

Vztah mezi strukturami bílé koróny a protuberancemi

M. Bělík, Hvězdárna v Úpici, marcel_belik@yahoo.com

V. Rušin, AÚ SAV, Tatranská Lomnica, vrusin@auriga.ta3.sk

E. Marková, Hvězdárna v Úpici, markovae@mbox.vol.cz

E. Brandejsová, VUT Brno, nimrodel@email.cz

Abstrakt

Velkoškálové koronální (přilbicové) paprsky pozorované v bílé koróně během úplných zatmění Slunce anebo pomocí koronografů jsou většinou lokalizovány nad klidnými typy protuberancí. Na základě výsledků z pozorování úplných zatmění Slunce byla ze snímků koronografů MK3 a MK4 vytvořena 'synoptická mapa' koronálních struktur a srovnána se změnami pozic protuberancí v průběhu slunečního cyklu. Protuberance v maximu cyklu v okolí pólů mizí. Ze získaných výsledků se ukazuje, že i výskyt velkoškálových koronálních struktur vykazuje podobný trend.

1. Úvod

Zatmění Slunce poskytuje jedinečnou možnost pozorování nejvyšší části sluneční atmosféry – koróny. Je všeobecně známo, že koróna se podle povahy produkovaného záření skládá ze tří různých částí: E-koróny, K-koróny a F-koróny. Nejnapadnější a nejpůsobivější část koróny, pozorovatelná během úplného zatmění, je bílá koróna, vznikající rozptylem fotosferického světla na elektronech a prachových částicích kolem Slunce. Dlouhodobá pozorování ukazují, že bílá koróna je tvořena mnoha strukturami odlišných tvarů, velikostí a různých fyzikálních vlastností. Všechny tyto koronální útvary jsou odrazem magnetického pole Slunce, a to jak lokálního, tak globálního (Bagenal a Gibson, 1991). Velkoškálové koronální útvary souvisí se strukturami magnetického pole nacházející se v nižších oblastech Slunce, o nichž ale běžná fotosferická měření poskytují bohužel jen málo informací. Zmíněné magnetické struktury se tvoří hluboko v oblasti slunečního dynamu, zatímco struktury zaznamenané na fotosferických magnetogramech jsou ovlivňovány pohyby plasmu v aktivních oblastech. Na druhé straně struktura vnitřní koróny velmi úzce souvisí s vlastností slunečního větru v blízkosti Země. Zatímco nízkoškálové koronální struktury jsou pozorovány jen přechodně nad aktivními oblastmi, přilbicové paprsky se během slunečního cyklu vyskytují nad slunečním povrchem dlouhodobě v korelaci s rozložením zjasnění zelené koróny a protuberancí (Mínavý et al., 1998). Z toho vyplývá, že životnost těchto dlouhých přilbicových paprsků bude v porovnání s menšími strukturami delší. Pozorování

přilbicových paprsků v různých fázích cyklu mohou hrát důležitou roli při studiu rozložení magnetického pole nad slunečním povrchem. Jak jsme uvedli výše, přilbicové paprsky jsou lokalizovány nad některými typy protuberancí vyskytujících se v oblastech oddělujících velkoškálové struktury magnetických polí na slunečním povrchu.

V této práci se zabýváme rozložením přilbicových paprsků v letech 1988 – 1998 ve vztahu k polohám protuberancí a možným vývojem přilbicových paprsků ve 22. a 23. cyklu sluneční aktivity. Z důvodu nízké frekvence slunečních zatmění během slunečního cyklu používáme vedle z nich získaných dat také snímky z koronografů MK3 a MK4 observatoře Mauna Loa.

2. Použitá data

V našich předchozích pracích jsme využívali pouze vlastní pozorování úplných slunečních zatměních získané v letech 1990, 1991, 1994, 1995, 1997 a 1998. Předběžné výsledky ukazují výrazný vztah mezi polohou dlouhých přilbicových paprsků a protuberancí (Bělík et al., 1999).

K detailnímu zjištění vztahu mezi přilbicovými paprsky a protuberancemi byly využita každodenní data z dříve zmíněných koronografů MK3 a MK4 spolu s rozložením protuberancí během slunečního cyklu publikovaných v Mínavý et al. (1998).

Tato pozorování zachycují pozorování během různých fází cyklů č. 22 a 23 s počátkem v roce 1988 (krátce před maximem v r. 1989), a koncem v roce 1998 – poblíž maxima 23. cyklu. Minimum mezi 22. a 23.

cyklem nastalo v květnu 1996 (Altrock et al., 1999). Polohy přilbicových paprsků, patrné z obrázků z koronografů byly získány těmito dvěma způsoby:

- 1) Z koronografů MK3 a MK4 byly určeny pozice os paprsků pro každý den pro celé studované období a byly porovnány s rozložením protuberancí (obr. 2).
- 2) Byl vytvořen kompozitní obrázek zachycující tenké proužkové výřezy pro každý den ve výšce 1,3 Ro kolem celého slunečního limbu, kde jsou prakticky přítomny pouze přilbicovité paprsky (obr. 3).

3. Diskuse a závěr

Jak můžeme vidět na obr. 2, rozložení protuberancí a přilbicových paprsků ukazuje silnou podobnost. Zatímco v období okolo minima slunečního cyklu se tyto paprsky nacházejí převážně v blízkosti rovníku, během maxima jsou pozorovány kolem celého Slunce. Paprsky ve středních heliografických šířkách mezi maximem a minimem zvolna mění svoji polohu.

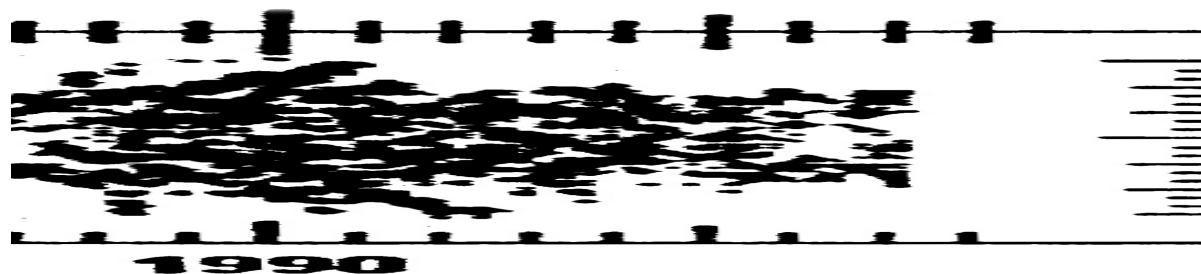
Na základě těchto získaných výsledků můžeme popsat pravděpodobný scénář změny rozložení přilbicových paprsků v průběhu celého slunečního cyklu. Protuberance kolem minima (Minařovjeh et al., 1998) jsou většinou lokalizovány v blízkosti rovníku, do 40° heliografické šířky. Krátce po minimu se pás

protuberancí rozštěpuje do dvou individuálních pásů. První se pozvolna odklání k pólům, kde se v maximu cyklu rozpadá. Druhý se přesouvá k rovníku a mizí v minimu příštího cyklu. Podobné trendy jsou také pozorovatelné v rozložení paprsků.

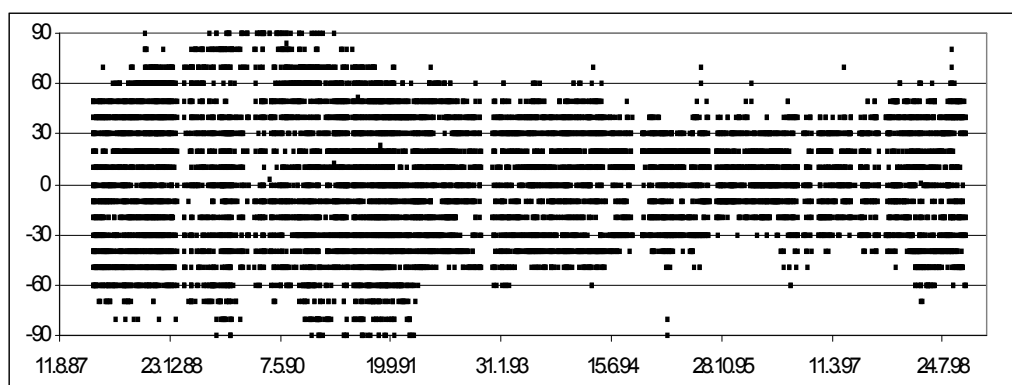
Vidíme, že v minimu slunečního cyklu jsou polohy koronálních paprsků prakticky identické s polohami protuberancí ve středních a nízkých šířkách. Během průběhu cyklu směrem k maximu se paprsky pohybují ze středních šířek k pólům, kde se vyskytují v maximu cyklu a zanikají podobně jako protuberance. Podrobnější pohled na rozložení a pohyb koronálních paprsků kolem slunečního limbu během celého studovaného období je ukázáno na obr. 3, který je ve shodě s výsledky patrné z obr. 2.

4. Literatura

- Altrock, R.C., Rybanský, M., Rušin V., Minařovjeh, M.: 1999, Sol. Phys., in press
- Bengal, F. and Gobson, S.: 1991, J. Geophys. Res. 96, 17 663
- Bělík, M., Marková, E., Rušin, V.: 1999, Proc. of the 1999 Solar Eclipse Workshop
- Minařovjeh, M., Rybanský, M., Rušin, V.: 1998, in News Perspectives on Solar Prominences, eds.: D. Webb, D. Rust and B. Schmieder, ASP Conference, Series 150, San Francisco, 484
- MLSO data (data from http://www.hao.ucar.edu/public/research/mlso/data_archive.html)

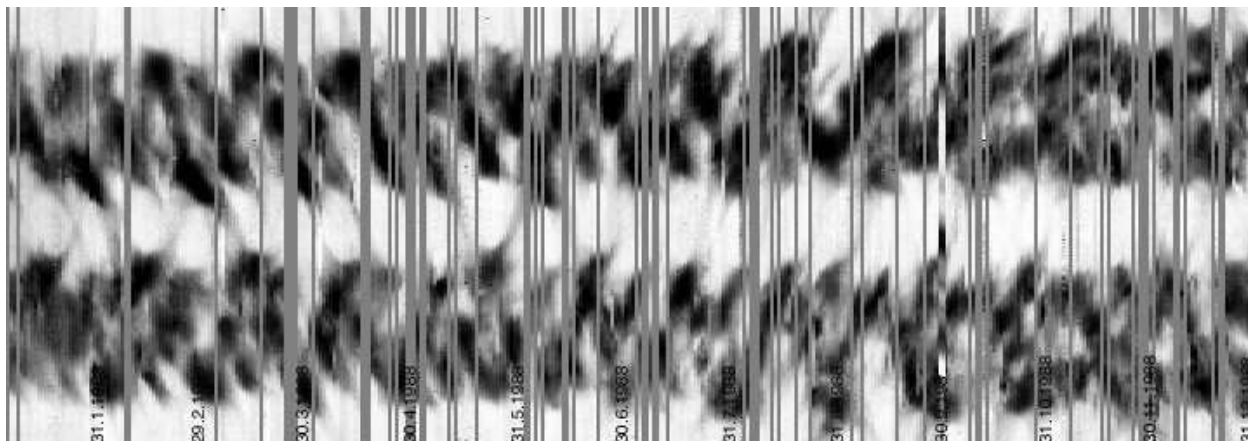


a)

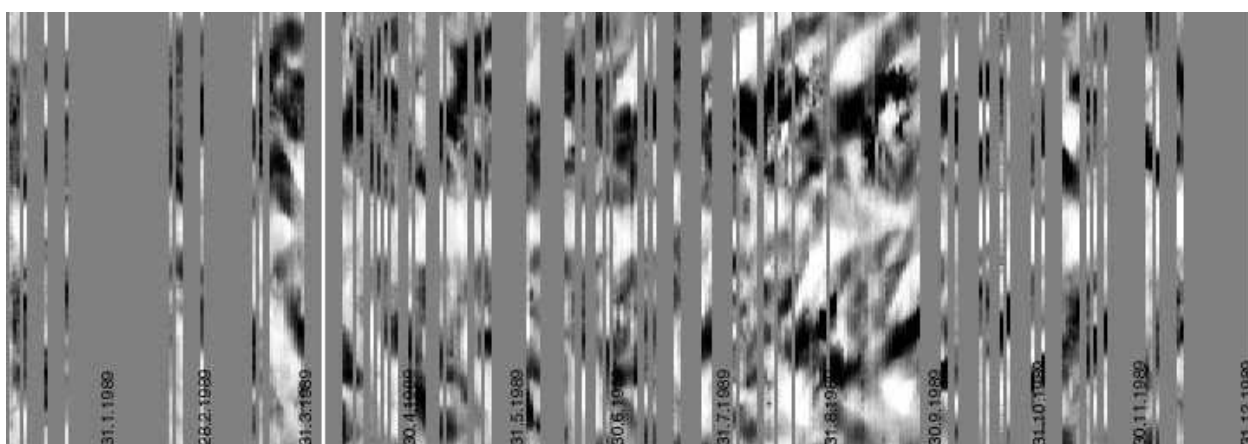


b)

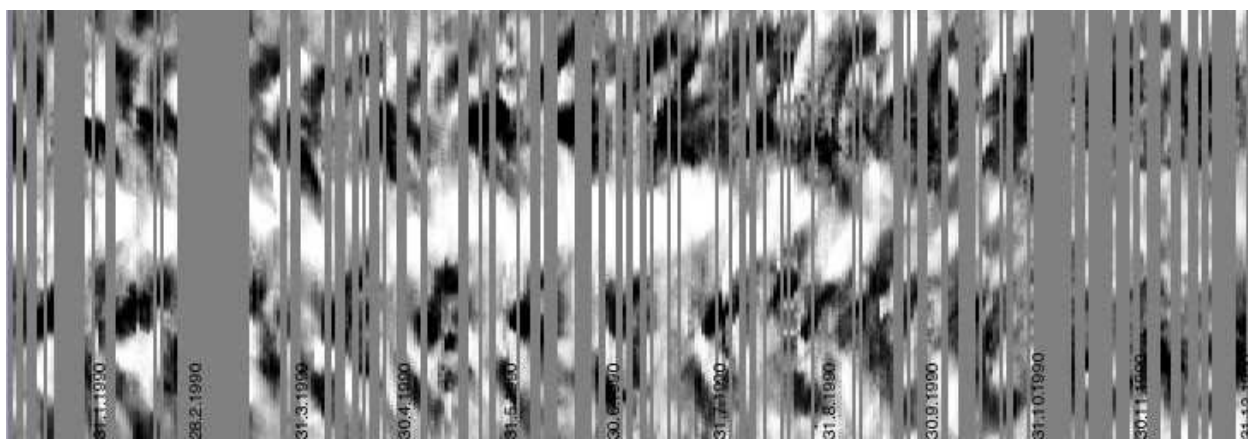
Obr. 1: Rozložení maximálního výskytu protuberancí (a) a rozložení přilbicových paprsků (b)



1988

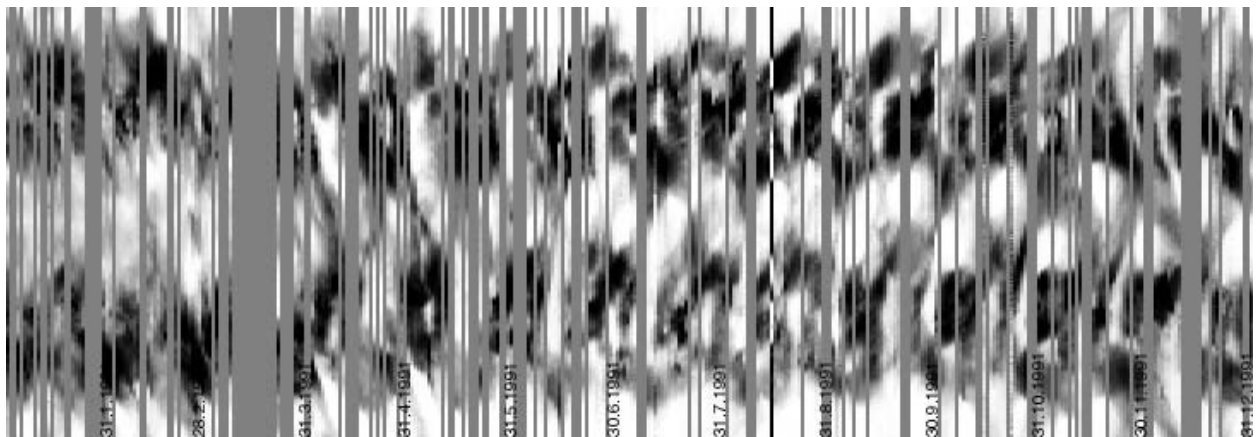


1989

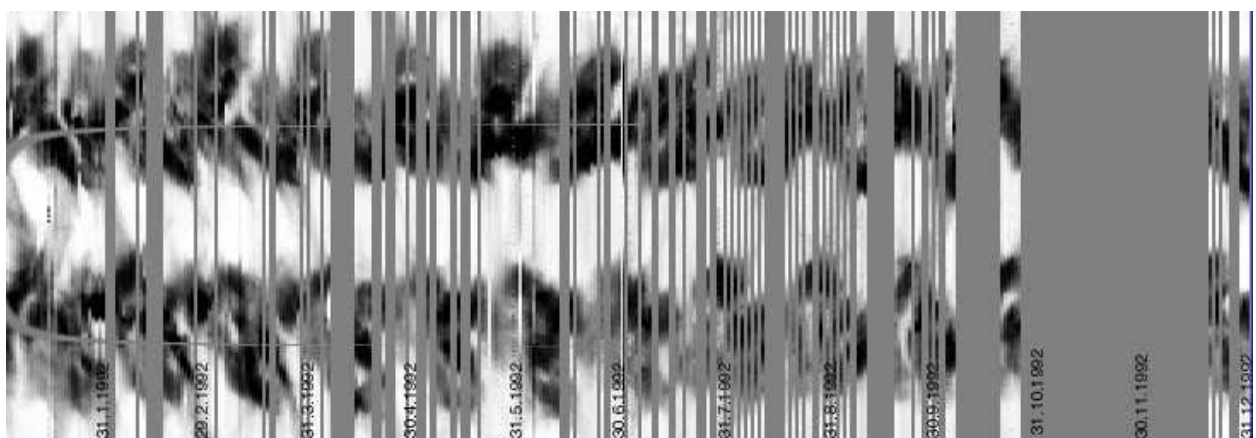


1990

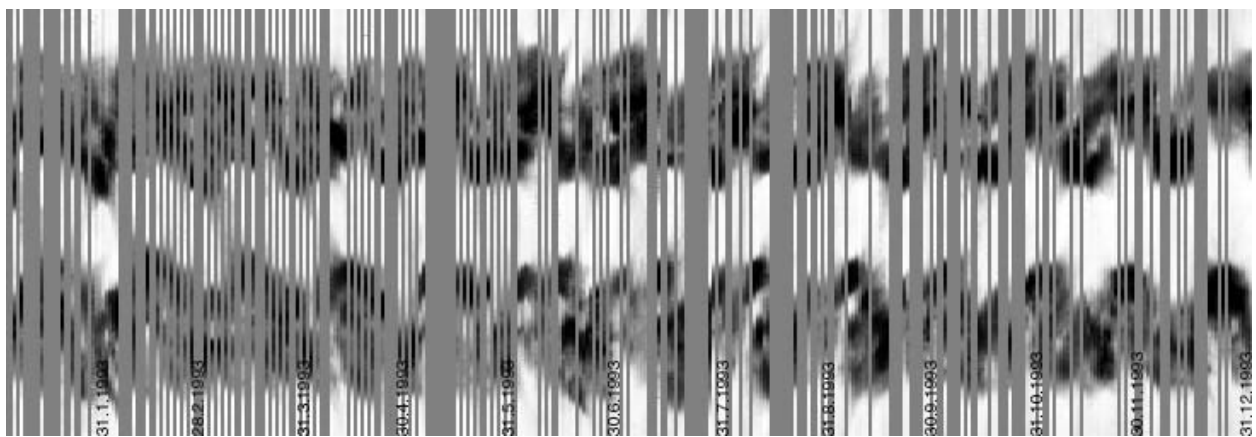
Obr. 3: Rozložení přílbicových paprsků 1988-1998, pokračování



1991

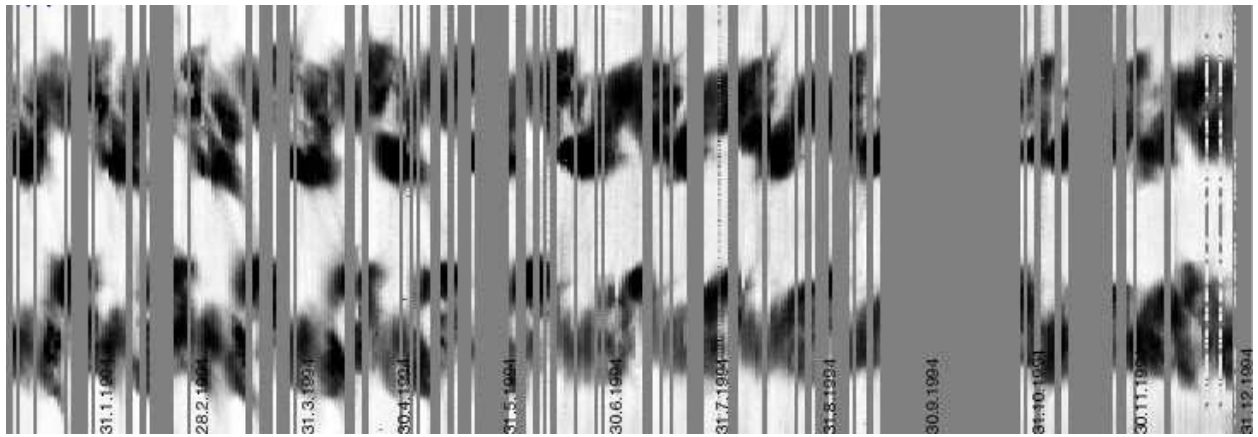


1992

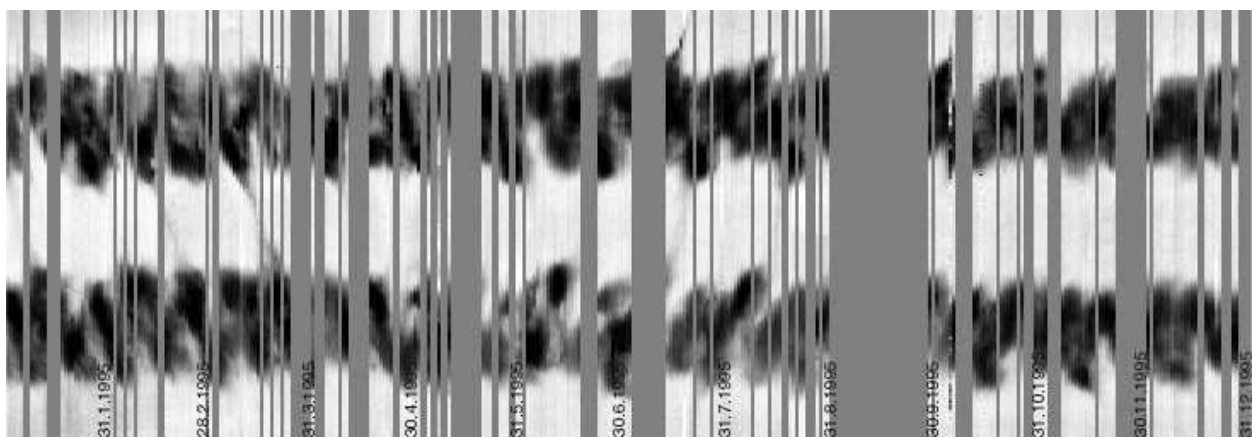


1993

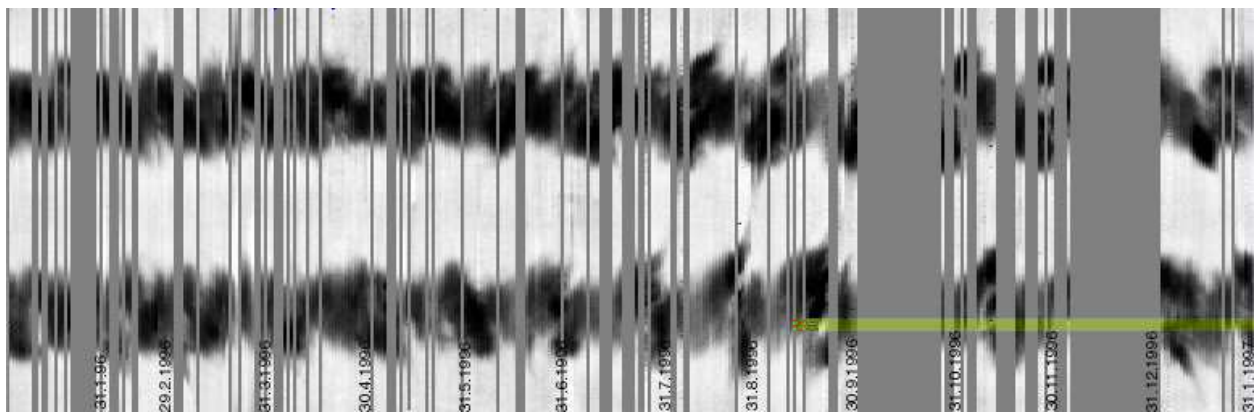
Obr. 3: Rozložení přílbicových paprsků 1988-1998, pokračování



1994

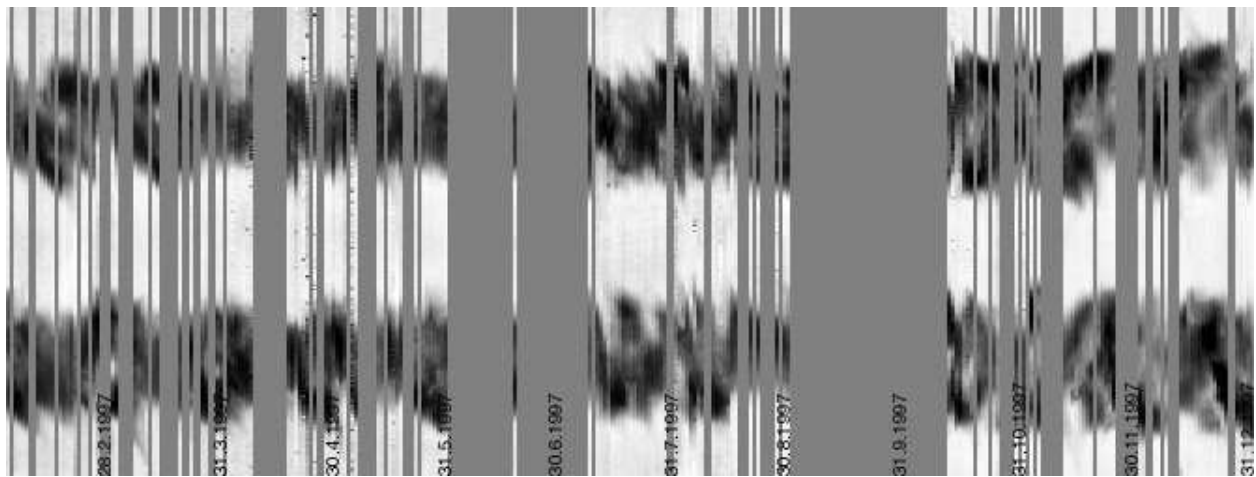


1995

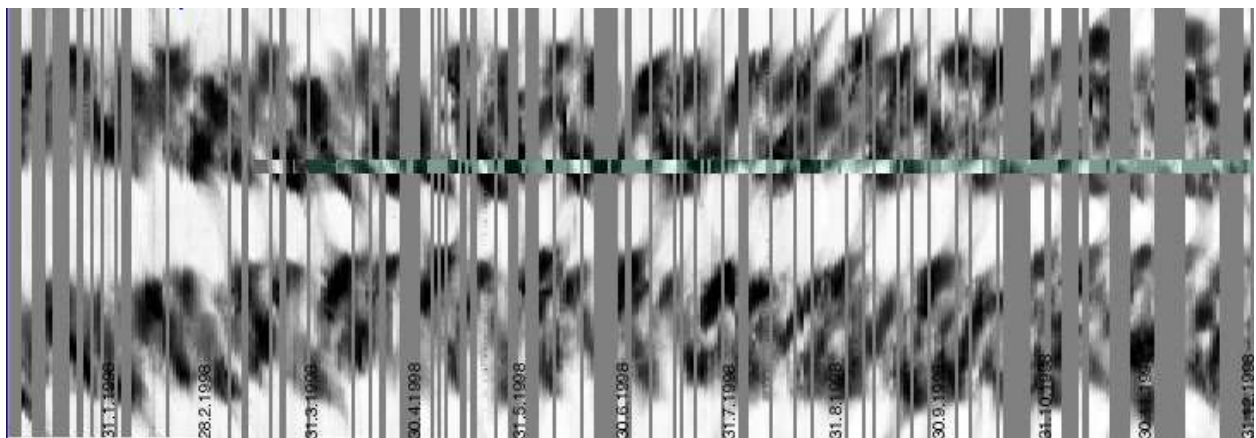


1996

Obr. 3: Rozložení přílbicových paprsků 1988-1998, pokračování



1997



1998

Obr. 3: Rozložení přilbicových paprsků 1988-1998, pokračování