

# Matematicko-fyzikálny časopis

---

Juraj Dubinský; Pavel Chaloupka; Tadeusz Kowalski  
Vplyv rýchlosti vetra na intenzitu neutrónovej zložky kozmického žiarenia

*Matematicko-fyzikálny časopis*, Vol. 10 (1960), No. 1, 57--62

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/126923>

## Terms of use:

© Mathematical Institute of the Slovak Academy of Sciences, 1960

Institute of Mathematics of the Academy of Sciences of the Czech Republic provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This paper has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://project.dml.cz>

## VPLYV RÝCHLOSTI VETRA NA INTENZITU NEUTRÓNovej ZLOŽKY KOZMICKÉHO ŽIARENIA

JURAJ DUBINSKÝ, PAVEL CHALOUPKA, TADEUSZ KOWALSKI

Na hľadanie príčin a povahy variácií kozmického žiarenia v súvislosti s geofyzikálnymi, héliofyzikálnymi a astrofyzikálnymi javmi treba stanoviť závislosť intenzity kozmického žiarenia od meteorologických faktorov.

V roku 1957 upozornil Lockwood [1] na existenciu vplyvu rýchlosti vetra na meranie intenzity kozmického žiarenia, a to predovšetkým na jeho neutrónovú zložku. Celý efekt je spôsobený tým, že meraný barometrický tlak  $p$  pri pohybe vzduchu v mieste, kde sa meranie koná, nezodpovedá množstvu hmoty nad meracím prístrojom. Keď označíme tlak, ktorý bol nameraný v pokojnom vzduchu  $p_0$ , platí

$$p = p_0 - \frac{\rho}{2} v^2, \quad (1)$$

kde  $\rho$  je hustota vzduchu a  $v$  jeho rýchlosť. Oprava vzhľadom na rýchlosť vetra bude potom daná vzorcom

$$\delta p = p_0 - p = \frac{\rho}{2} v^2. \quad (2)$$

Pre Lomnícky štít má  $\rho$  (pri priemernej teplote  $-3^\circ\text{C}$  a priemernom tlaku 550 mm Hg) hodnotu  $0,944 \cdot 10^{-3}$ . Pre  $\delta p$  v mm Hg dostávame potom rovnicu

$$\delta p = 0,27 \cdot 10^{-3} v^2, \quad (3)$$

kde  $v$  je v km/hod. Táto hodnota bude o niečo väčšia v dôsledku pohybu vyšších vrstiev atmosféry.

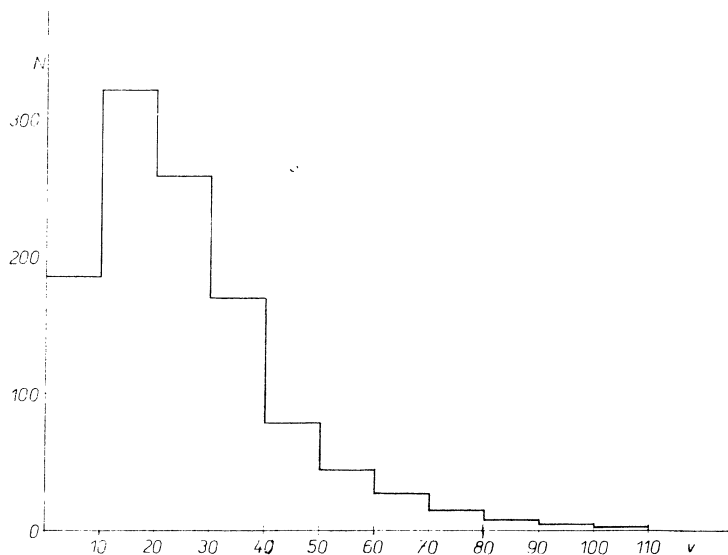
Pretože rýchlosti vetrov  $\sim 100$  km/hod nie sú v horských stanicích zriedkavé, predstavuje tento efekt veličinu, ktorú pri barometrických (obr. 1) korekciách intenzity kozmického žiarenia nemožno zanedbať. Barometrický koeficient tvrdej zložky je pre Lomnícky štít 0,274 %/mm Hg a pre neutrónovú zložku 0,943/mm Hg. Robí teda vplyv vetrov takýchto veľkostí na tvrdú zložku minimálne 0,7 % a pri neutrónovej 2,6 %. To sú už veličiny, ktoré sú rovnakého rádu a niekedy dokonca vyššie ako merané mimoatmosférické variácie (amplitúda dennej variácie pre tvrdú zložku  $\sim 0,2$  %, pre neutrónovú zložku  $\sim 0,5$  %). Meranie intenzity bude teda potrebné na

rýchlosť vetra korigovať. Na tento cieľ sme potrebnú konštantu pre neutrónovú zložku určili experimentálne. Pre tvrdú zložku sa dá potrebná konštantá prepočítať.

Z horeuvedených úvah vyplýva, že závislosť počtu registrovaných neutrónov  $n$  od rýchlosti vetra  $v$  môžeme vyjadriť vzťahom

$$n = f(v^2). \quad (5)$$

Keď si tento vzťah znázorníme graficky, vidíme, že rozptyl jednotlivých bodov (obr. 2) značne prevyšuje chyby, s akými sa normálne stretávame pri fyzi-



Obr. 1. Histogram odpočtov jednotlivých rýchlostí vetra na Lomnickom štíte v období od 1. 1. — 30. 4. 1958.

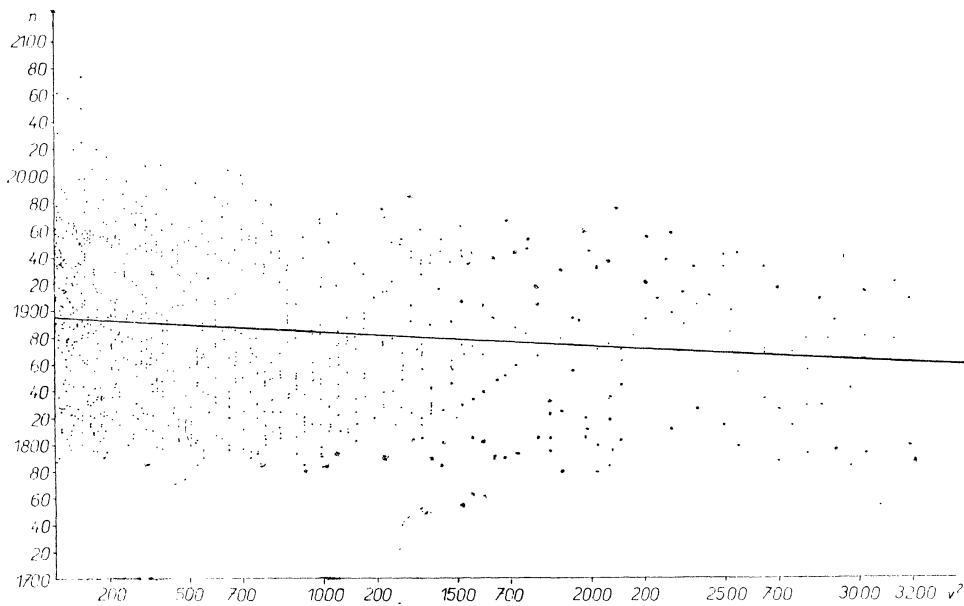
kálnych meraniach. V tomto prípade hovoríme o korelačnej závislosti, ktorú vyjadruje tzv. regresná čiara. Pre nájdenie spomenutej regresnej čiary sme použili merania vykonané neutrónovým monitorom [2] na stanici MGR na Lomnickom štíte v januári, februári, marci a apríli roku 1958, pričom hodnoty boli korigované iba na barometrický tlak. Vynechané boli časové úseky medzi 10.—20. februárom a 24. marcom—4. aprílom, pretože v tejto dobe bola intenzita primárnej složky mimoriadne porušená silnými magnetickými búrkami. Intenzita neutrónov bola odčítaná každé dve hodiny a rýchlosť vetra každú hodinu. Ako odpovedajúcu hodnotu intenzity neutrónov (registrovanú v dvojhodinových intervaloch) brali sme príslušný priemer rýchlosti vetra, nameranej každú hodinu. Celkom sme použili 1116 odčítaní z neutrónového monitora a príslušné rýchlosti vetra, namerané v zodpovedajúcom čase. Na vyhľadanie regresnej priamky sme použili analytickú metódu najmenších štvorcov [3].

Nech v rovnici (4) je  $n$  lineárnou funkciou  $v^2$ .

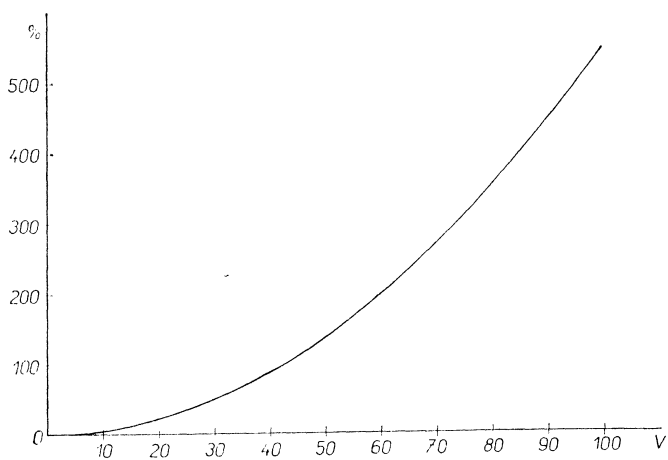
$$n = av^2 + b. \quad (6)$$

Samozrejme, že platí tiež

$$\frac{\sum n}{k} = a \frac{\sum v^2}{k} + b, \quad (7)$$



Obr. 2.



Obr. 3. Závislosť korekcie od rýchlosti vetra.

kde  $k$  je počet odčítaných hodnôt. Poslednú rovnicu môžeme prepísať takto:

$$\bar{n} = g\bar{v}^2 + b, \quad (8)$$

kde  $\bar{n}$  je priemer z  $n$  a  $\bar{v}^2$  priemer z  $v^2$ .

V rovnici (6) označme  $n = y$ ,  $v^2 = x$  takže rovnica regresnej priamky bude

$$y = ax + b. \quad (9)$$

Metóda najmenších štvorcov vyžaduje, aby súčet  $S$  bol čo najmenší:

$$S = \sum_i (y_i - ax_i - b)^2 \rightarrow \min. \quad (10)$$

Metódou variácie konštant  $a$  a  $b$  dostávame sústavu rovníc, z ktorých vyrátame  $a$  a  $b$ :

$$\begin{aligned} \sum_i (y_i - ax_i - b)x_i &= 0, \\ \sum_i (y_i - ax_i - b) &= 0. \end{aligned} \quad (11)$$

Posledné rovnice prepíšeme do tvaru

$$\begin{aligned} a \sum_i x_i^2 + b \sum_i x_i &= \sum_i x_i y_i, \\ a \sum_i x_i + bk &= \sum_i y_i, \end{aligned} \quad (12)$$

kde  $k$  je počet meraní. Z posledných rovníc (12) vychádza

$$a = \frac{k \sum nv^2 - \sum n \sum v^2}{k \sum v^4 - (\sum v^2)^2}. \quad (13)$$

Odčítaním (8) od (6) dostaneme

$$n - \bar{n} = a[v^2 - \bar{v}^2], \quad (14)$$

$b$  je potom

$$b = \bar{n} - a \frac{\sum v^2}{k}. \quad (15)$$

Po vyrátaní  $a$  a  $b$  dostávame regresnú priamku  $y = ax + b$ , ako je znázornené na obr. 2.

Spomínaných 1116 odčítaní  $n$  a im zodpovedajúce  $v$  boli spracované pre potrebu rovníc (13) a (15):

$$\begin{aligned} k &= 1116 \\ \sum n &= 2\,104\,191 \\ \sum v^2 &= 1\,064\,820,75 \\ \sum nv^2 &= 1\,985\,123\,253,25 \\ \sum v^4 &= 3\,193\,964\,381,4375 \\ a &= -0,010\,363 \pm 0,001 \\ b &= 1895,363\,57. \end{aligned}$$

Pre kontrolu numerických výpočtov vyrátali sme  $b$  nie z rovnice (14), ale zo sústavy rovníc (12):

$$b = \frac{\sum v^4 \sum n - \sum v^2 \sum nv^2}{k \sum v^4 - (\sum v^2)^2}, \quad (16)$$

pričom numerická hodnota  $b$  vyrátaná z rovnice (16) je

$$b = 1895,363\ 62.$$

Pri grafickom znázornení máme ďalšiu kontrolu, spočívajúcu v tom, že regresná priamka musí prechádzať ťažiskom

$$T[\bar{v}^2; \bar{n}] = T[954,14; 1885,5].$$

Hodnota zníženia intenzity neutrónovej zložky pri vetre rýchlosti 100 km/hod, nájdená experimentálne, je teda

$$5.5 \pm 0,5 \ %.$$

čo je hodnota pomerne značne väčšia ako hodnota očakávaná. Hodnota koeficientu korelácie je pritom  $0,24 \pm 0,02$ . Rozdiel medzi očakávanou hodnotou a hodnotou nájdenou experimentálne môže byť spôsobený jednak pohybom vyšších vrstiev atmosféry a tiež tým, že vetry na Lomníckom štíte majú veľkú vertikálnu zložku (zapríčinenú strmým terénom), v dôsledku čoho meraná rýchlosť vetra je asi o 30 % nižšia ako rýchlosť skutočná. Keď podľa toho znížime nameranú hodnotu príslušným faktorom, vychádza nám koeficient nižší: 3,3 %; táto hodnota súhlasí s hodnotou získanou Lockwoodom.

Chyba merania je, pravda, v skutočnosti väčšia, a to z týchto dôvodov:

1. Presné rozloženie rýchlosti vetra v závislosti od výšky nad meracou aparátúrou nie je známe;

2. meria sa iba vodorovná zložka rýchlosti vetra, čo pri zahrotenom tvare Lomníckeho štítu, spôsobujúcim usmernenie vetru do vertikálneho smeru, predstavuje značnú chybu;

3. použité dvojhodinové priemery rýchlosti sú medzi sebou korelované.

Použitá data boli namerané aparátúrou, zhotovenou ČSAV —Fyzikálnym ústavom pre potreby MGR. Práca je súčasťou programu MGR.

Autori ďakujú N. S. Kaminerovi z Inštituta zemného magnetizmu v Moskve za podnet k tejto práci.

## LITERATÚRA

- [1] Lockwood J. A., Calawa A. R., Jour. Atm. Terr. Phys. 11 (1957), 23.  
[2] Hladký J., et al., Čs. čas. fys. 9 (1959), 150.  
[3] Dorman L. I., *Variacii kosmičeskich lučej*, Moskva 1957. 50.

Došlo 17. 9. 1959.

*Laboratórium fyziky  
Slovenskej akadémie vied  
Inštitút Geofyziky  
Polskej akadémie vied*

## ЗАВИСИМОСТЬ ИНТЕНСИВНОСТИ НЕЙТРОННОГО КОМПОНЕНТА КОСМИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ОТ СКОРОСТИ ВЕТРА

Й. ДУБИНСКИ, П. ХАЛОУПКА, Т. КОВАЛСКИ

### Выводы

В работе дается теоретическое определение процентной величины зависимости интенсивности нейтронного компонента космического излучения, измеряемого на Ломницком пике, от скорости ветра. Эта величина сравнивается с экспериментальной величиной установленной методом регрессивной прямой. Разница между величиной установленной теоретически (больше 2,6 % при скорости 100 км/час) и величиной найденной экспериментальным путем ( $5,5 \pm 0,5$  %) объясняется сравнительно большой вертикальной компонентной скорости ветра, вызываемой конфигурацией поверхности.

При измерениях на эту компоненту внимание не обращается, а ее значение представляет по воззрениям метеорологов приблизительно 30 % всей величины.

## INFLUENCE OF VELOCITY OF THE WIND ON THE INTENSITY OF NEUTRON COMPONENT OF COSMIC RAYS

JURAJ DUBINSKÝ, PAVEL CHALOUPKA, TADEUSZ KOWALSKI

### Summary

The percentual changes in the intensity of the neutron component measured at Lomnický štít caused by the wind is theoretically esteemed. The value obtained is compared with that obtained experimentally using the method of regression line. The difference between the theoretical value (more than 2,6 % at the velocity 100 km p.h.) and the experimental value ( $5,5 \pm 0,5$  %) can be explained by the relatively great vertical component of the windspeed, which has its origin in the shape of the mountain. This component is not measured and its value amounts, according to meteorologists, roughly 30 % of the total velocity.