnách

- M. W

- P. Mo

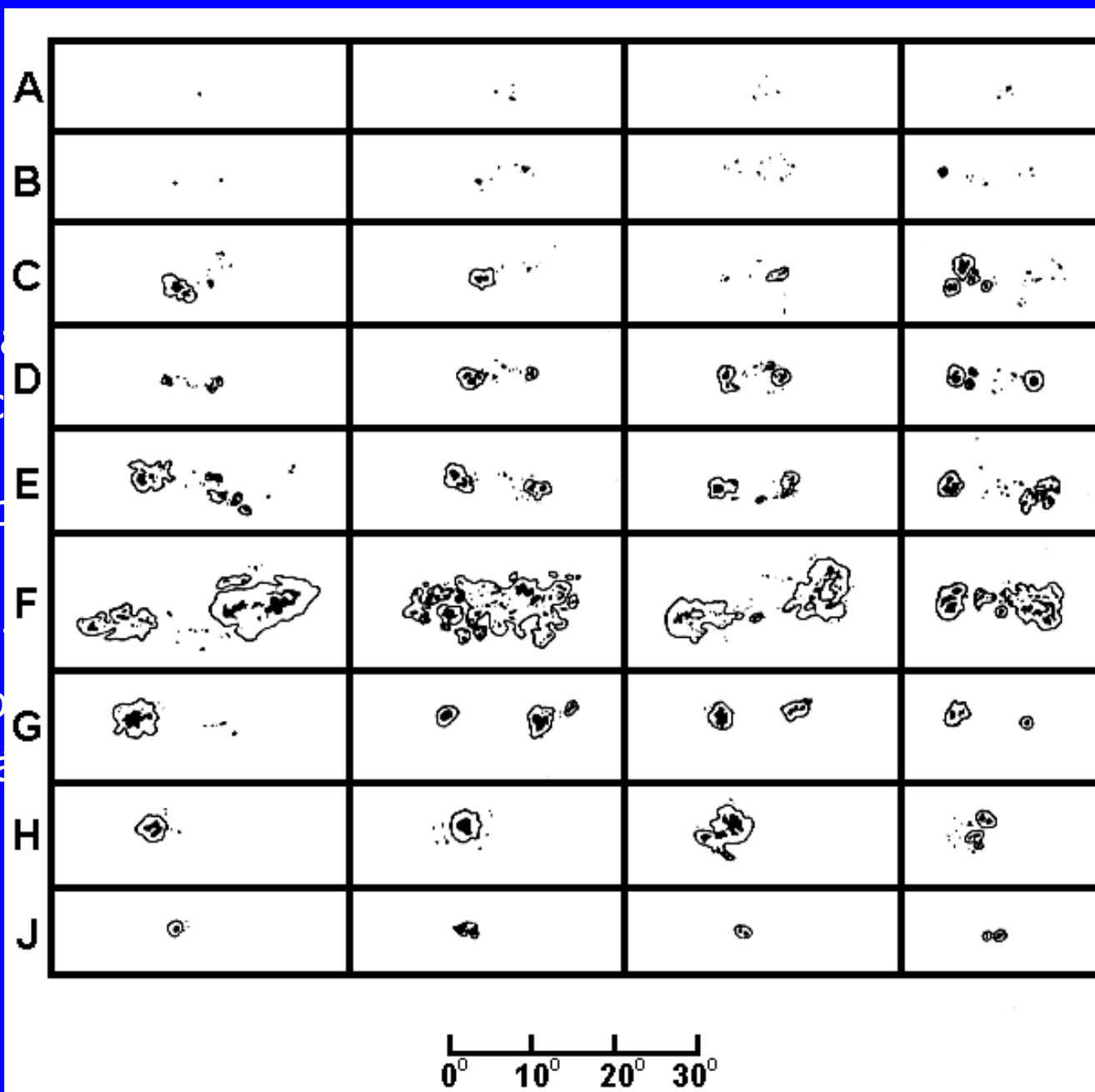
dopl

skup

- chce

- unipo

- bipola



n v

b

Určenie R , SN , R_B , CV

R - relatívne číslo (Wolf)

$$R_i = k(10g + f), \quad k = R_i/R$$

SN - Sunspot Number (Pettis)

$$SN = 10p + s$$

p -počet penumbrier, s -počet škvŕn bez penumbry

R_B - Beckovo (Beck)

$$R_B = \sum w_i f_i$$

w_i -váhové číslo, f_i -počet škvŕn v skupinách

($A=4$, $B=4$, $C=8$, $D=18$, $E=25$,
 $F=36$, $G=50$, $H=44$, $J=37$)

CV - Classification Value

$$CV = \sum CV_i$$

CV_i -klasifik. hodnota pre typy McI klasifikácie

CV hodnoty McIntoshovej klasifikácie

Axx = 1					
Bxo = 2 Bxi = 3					
	Hrx = 4	Cro = 5 Cri = 6	Dro = 13 Dri = 16	Ero = 14 Eri = 17	Fro = 15 Fri = 18
	Hax = 7	Cao = 8 Cai = 9	Dao = 19 Dai = 22	Eao = 20 Eai = 23	Fao = 21 Fai = 24
	Hsx = 10	Cso = 11 Csi = 12	Dso = 25 Dsi = 28 Dac = 31 Dsc = 34	Eso = 26 Esi = 29 Eac = 32 Esc = 35	Fso = 27 Fsi = 30 Fac = 33 Fsc = 36
	Hkx = 37	Cko = 38 Cki = 39	Dko = 43 Dki = 46	Eko = 44 Eki = 46	Fko = 45 Fki = 48
	Hhx = 40	Cho = 42 Chi = 42	Hho = 49 Hdi = 52 Dkc = 55 Dhc = 58	Eho = 49 Ehi = 52 Ekc = 55 Ehc = 58	Fho = 51 Fhi = 54 Fkc = 57 Fhc = 60

Heliografické súradnice

Súradnice škvŕn určujeme v heliografických súradniciach.

- odmeriame pozičný uhol škvŕny Q (N→E) a vzdialenosť ťažiska škvŕny od centra disku x v milimetroch a vypočítame hodnotu ρ :

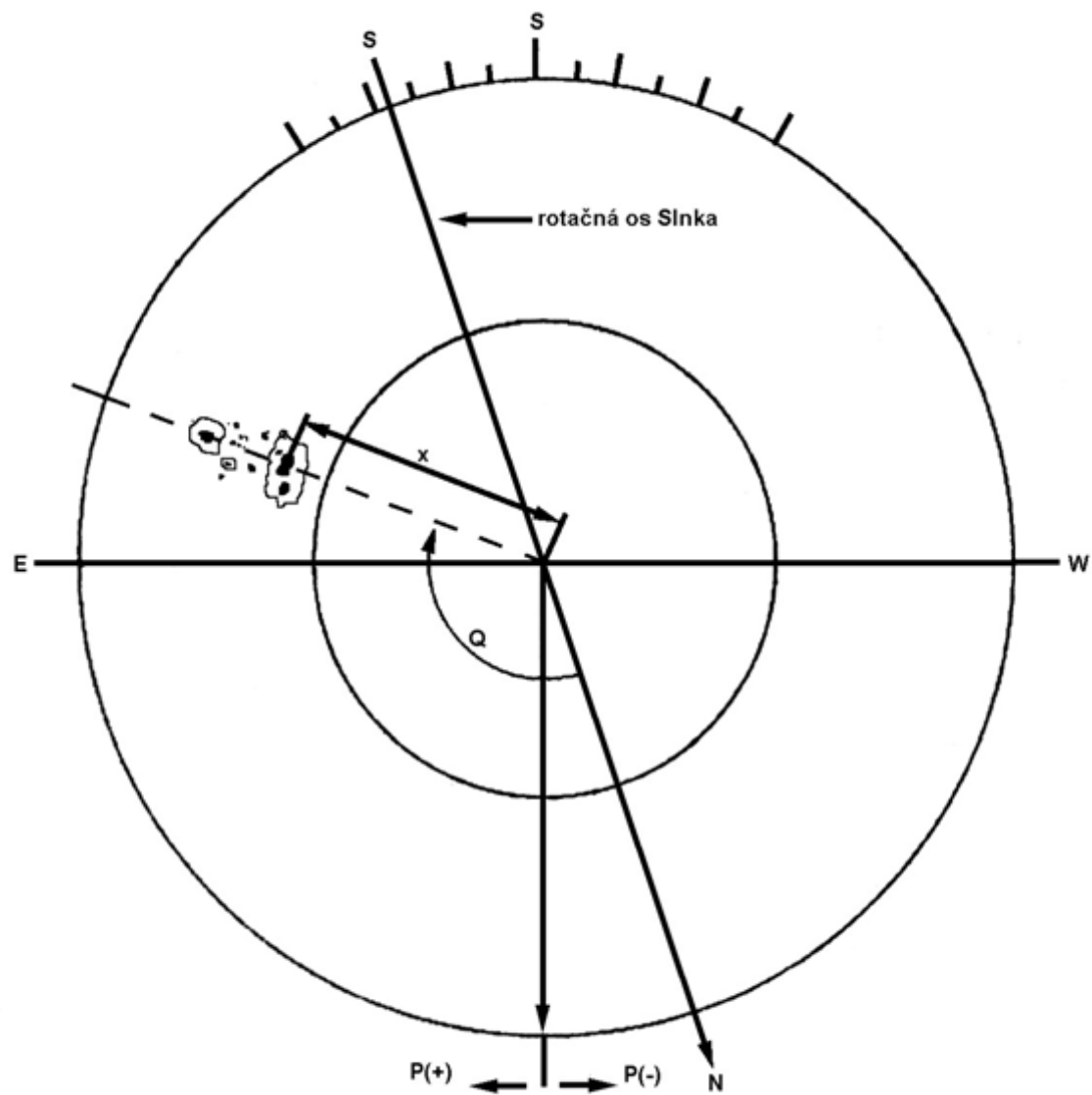
$$\rho = \arcsin x/R$$

R – polomer zákresu v milimetroch

Vypočítame heliografickú šírku b a heliografickú dĺžku l škvŕny:

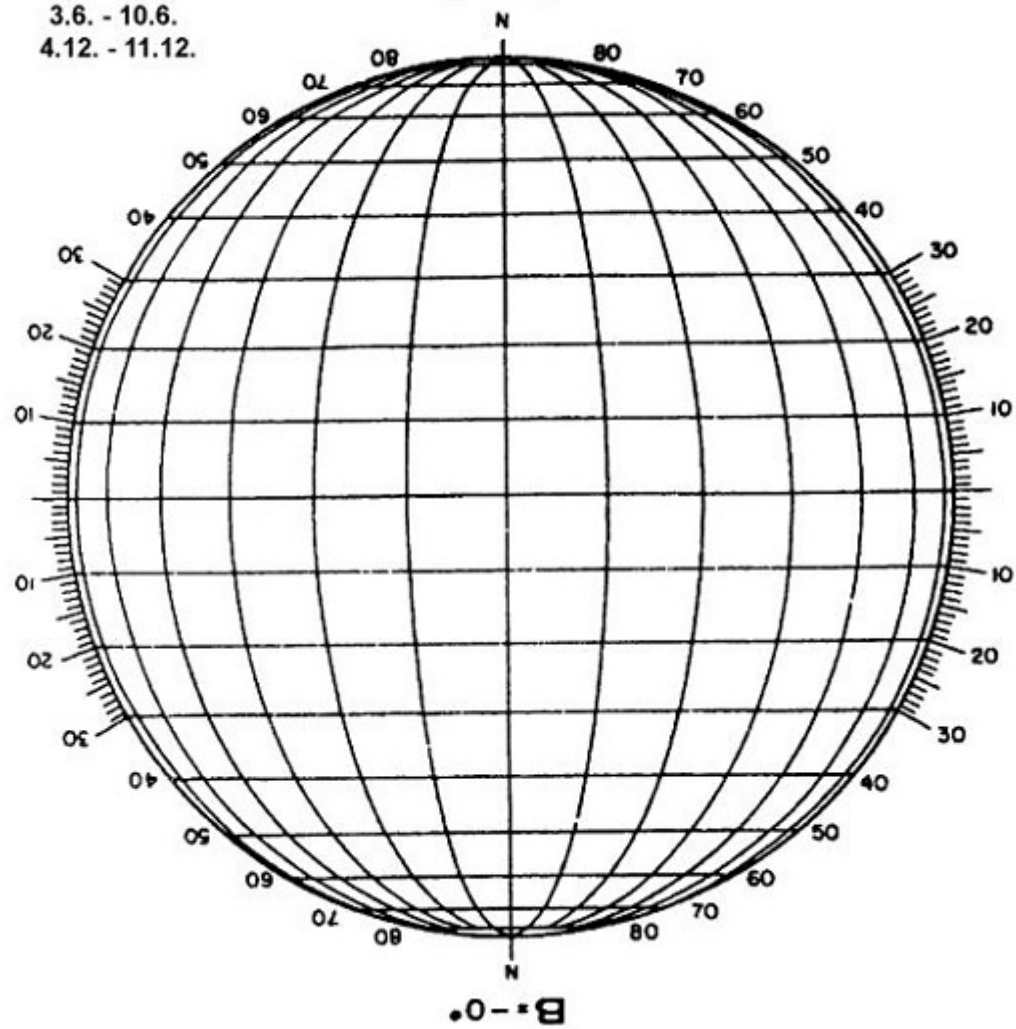
$$b = \arcsin(\sin B_0 \cos \rho + \cos B_0 \sin \rho \cos (P-Q))$$

$$l = [\arcsin (\sin \rho \sin (P-Q) / \cos b)] + L_0$$



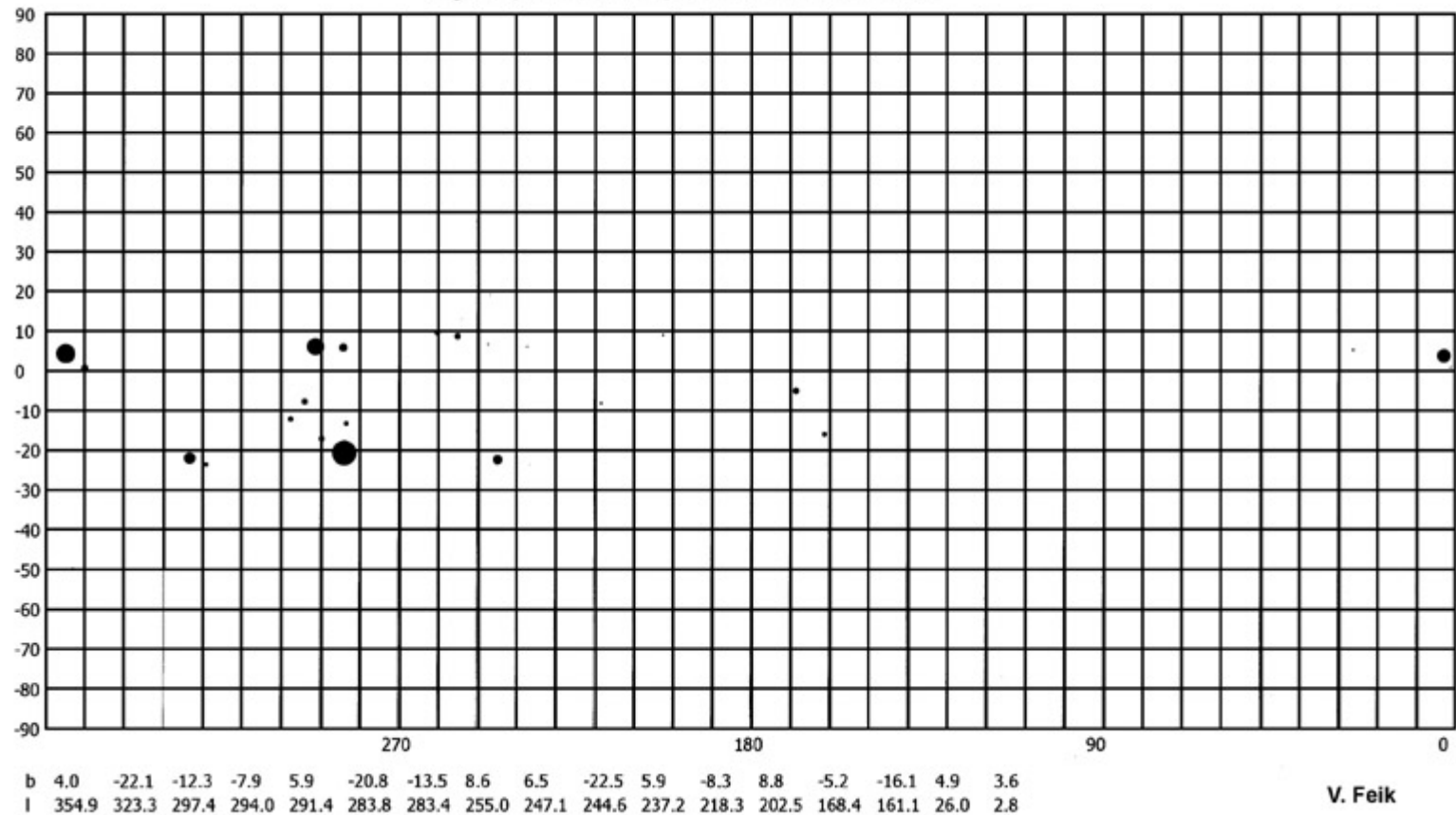
$B = 0^\circ$

3.6. - 10.6.
4.12. - 11.12.



Synoptická mapa

Synoptická mapa rotácie č. 2009



„Objektívne“ pozorovanie





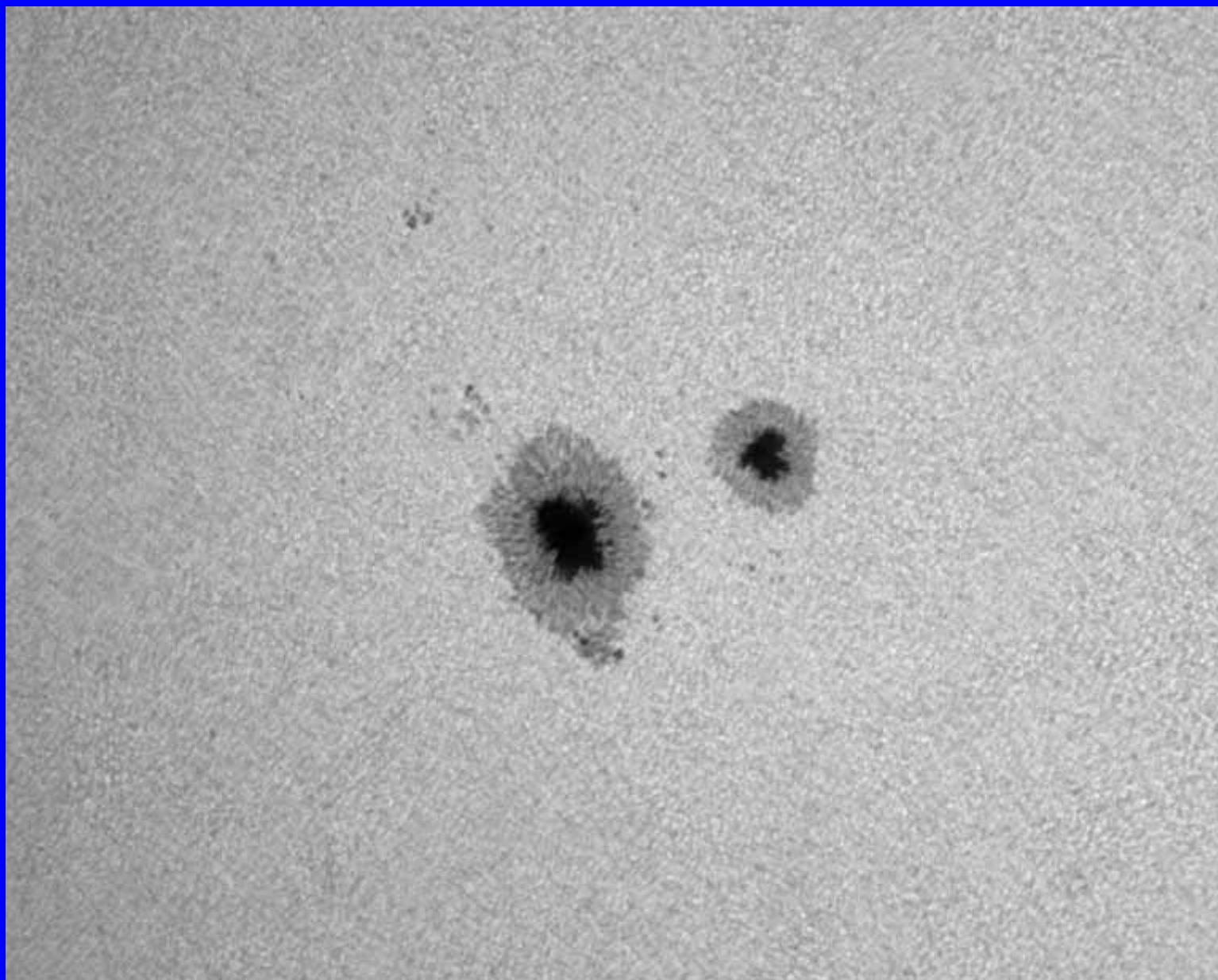
auto



15.9.2006, 10:13 UT







Má význam pozorovať ?

Pravidelné pozorovanie fotosféry s nástupom kozmických sond stratili čiastočne na význame, no zmysel stále majú, predovšetkým štatistický.

Pozorovania Slnka sústreďujú:

Hvezdáreň a planetárium v Prešove

Hvězdárna Valašské Meziříčí

SIDC - Solar Influences Data Analysis Center (Brusel)

Sonne (SRN)

a mnohé ďalšie organizácie

Má význam pozorovat ?

ÁNO !