

NEPERIODICKÝ VĚSTNÍK ČESKOSLOVENSKÉ ASTRONOMICKÉ SPOLEČNOSTI PŘI ČSAV



# ***KOSMICKÉ ROZHLEDY***

**4/1977**

# KOSMICKÉ ROZHLEDY, neperiodický věstník Československé astronomické společnosti při Československé akademii věd

ročník 1977

číslo 4

M. Kopecký

## Jsou relativní čísla skvrn a celková plocha skvrn vhodné pro studium periodicity slunečních skvrn?

Jak relativní číslo slunečních skvrn tak i jejich celková plocha jsou nejčastěji používanou charakteristikou celkového množství skvrn na Slunci a při studiu periodicity slunečních skvrn sehrály bezesporu pozitivní roli. Přesto se v posledních asi 20 letech ukázalo, že pro statistický výzkum periodicity slunečních skvrn, jehož cílem má být nalezení takových zákonitostí periodicity, které by byly vhodným východiskem pro fyzikální teorie periodicity, nejsou vhodné ani relativní číslo skvrn ani jejich celková plocha. To lze ukázat následující analýsou těchto charakteristik slunečních skvrn.

Fyzikální procesy na Slunci, jejichž důsledkem je sluneční činnost, neurčují bezprostředně ani relativní číslo skvrn ani jejich celkovou plochu, nýbrž určují takové charakteristiky skvrn, jako je počet vzniklých skupin skvrn v jednotce času, četnostní rozdělení skupin skvrn podle jejich životní doby, časový průběh plochy skupiny skvrn atd. Teprve určitým složením těchto charakteristik vzniká relativní číslo skvrn nebo celková plocha skvrn. Odvoďme tedy vztahy, kterými jsou celková plocha skvrn a relativní číslo určovány fyzikálně primárními charakteristikami skvrn.

Nechť počet vzniklých skupin skvrn  $f_0(\tau)$  za jednotku času na celém Slunci je funkcí času  $\tau$ . Z těchto  $f_0(\tau)$  skupin skvrn má  $f_0(\tau)$  skupin skvrn životní dobu  $T$  až  $T + dT$ . Funkce  $F(T, \tau)$  je tedy četnostní rozdělovací funkcí skvrn, vzniklých v čase  $\tau$ , podle jejich životních dob  $T$  a platí tedy pro ni, že

$$\int_0^{\infty} F(T, \tau) dT = 1 \quad /1/$$

Z pozorování dále pro tuto funkci plyne, že

$$\frac{\partial F(T, \tau)}{\partial T} < 0 \quad /2/$$

a

$$\lim_{\tau \rightarrow \infty} F(T, \tau) = 0 \quad /3/$$

Označíme-li si jako  $t$  stáří skupin skvrn, potom plocha  $S$  skupiny skvrn v daném okamžiku závisí nejen na jejím stáří  $t$ , ale, jak plyne z pozorování, i na její životní době  $T$  a na době  $\tau$ , kdy vznikla, takže

$$S = S(t, T, \tau) \quad /4/$$

Vztah pro celkovou plochu skvrn  $P$  můžeme nyní odvodit tímto způsobem:

Uvažujme nejprve skupiny skvrn s životní dobou  $T$  až  $T + dT$ . Z těchto skupin můžeme v daný okamžik  $\tau_0$  pozorovat pouze ty, jejichž stáří  $t < T$ . Tyto skupiny vznikly v době

$$\tau = \tau_0 - t \quad /5/$$

Součet ploch  $p(\tau_0, t, T)$  skupin skvrn, které vznikly v době  $\tau$  a mají životní dobu  $T$  až  $T + dT$ , je v okamžiku pozorování  $\tau_0$  dán vztahem

$$p(\tau_0, t, T) d\tau_0 dt dT = f_0(\tau_0 - t) F(T, \tau_0 - t) S(t, T, \tau_0 - t) dt dT d\tau_0 \quad /6/$$

Součet ploch  $P(T, \tau_0)$  skupin skvrn pozorovaných v okamžiku  $\tau_0$  a patřících skupinám skvrn s životní dobou  $T$  až  $T + dT$  a jejichž stáří  $t$  leží v celém intervalu

$$0 \leq t \leq T, \quad /7/$$

t.j. vzniklých v době

$$(\tau_0 - T) < \tau < \tau_0 \quad /8/$$

obdrženém ze vztahu /6/ s přihlédnutím ke vztahu /7/ ve tvaru

$$P(T, \tau_0) dT d\tau_0 = \int_0^T f_0(\tau_0 - t) F(T, \tau_0 - t) S(t, T, \tau_0 - t) dt dT d\tau_0 \quad /9/$$

Uvažujeme-li potom skupiny skvrn všech životních dob, dostáváme celkovou plochu  $P(\tau_0)$  všech skupin skvrn existujících v okamžiku  $\tau_0$

$$P(\tau_0) d\tau_0 = \int_0^{\tau_0} \int_0^T f_0(\tau_0 - t) F(T, \tau_0 - t) S(t, T, \tau_0 - t) dt dT d\tau_0 \quad /10/$$

Jestliže do /10/ dosadíme z /5/ dostáváme

$$P(\tau_0) d\tau_0 = \int_0^{\tau_0} \int_0^{\tau_0 - \tau} f_0(\tau) F(T, \tau) S(\tau_0 - \tau, T, \tau) d\tau dT d\tau_0, \quad /11/$$

což je hledaný výraz pro celkovou plochu všech skupin skvrn existujících v okamžiku pozorování  $\tau_0$ .

Přejdeme nyní k relativnímu číslu skvrn  $R$ , které je definováno vztahem

$$R = 10N + n \quad /12/$$

kde  $N$  je počet skupin skvrn existujících na Slunci v okamžiku pozorování  $\tau_0$  a  $n$  je celkový počet skvrn existujících v okamžiku  $\tau_0$  v těchto skupinách.

Počet skupin skvrn  $N$  existujících v okamžiku  $\tau_0$  můžeme odvodit tímto způsobem: V každém okamžiku vzniká  $f(\tau) F(T, \tau) dT d\tau$  skupin skvrn, jejichž životní doba leží v  $\tau$  intervalu  $(T, T+dT)$ . V daný okamžik  $\tau_0$  můžeme z těchto

skupin skvrn však pozorovat pouze ty, které vznikly před dobou T nebo později, t.j. jejichž stáří t leží v intervalu daném vztahem /8/. Tyto skupiny musely tedy vzniknout v době  $\tau$  dané vztahem /8/. V okamžiku pozorování  $\tau_0$  je tedy možno pozorovat celkem  $\int_{\tau_0-T}^{\tau_0} f_0(\tau) F(T, \tau) d\tau dT d\tau_0$  skupin skvrn, jejichž životní doba leží v intervalu (T, T+dT), kde

$$\int_{\tau_0-T}^{\tau_0} f_0(\tau) F(T, \tau) d\tau dT d\tau_0 \quad /13/$$

Počet všech skupin skvrn  $N(\tau_0)$ , které existují v okamžiku  $\tau_0$ , je pak

$$N(\tau_0) d\tau_0 = \int_{\tau_0-T}^{\tau_0} \int_{\tau_0-T}^{\tau_0} f_0(\tau) F(T, \tau) d\tau dT d\tau_0 \quad /14/$$

Celkový počet jednotlivých skvrn  $n(\tau_0)$ , existujících v okamžiku pozorování  $\tau_0$  v  $N(\tau_0)$  skupinách skvrn, odvodíme tímto způsobem:

Počet skvrn ve skupině se mění v závislosti na stáří t skupiny skvrn a současně i na životní době T skupiny - dlouhožijící skupiny mají v maximum svého vývoje větší počet skvrn než krátce žijící skupiny. Kromě toho závislost na t a T může být různá v závislosti na čase  $\tau$  vzniku skupiny skvrn. Označíme-li si jako  $\sigma$  počet skvrn v dané skupině skvrn, je tedy

$$\sigma = \sigma(t, T, \tau) \quad /15/$$

Funkce  $\sigma(t, T, \tau)$  je analogická funkci  $S(t, T, \tau)$  a z hlediska matematického odvození je proto i celkový počet skvrn  $n$  existujících v okamžiku  $\tau_0$  analogický celkové ploše P skvrn v čase  $\tau_0$ . Celkový počet skvrn  $n(\tau_0)$  je tedy dán vztahem analogickým ke vztahu /11/ pro P( $\tau_0$ ). Můžeme tedy psát, že

$$n(\tau_0) d\tau_0 = \int_{\tau_0-T}^{\tau_0} \int_{\tau_0-T}^{\tau_0} f_0(\tau) F(T, \tau) \sigma(\tau_0 - \tau, T, \tau) d\tau dT d\tau_0 \quad /16/$$

Relativní číslo skvrn R je tedy po dosazení do /12/ za N a n z /14/ a /16/ dáno vztahem

$$R(\tau_0) d\tau_0 = \int_{\tau_0-T}^{\tau_0} \int_{\tau_0-T}^{\tau_0} f_0(\tau) F(T, \tau) [10 + \sigma(\tau_0 - \tau, T, \tau)] d\tau dT d\tau_0 \quad /17/$$

Fyzikálními procesy na Slunci jsou bezprostředně určovány funkce  $f_0(\tau)$ ,  $F(T, \tau)$ ,  $S(\tau_0 - \tau, T, \tau)$  a  $\sigma(\tau_0 - \tau, T, \tau)$ . Relativní číslo skvrn R a celková plocha skvrn P jsou naopak poměrně složitým způsobem závislé na těchto funkcích, jak plyne ze vztahů /11/ a /17/. Vezmeme-li v úvahu, že výsledky posledních dvaceti let přesvědčivě ukázaly, že funkce  $f_0$ , F, S a  $\sigma$  mají rozdílné zákonitosti ve vztahu k periodicitě sluneční činnosti /na př. závislost na čase má u funkce  $f_0(\tau)$  výrazný charakter 11-letého cyklu, zatím co pro funkci  $F(T, \tau)$  je charakteristická 80-letá perioda, a pod./, plyne ze vztahu /11/ a /17/, že ani relativní čísla ani celková plocha skvrn nejsou vhodnými charakteristikami slunečních skvrn pro výzkum jejich periodicity, protože se v nich složitým způsobem prolínají rozdílné zákonitosti periodicity fyzikálně primárních charakteristik skupin skvrn  $f_0$ , F, S a  $\sigma$ . Jestliže chceme statistickými metodami výzkumu periodicity skvrn nalézt zákonitosti, které by vedly k fyzikální podstatě periodicity sluneční činnosti, je třeba zkoumat zákonitosti periodicity přímo primárních charakteristik skupin skvrn, takových, jako jsou funkce  $f_0(\tau)$ ,  $F(T, \tau)$ ,  $S(\tau_0 - \tau, T, \tau)$ ,  $\sigma(\tau_0 - \tau, T, \tau)$ , nebo jiných fyzikálně primárních charakteristik skupin skvrn.