

DLHODOBÉ ZMENY V PRÍJME GLOBÁLNEHO ŽIARENIA V MLYŇANOCH

Marian Ostrožlík

Summary

LONG-TERM CHANGES OF THE GLOBAL SOLAR RARIATION IN MLYŇANY

To study the time variability of the global solar radiation in the lowlands of Slovakia the hourly sums of the global radiation in Mlyňany during the 1970-2002 period were evaluated.

Obtained results have shown that the tendency of the annual sums of the global solar radiation has a slight increasing trend. According to expectation the global solar radiation has a pronounced annual course with maximum in summer and minimum in winter. A some relative decrease of the mean hourly sums in June, in comparison with the neighbouring months, can be probably caused by cloudiness. The most part of the global solar radiation falls on the growing season, about 75% from the total annual sum, in spite of it that the growing season represents roughly a half of the year.

Úvod

Základným a prakticky jediným zdrojom tepla pre zemský povrch a atmosféru je slnečné žiarenie. Ostatné zdroje, ako napr. vnútorná energia Zeme, energia uvoľnená pri elektrických výbojoch v atmosfére, pri magnetických búrkach, energia kozmického žiarenia, žiarenia hviezd a Mesiaca sú zanedbateľné v porovnaní so žiarivou energiou Slnka, ktorá dopadá na zemský povrch. Slnečné žiarenie pri prechode atmosférou sa mení tak kvalitatívne, ako aj kvantitatívne. Určitá časť tohto žiarenia je pohľtená a iná časť je rozptýlená. V dôsledku transformácie priameho slnečného žiarenia v atmosfére môžeme na zemskom povrchu pozorovať niekoľko radiačných tokov. My sa budeme venovať len globálnemu žiareniu, a to na meteorologickom observatóriu v Arboréte Mlyňany.

Materiál

Arborétum, ako živá zbierka okrasných, lesných a iných drevín, je na rozdiel od ostatných parkov, v ktorých sú okrasné dreviny zoskupené prevažne podľa estetických zásad a s ohľadom na nároky a požiadavky rastlín, súčasne parkovým objektom vedecko-výskumného a osvetového charakteru (Bero a kol. 1992), kde klíma je ten faktor prostredia, s ktorým treba najviac bojovať pri tvorbe parku (Steinhübel, 1957).

Sporadické pozorovania a merania niektorých meteorologických prvkov sa robili v Mlyňanoch už v r. 1920. Avšak systematické sledovanie stavu atmosféry sa tu začalo až v r. 1962, kedy bola v parku Arboréta 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 ($H = 195$ m n.m., $\varphi = 48^{\circ} 19' N$, $\lambda = 18^{\circ} 20' E$) (Janičkovičová a Bilčík, 1996), ktoré je už súčasťou Arboréta Mlyňany SAV.

Riešenie zvolenej problematiky vychádza z experimentu. Vychádzajúc z experimentálnych údajov - hodinových, denných a mesačných súm globálneho žiarenia - v Mlyňanoch za obdobie 1970 – 2002 boli vypočítané ročné sumy globálneho žiarenia, ktoré slúžili ako podklad pre analýzu časového radu. Ako snímač globálneho žiarenia sa používa

pyranometer typu Sonntag s galvanicky vyrobenými termočlánkami.

Dosiahnuté výsledky

Spracovaním rozsiahleho experimentálneho materiálu meraní globálneho žiarenia v Mlyňanoch boli získané viaceré charakteristiky. V tab. 1 sú uvedené niektoré štatistické charakteristiky ročných súm globálneho žiarenia v Mlyňanoch, priemer, medián, extrémne hodnoty, smerodajná odchýlka, koeficient variancie, a iné. Podľa údajov tejto tabuľky vidíme, že priemerná ročná suma globálneho žiarenia v Mlyňanoch v období

Tab. 1. Štatistické charakteristiky ročných súm globálneho žiarenia v Mlyňanoch za obdobie r. 1970 – 2002

Premenná	Globálne žiarenie v kJ.cm^{-2}	Premenná	Globálne žiarenie v kJ.cm^{-2}
Rozsah súboru	33	Variačné rozpätie	77,366
Priemer	436,212	Dolný kvartil	425,050
Medián	438,278	Horný kvartil	448,307
Modus	438,278	Kvartilové rozpätie	23,257
Geometrický priemer	435,861	Šikmosť	-0,0633148
Variancia	314,166	Normovaná šikmosť	-0,148486
Smerodajná odchýlka	17,7247	Špicatosť	0,0446131
Štandardná chyba	3,08548	Normovaná špicatosť	0,0523135
Minimum	399,384	Koeficient variancie	4,06333
Maximum	476,750	Suma	14394,996

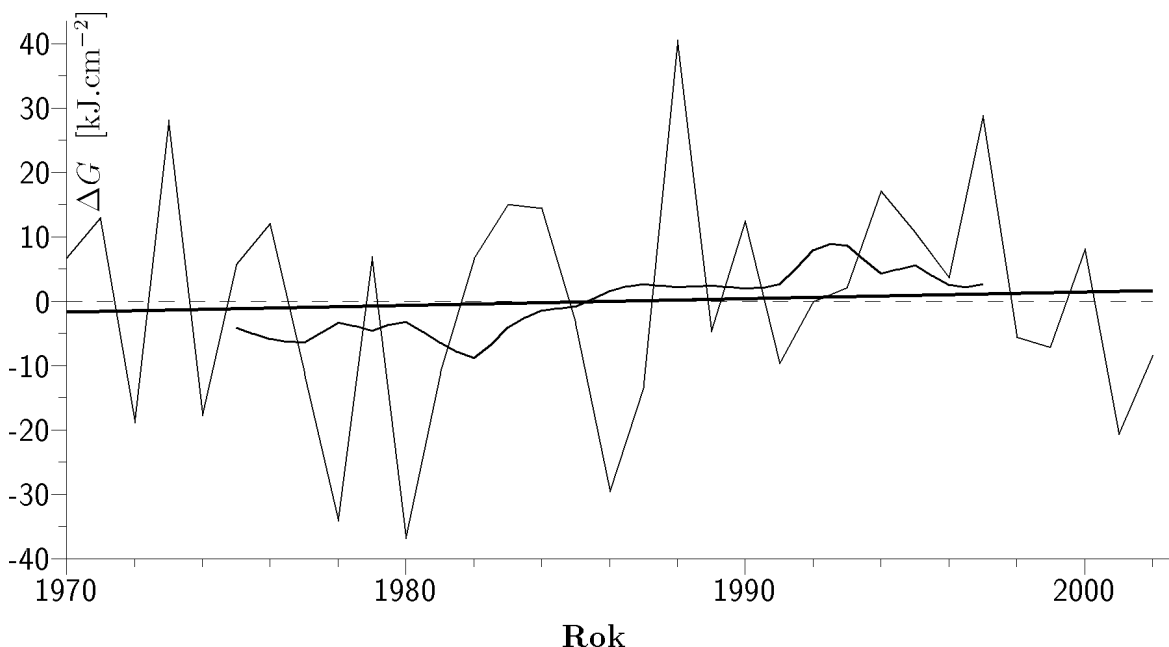
1970 –2002 je $436,212 \text{ kJ.cm}^{-2}$. Najväčšia ročná suma globálneho žiarenia $476,750 \text{ kJ.cm}^{-2}$ sa líši o 9,3% a najnižšia ročná suma $399,384 \text{ kJ.cm}^{-2}$ o 8,4% od dlhodobého priemeru. Z toho vyplýva, že kolísanie ročných súm globálneho žiarenia je v rozmedzí $77,366 \text{ kJ.cm}^{-2}$. Vypočítaná hodnota smerodajnej odchýlky $17,7247 \text{ kJ.cm}^{-2}$ predstavuje 4,1% z dlhodobého priemeru.

Aby sme odhadli tendenciu zmeny globálneho žiarenia s časom, v prvom priblížení sme uvažovali jednoduchý lineárny regresný model a metódou najmenších štvorcov sme vypočítali regresné koeficienty. Aby sme zistili trend sekulárnych zmien globálneho žiarenia, vyrovnali sme chod anomálií hodnôt priemerných ročných súm globálneho žiarenia jedenásťročnými kľzavými

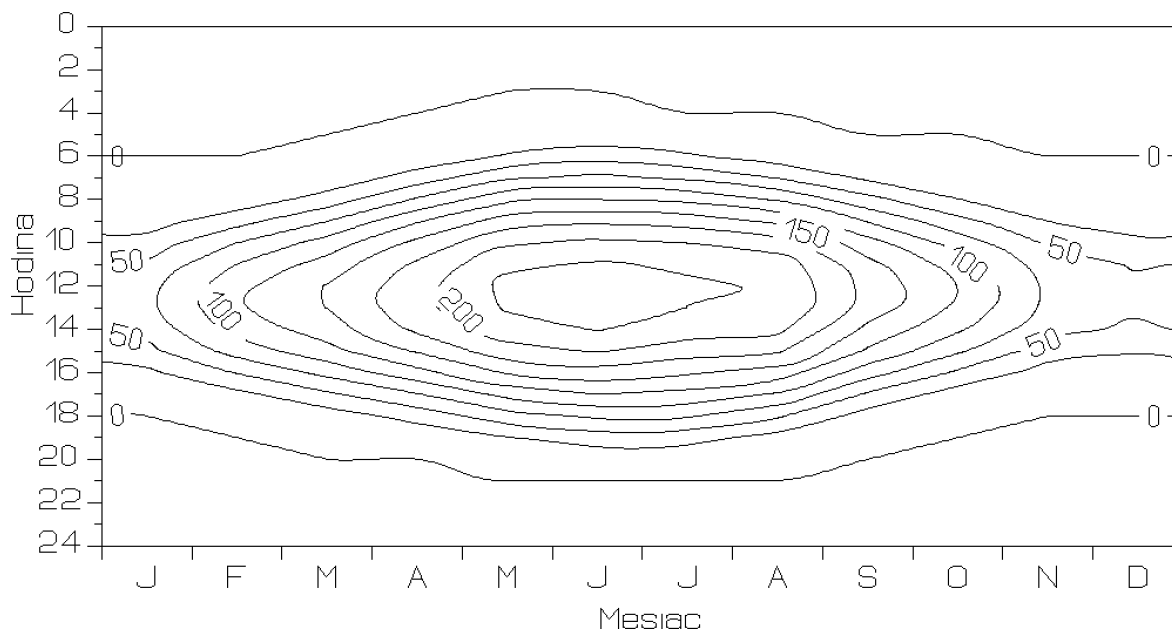
priemerami (Anděl, 1985; Kendall a Stuart, 1968; Nosek, 1972).

Na obr. 1 sú znázornené odchýlky ročných súm globálneho žiarenia od dlhodobého priemeru, 11-ročné kľzavé priemery a trendová zložka globálneho žiarenia. Z priebehu kriviek je možno vidieť, že trend globálneho žiarenia v Mlyňanoch má mierne rastúcu tendenciu. Za posledných 33 rokov vzrástla ročná suma globálneho žiarenia asi o 3,199 $\text{kJ}\cdot\text{cm}^{-2}$. Je to zaujímavý a dosť nečakaný výsledok ak si urobíme porovnanie s doteraz publikovanými výsledkami z iných polôh územia Slovenska (Hrvoľ

a Tomlain, 1991; Ostrožlík, 1994; Ostrožlík a Horecká, 1996) alebo z ďalších polôh Európy (Grabbe a Grassl, 1994; Liepert et al. 1994). V týchto prácach sa všeobecne konštatuje, že trend globálneho žiarenia má v posledných rokoch klesajúcu tendenciu. Potvrdzujú to aj výsledky vyhodnotenia meraní globálneho žiarenia z meteorologického observatória v Mlyňanoch za posledných trinásť rokov. Preto aj na základe týchto výsledkov zdôrazňujeme, že pri analýze časových radov meteorologických prvkov je náhodný výber, resp. dĺžka zvoleného spracovaného obdobia veľmi dôležitá.



Obr. 1. Chod odchýlok ročných súm globálneho žiarenia (ΔG) od dlhodobého priemeru v $\text{kJ}\cdot\text{cm}^{-2}$, ich trendová zložka a chod odchýlok jedenásťročných kľzavých priemerov od dlhodobého priemeru v Mlyňanoch za obdobie 1970 – 2002 (hodnota 0,0. $\text{kJ}\cdot\text{cm}^{-2}$ predstavuje dlhodobý priemer).



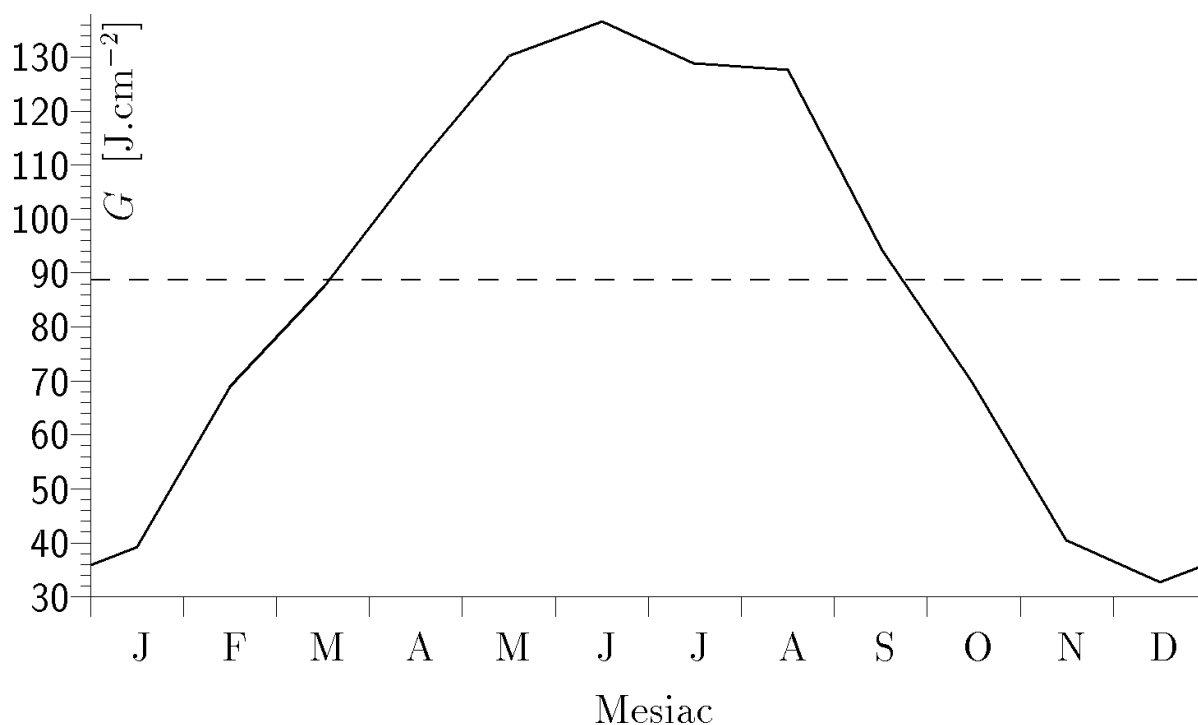
Obr. 2. Denná a sezónna premenlivosť globálneho žiarenia (G) v $J.cm^{-2}$ v Mlyňanoch za obdobie 1990 – 2000.

Časová premenlivosť globálneho žiarenia na observatóriu v Mlyňanoch, ktoré reprezentuje meteorologické podmienky v nížinách na území Slovenska, ukazuje (obr. 1), že globálne žiarenie sa vyznačuje výrazným denným a ročným chodom. V ročnom chode najväčšie sumy globálneho žiarenia pripadajú na mesiac jún ($136,625 J.cm^{-2}$) a v dennom chode najväčšie hodnoty sa vyskytujú na poludnie. Napr. najvyššie priemerné hodinové hodnoty globálneho žiarenia v júni môžu byť v Mlyňanoch až $243,363 J.cm^{-2}$, a to o 13. hod.

Potvrdzujú to tiež údaje na obr 3, kde je znázornený ročný chod priemerných hodinových hodnôt globálneho žiarenia. Z priebehu krivky na tomto obrázku možno vidieť, že ročný chod je veľmi jednoduchý, charakterizovaný maximom v letných mesiacoch a minimom v zimných. Určité relatívne zníženie priemerných hodinových súm globálneho žiarenia možno vidieť v júli v porovnaní so susednými mesiacmi, v júni a v auguste. Predpokladá sa, že

hlavným činiteľom, ktorý spôsobuje tento rozdiel hustoty toku globálneho žiarenia je oblačnosť. Vo vegetačnom období priemerné hodinové sumy globálneho žiarenia v Mlyňanoch kolíšu od $94,697 J.cm^{-2}$ v septembri do $136,625 J.cm^{-2}$ v júni.

Už z predchádzajúcej interpretácie vyplýva, že prevážna časť globálneho žiarenia pripadá na letné mesiace, respektíve na vegetačné obdobie od 1. apríla do 30. septembra. Potvrdzujú to tiež hodnoty, ktoré boli vypočítané na uvažovanej stanici. Podľa našich výsledkov vychádza, že priemerná suma globálneho žiarenia za vegetačné obdobie činí v Mlyňanoch $328,600 kJ.cm^{-2}$, čo predstavuje približne 75% z celkovej ročnej sumy globálneho žiarenia, hoci dĺžka vegetačného obdobia predstavuje zhruba polovicu roka. Percentuálne vyjadrenie podielu jednotlivých mesiacoch roka na celkovej ročnej sume globálneho žiarenia je uvedené v tab. 2.



Obr. 3. Ročný chod priemerných hodinových súm globálneho žiarenia (G) v $J.cm^{-2}$ v Mlyňanoch za obdobie 1990 – 2002.

Tab. 2. Mesačné sumy globálneho žiarenia (G) v % z celkovej ročnej sumy v Mlyňanoch za obdobie r. 1970 – 2002

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Rok
Mlyňany	2,5	4,3	7,6	10,6	13,9	14,8	14,7	12,8	8,6	5,7	2,6	1,9	100

Záver

Na základe dosiahnutých výsledkov môžeme konštatovať, že tendencia ročných súm globálneho žiarenia má v Mlyňanoch nepatrne rastúci trend. Za posledných 33 rokov vzrástla ročná suma globálneho žiarenia asi o $3,199 \text{ kJ.cm}^{-2}$. Je to zaujímavý a dosť nečakaný výsledok ak si to porovnáme s doteraz publikovanými výsledkami z iných polôh územia Slovenska. Aj keď sčasti to možno pripísať rozdielnej dĺžke spracovaného obdobia, zároveň nás to upozorňuje na to, aký dôležitý je výber, resp dĺžka spracovaného obdobia pri vyhodnocovaní a interpretácii časových radov meteorologických prvkov.

Podľa očakávania ročný chod globálneho žiarenia v Mlyňanoch je charakterizovaný jednoduchým priebehom s maximom v letných mesiacoch a s minimom v zime. Určité relatívne zníženie priemerných hodinových súm globálneho žiarenia možno vidieť v júli v porovnaní so susednými mesiacmi, v júni a v auguste. Hlavným faktorom, ktorý determinuje tento rozdiel hustoty toku globálneho žiarenia je oblačnosť. Prevažná časť globálneho žiarenia (75%) pripadá na vegetačné obdobie, hoci dĺžka vegetačného obdobia predstavuje zhruba polovicu roka.

Pod'akovanie:

Autor je vďačný grantovej agentúre VEGA (grant. č. 2/2093/22) za čiastočné sponzorovanie vypracovania tejto práce.

Literatúra

- [1] Anděl, J. (1985): *Matematická statistika*. SNTL/ALFA, Praha 346 s.
- [2] Bero, R., Tábor, I., Tomaško, I. (1992): *Arborétum Mlyňany*. VEDA. Vydavateľstvo Slovenskej akadémie vied. Bratislava, 5-21.
- [3] Grabbe G. C., Grassl H. 1994: Solar radiation in Germany - observed trends and an assessment of their causes. Part II. Detailed trend analysis for Hamburg. *Beitr. Phys. Atmosph.*, 67, 31-37.
- [4] Hrvoľ, J., Tomlain, J. (1991): Klimatické zabezpečenie ročných súm globálneho žiarenia na území Slovenska. In: *Biometeorológia v praxi*. Bratislava, 183-191.
- [5] Janičkovičová, Ľ. Bilčík, D. (1996): Dlhodobé zmeny denných extrémov teploty vzduchu v Mlyňanoch. In: *Bioklimatológia a zmeny klímy*. I. Technická bioklimatológia. Nitra, Bratislava, 38-43.
- [6] Kendall, M. G., Stuart, A. (1968): *The Advanced Theory of Statistics*. Vol. 2, Interference and Relationship. Charles Griffin and Co. Ltd, London. 690 p.
- [7] Liepert B., Fabian O., Grassl H., 1994: Solar radiation in Germany - observed trends and an assessment of their causes. Part I: Regional approach. *Beitr. Phys. Atmosph.*, 67, 15-29.
- [8] Nosek, M. (1972): *Metody v klimatologii*. Academia, Praha, 433 s.
- [9] Ostrožlík, M. (1994): Long-term change of global radiation at Skalnaté Pleso. In: *Contemporary climatology*. Brno, 451-456.
- [10] Ostrožlík, M., Janičkovičová, Ľ. (2001): Results of meteorological measurements at the observatories of the Geophysical Institute of the Slovak Academy of Sciences: *Geophys. Inst. of SAS*. Bratislava, 33 p.
- [11] Ostrožlík, M., Horecká, V. (1996): Variability of global solar radiation at Hurbanovo and at Skalnaté Pleso. In: *Meteorological processes in the boundary layer of the atmosphere*. Bratislava, 42-47.
- [12] Steinhübel, G. (1957): *Arborétum Mlyňany v minulosti a dnes*. Vydavateľstvo Slovenskej akadémie vied. Bratislava, 22-34.

Kontaktná adresa: RNDr. Marian Ostrožlík, CSc.

Geofyzikálny ústav SAV, Dúbravská cesta 9, 845 28 Bratislava 45,
Slovenská republika

Tel. č.: 7-421-59410613, Fax: 59410626

E-mail: geofostr@savba.sk