

ROZPTÝLENÉ ŽIARENIE V MLYŇANOCH

Marian Ostrožlík

Summary Diffuse radiation at Mlyňany

Based on the hourly sums of diffuse radiation at the Meteorological Observatories Mlyňany (195 m a.s.l., $\varphi = 48^\circ 19' N$, $\lambda = 18^\circ 20' E$) during the 1993 – 2004 period the time variability of diffuse radiation is studied.

According to expectation the diffuse radiation at Mlyňany has a pronounced annual course with maximum in summer and minimum in winter. The largest part of the diffuse radiation falls on the growing season, more than 70% from the total annual sum, in spite of it that the growing season represents roughly a half of the year.

Key words: diffuse radiation, annual course, daily course

Úvod

Základným a prakticky jediným zdrojom energie fyzikálnych procesov, ktoré prebiehajú v atmosfére a na zemskom povrchu, je energia prichádzajúca zo Slnka vo forme slnečného žiarenia. Priame slnečné žiarenie pri prechode atmosférou je zoslabované jednak pohlcovaním a jednak rozptylom. Zoslabovanie rozptylom je väčšie ako pohlcovaním. V dôsledku transformácie priameho slnečného žiarenia v atmosfére môžeme na zemskom povrchu pozorovať niekoľko radiačných tokov. Jedným z nich je aj rozptýlené žiarenie. Rozptýlené žiarenie na meteorologickom observatóriu v Mlyňanoch je predmetom nášho štúdia.

Materiál a metódy

Sporadické pozorovania a merania niektorých meteorologických prvkov sa robili v Mlyňanoch už v r. 1920 (Bero a kol., 1992; Steinhübel, 1957). Avšak systematické sledovanie stavu atmosféry sa tu začalo až v r. 1962, kedy bola v parku Arboréty zriadená meteorologická stanica. Pôvodná lokalizácia meteorologickej stanice nespĺňala úplne požadované podmienky pre meteorologickú observačnú činnosť, a preto od r. 1969 bolo

v Arboréte Mlyňany uvedené do prevádzky Meteorologické observatórium Geofyzikálneho ústavu SAV (195 m n.m., $\varphi = 48^\circ 19' N$, $\lambda = 18^\circ 20' E$) (Janičkovičová a Bilčík, 1996), ktoré je už súčasťou Arboréty Mlyňany SAV.

Na meteorologickom observatóriu v Arboréte Mlyňany SAV sa systematicky robí meranie a registrácia rozptýleného žiarenia už dlhšiu dobu. Ako snímač rozptýleného žiarenia sa používa pyranometer typu Sonntag s galvanicky vyrobenými termočlánkami. Na separáciu priameho slnečného žiarenia je používaný tieniaci oblúk s polomerom 200 mm a šírkou 400 mm. Súbežne s meraním rozptýleného (D) a globálneho žiarenia (G) sa robia merania a pozorovania aj ďalších meteorologických prvkov. Na meranie a nepretržitú registráciu globálneho a rozptýleného žiarenia sa najskôr používala meracia ústredňa MIT 350, ktorá bola neskôr (1995) nahradená centrálnym meracím systémom EMS 200 (Ostrožlík, 2002).

Vychádzajúc z experimentálnych údajov - hodinových, denných a mesačných súm rozptýleného žiarenia – v Mlyňanoch za obdobie 1993 – 2004 boli vypočítané ročné sumy rozptýleného žiarenia, ktoré slúžili ako podklad pre analýzu časového radu a pre štúdium ča-

sovej premenlivosti rozptýleného žiarenia v tejto polohe.

Výsledky a diskusia

Podiel rozptýleného žiarenia na celkovej intenzite globálneho žiarenia závisí predovšetkým od fyzikálneho stavu atmosféry. Ako už bolo skôr publikované, pri bezoblačnej oblohe (Smolen, 1980), kedy rozptýl priameho slnečného žiarenia je podmienený len molekulami vzduchu a čiastočkami prachu, podiel rozptýleného žiarenia na celkovej intenzite globálneho žiarenia je podstatne menší ako za podmienok výskytu oblačnosti. Vplyvom oblačnosti sa rozptýl priameho slnečného žiarenia spravidla zväčšuje (Lapin a Tomlain, 2001; Tomlain a Hrvol, 1991).

Spracovaním rozsiahleho experimentálneho materiálu meraní rozptýleného žiarenia v Mlyňanoch boli získané viaceré kvantitatívne údaje. V tab. 1 sú uvedené niektoré zá-

kladné štatistické charakteristiky ročných súm rozptýleného žiarenia v Mlyňanoch: priemer, medián, extrémne hodnoty, smerodajná odchýlka, koeficient variancie, a iné (Anděl, 1985; Bakytová a kol., 1975; Nosek, 1972). Podľa údajov tejto tabuľky vidíme, že priemerná ročná suma rozptýleného žiarenia v Mlyňanoch v období 1993 – 2004 je $181,626 \text{ kJ.cm}^{-2}$. Ak to porovnáme s doteraz publikovanými výsledkami o globálnom žiarení (Ostrožlík, 2003a; Ostrožlík, 2003b) tak zistíme, že podiel rozptýleného žiarenia na globálnom žiarení v Mlyňanoch predstavuje 41,6%. V priebehu roka sa však tento podiel mení. Najväčšia ročná suma rozptýleného žiarenia bola nameraná $201,637 \text{ kJ.cm}^{-2}$ v r. 1994 a najmenšia $157,086 \text{ kJ.cm}^{-2}$ v r. 2003. Z toho vyplýva, že kolísanie ročných súm rozptýleného žiarenia je v rozmedzí zhruba 45 kJ.cm^{-2} . Vypočítaná hodnota smerodajnej odchýlky $13,93654 \text{ kJ.cm}^{-2}$ predstavuje 7,7% z dlhodobého priemeru.

Tab. 1. Štatistické charakteristiky ročných súm rozptýleného žiarenia v Mlyňanoch za obdobie r. 1993 – 2004

Premenná	Rozptýlené žiarenie v kJ.cm^{-2}	Premenná	Rozptýlené žiarenie v kJ.cm^{-2}
Rozsah súboru	12	Maximum	201,637
Priemer	181,626	Variačné rozpätie	44,551
Medián	181,132	Dolný kvartil	171,570
Modus	180,145	Horný kvartil	189,527
Geometrický priemer	181,134	Kvartilové rozpätie	17,957
Variancia	194,2272	Šikmosť	0,011667
Smerodajná odchýlka	13,93654	Špicatosť	-0,783642
Štandardná chyba	4,023133	Koeficient variancie	7,673225
Minimum	157,086	Suma	2179,507

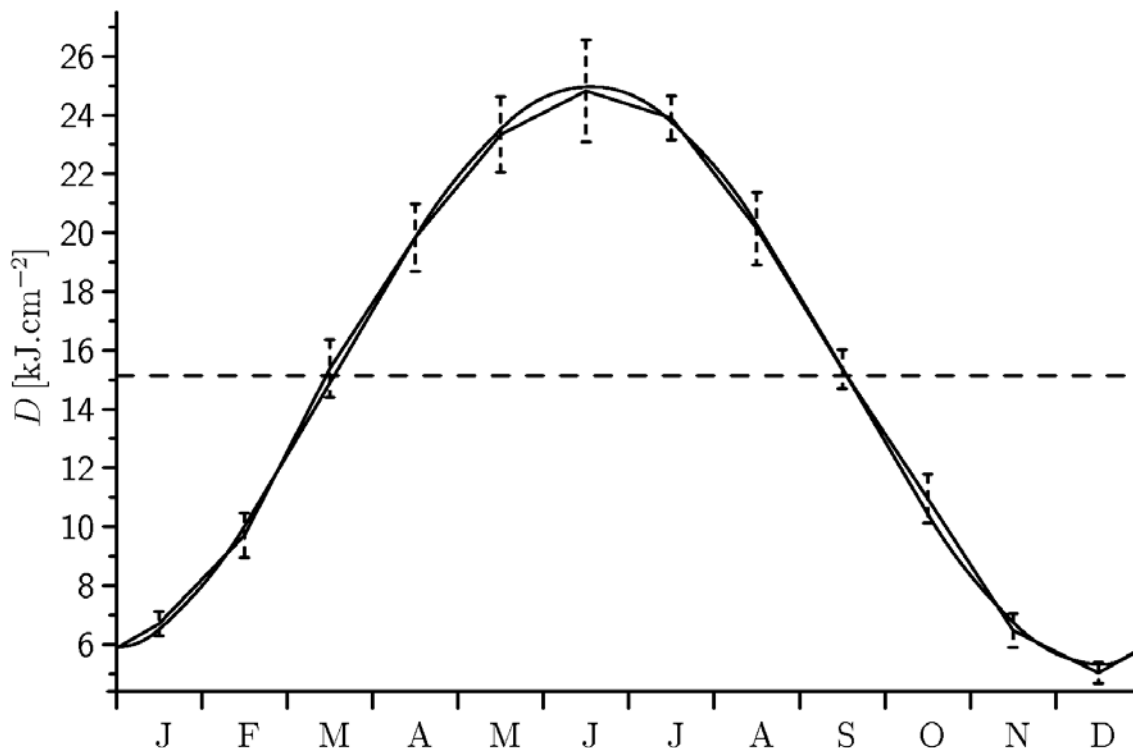
Analýza mesačných súm rozptýleného žiarenia ukázala, že priemerná mesačná suma rozptýleného žiarenia je $15,136 \text{ kJ.cm}^{-2}$. Podľa spracovaného 12 ročného obdobia najvyššia mesačná hodnota rozptýleného žiarenia bola nameraná v júni r. 1995 ($30,393 \text{ kJ.cm}^{-2}$),

zatiaľ čo najnižšia mesačná hodnota bola v novembri v r. 2003 ($3,595 \text{ kJ.cm}^{-2}$). Amplitúda kolísania mesačných súm rozptýleného žiarenia v mesiacoch s najvyššou priemernou mesačnou sumou (jún, júl), je asi až 4 krát

väčšia ako v zimných mesiacoch (december, január).

Na obr. 1 sú znázornené priemerné mesačné hodnoty nezchladeného a vyrovnaného chodu rozptýleného žiarenia v Mlyňanoch. Pri spracovaní bola použitá harmonická analýza

(Brooks a Carruthers, 1953; Conrad a Pollak, 1962; Kendall a Stuart, 1968). Priebeh kriviek poukazuje na výrazný ročný chod rozptýleného žiarenia s maximom v letných mesiacoch (jún) a minimom v zimných mesiacoch (december) s amplitúdou $19,789 \text{ kJ.cm}^{-2}$.



Obr. 1. Ročný chod rozptýleného žiarenia, jeho prvá harmonická zložka, ročný priemer a smerodajné odchýlky v Mlyňanoch za obdobie 1993 – 2004.

Z porovnania priebehu kriviek na obr. 1 vidíme, že teoretická krivka dobre fituje experimentálne hodnoty. Analytické vyjadrenie teoretickej krivky možno napísať v tvare

$$D = 15,1362 + 9,8267 \sin(x + 298^\circ 33'),$$

kde x znamená časový uhol: $x = iz$, pričom $z = 360^\circ / P$ a $i = 0, 1, 2, \dots$ a P značí dĺžku periódy (12 mesiacov).

Periodická zmena výšky Slnka je hlavnou príčinou periodickej ročnej zmeny rozptýleného žiarenia.

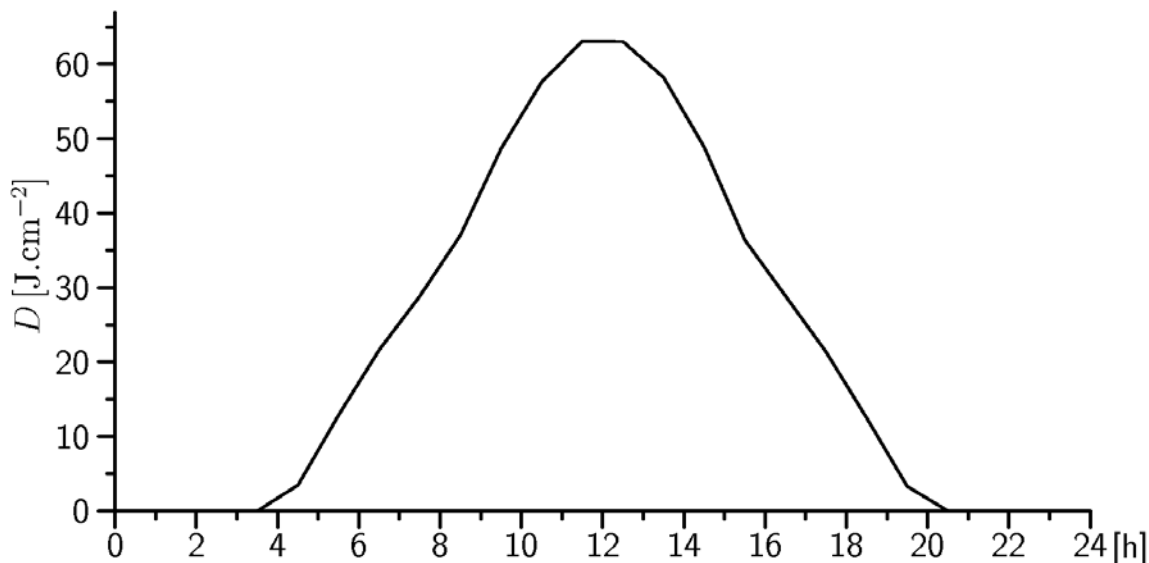
Rovnako ako ročný chod rozptýleného žiarenia, tak aj ročný chod smerodajnej odchýlky je charakterizovaný jednoduchým priebehom s maximom v letných mesiacoch (okrem júla)

a minimom v zimných. Je to zrejme výsledok intenzívnejšej premenlivosti oblačnosti v lete.

Už z predchádzajúcej interpretácie vyplýva, že prevážna časť rozptýleného žiarenia pripadá na letné mesiace, respektíve na vegetačné obdobie od 1. apríla do 30. septembra. Potvrdzujú to tiež vypočítané hodnoty, keď priemerná suma rozptýleného žiarenia za vegetačné obdobie činí v Mlyňanoch $127,387 \text{ kJ.cm}^{-2}$, čo predstavuje približne 70,1% z celkovej ročnej sumy rozptýleného žiarenia, hoci celková dĺžka vegetačného obdobia predstavuje zhruba polovicu roka. Percentuálne vyjadrenie podielu rozptýleného žiarenia v jednotlivých mesiacoch roka na celkovej ročnej sume rozptýleného žiarenia je uvedené v tab. 2.

Tab. 2. Mesačné sumy rozptýleného žiarenia (D) v % z celkovej ročnej sumy v Mlyňanoch za obdobie r. 1993 – 2004

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Rok
Mlyňany	3,7	5,3	8,5	10,9	12,8	13,7	13,2	11,1	8,4	6,0	3,6	2,8	100



Obr. 2. Denný chod priemerných hodinových súm rozptýleného žiarenia v Mlyňanoch za obdobie 1993 – 2004.

Denný chod priemerných hodinových súm rozptýleného žiarenia je znázornený na obr. 2. Z priebehu kriviek možno vidieť, že rozptýlené žiarenie má výrazný denný chod.

V priebehu dňa sa najvyššie hodnoty vyskytujú o 12. a 13. hodine. Napr. o 12. hod. priemerná hodinová hodnota rozptýleného žiarenia je $63,085 \text{ J.cm}^{-2}$. Toto je aj veľkosť dennej amplitúdy, pretože v nočných hodinách v čase od 21. do 4. hod. je rozptýlené žiarenie v Mlyňanoch rovné nule. No v jednotlivých mesiacoch roka sú hodinové hodnoty, ale aj denný interval rozptýleného žiarenia rôzne.

Záver

Na základe dosiahnutých výsledkov možno konštatovať, že:

- ročný chod rozptýleného žiarenia v Mlyňanoch je charakterizovaný jednoduchým priebehom s maximom v letných mesiacoch a minimom v zime,
- teoretická krivka veľmi dobre fituje experimentálne hodnoty ročného chodu,
- prevážna časť rozptýleného žiarenia (70,1%) pripadá na vegetačné obdobie, hoci celková dĺžka vegetačného obdobia (apríl až september) predstavuje zhruba polovicu kalendárneho roka.

PodĎakovanie: Autor je vd'achný grantovej agentúre VEGA (grant. č. 2/5006/25) za čiastočné sponzorovanie vypracovania tejto práce.

Literatúra

- Anděl, J., 1985: Matematická statistika. SNTL/ALFA, Praha 346 s.
- Bakytová, H., Urgon, M., Kontšeková, O., 1975: Základy štatistiky. ALFA. Vydavateľstvo technickej a ekonomickej literatúry. Bratislava 392 s.
- Bero, R., Tábor, I., Tomaško, I., 1992: Arborétum Mlyňany. VEDA. Vydavateľstvo Slovenskej akadémie vied. Bratislava, 5-21.
- Brooks, C. E. P., Carruthers, N., 1953: Handbook of Statistical Methods in Meteorology. Majesty's Stationery Office. London, 412 p.
- Conrad, V., Pollak, L. W., 1962: Methods in Climatology. Harvard University Press, Cambridge, Mass., 459 p.
- Janičkovičová, E. Bilčík, D., 1996: Dlhodobé zmeny denných extrémov teploty vzduchu v Mlyňanoch. In: Bioklimatológia a zmeny klímy. I. Technická bioklimatológia. Nitra, Bratislava, 38-43.
- Kendall, M. G., Stuart, A., 1968: The Advanced Theory of Statistics. Vol. 2, Interference and Relationship. Charles Griffin and Co. Ltd, London., 690 p.
- Lapin, M., Tomlain, J., 2001: Všeobecná a regionálna klimatológia. Univerzita Komenského, Bratislava, 183 s.
- Nosek, M., 1972: Metody v klimatologii. Academia, Praha, 433 s.
- Ostrožlík, M., 2002: Results of meteorological measurements at the observatories of the Geophysical Institute of the Slovak Academy of Sciences. Geophys. Inst. of SAS. Bratislava, 33 p.
- Ostrožlík, M., 2003a: Dlhodobé zmeny v príjme globálneho žiarenia v Mlyňanoch. In: Mikroklima porostů (eds: J. Rožnovský, T. Litschmann). Brno, 26. března 2003. CD-ROM, ISBN 80-86690_05-9, 23-28.
- Ostrožlík, M., 2003b: Sezónné zmeny globálneho žiarenia v Mlyňanoch In: Funkcia energetickej a vodnej bilancie v bioklimatických systémoch (eds: B. Šiška, D. Igaz, M. Mucha). SPU v Nitre, BPD 2003, Račková dolina, 2. - 4. 9. 2003. CD-ROM, ISBN 80-8069-244-0, 6 s.
- Smolen, F., 1980: Rozptýlené žiarenie a jeho podiel na globálnom žiarení v Bratislave. Geografický časopis, **32**, 300-311.
- Steinhübel, G., 1957: Arborétum Mlyňany v minulosti a dnes. Vydavateľstvo Slovenskej akadémie vied. Bratislava, 22-34.
- Tomlain, J., Hrvol', J., 1991: Globálne žiarenie a jeho zložky. In: Zborník prác Slovenského hydrometeorologického ústavu. Vydavateľstvo Alfa. Bratislava, 33/1, 19-44.