

DLHODOBÉ ZMENY V PRÍJME GLOBÁLNEHO ŽIARENÍ NA SKALNATOM PLESE

Marián Ostrožlík

Geofyzikálny ústav SAV v Bratislave

ÚVOD

Globálne žiarenie predstavuje hlavnú zložku v celkovom príjme žiarivej energie na zemskom povrchu, ktorá je základnou klimatotvornou charakteristikou. Je rozhodujúcim faktorom pre fotosyntézu rastlín a slúži ako alternatívny zdroj energie. Absorpčné vlastnosti jednotlivých zložiek atmosféry, rýchlostné konštanty fotochemických reakcií závisia od vlnovej dĺžky slnečného žiarenia. Preto mnoho problémov súčasnej i budúcej kvality životného prostredia je spojených so spektrálnymi hodnotami slnečného žiarenia. Spektrálna distribúcia slnečného žiarenia je dôležitá napr. pre fotovoltaičné aplikácie, pre produkciu biomasy a iné (KASTEN a CZEPLAK; KATSOU LIS et al.; SMOLEN, 1985).

Tepelná energia, získaná transformáciou krátkovlnného žiarenia, je hlavným zdrojom energie pre meteorologické procesy v spodných vrstvách atmosféry, pre vznik klimatických zmien v čase a v priestore, ako aj pre základné biologické procesy, hlavne v rastlinných spoločenstvách. Medzi polohy s dlhším radom aktinometrických meraní na území Slovenska môžeme zaradiť meteorologické observatórium na Skalnatom Plese, kde registrácia globálneho žiarenia sa začala v r. 1943. Získané experimentálne údaje sú predmetom štúdia časovej premenlivosti globálneho žiarenia v tejto polohe.

MATERIÁL A METODIKA SPRACOVANIA

Ročné sumy globálneho žiarenia na Skalnatom Plese sú predmetom nášho štúdia. Boli vypočítané z experimentálnych údajov - hodinových, denných, prípadne mesačných súm - globálneho žiarenia v tejto geografickej polohe za obdobie r. 1944 - 1993. Tým sa získal pomerne dlhý 50 ročný časový rad globálneho žiarenia, ktorého homogenita môže byť narušená viacerými faktormi. Z potenciálnych faktorov, ako sú: metodika merania, inovácia meracích prístrojov, zmena termínu merania, prerušenie pozorovacieho radu, zmena lokality, jej okolia a pod., uvažujeme nasledovné dva:

meracie prístroje, resp. zariadenia, ktoré sa používali na meranie a registráciu globálneho žiarenia na Skalnatom Plese v rokoch 1944 až 1993, prerušenie meraní v časovom rade.

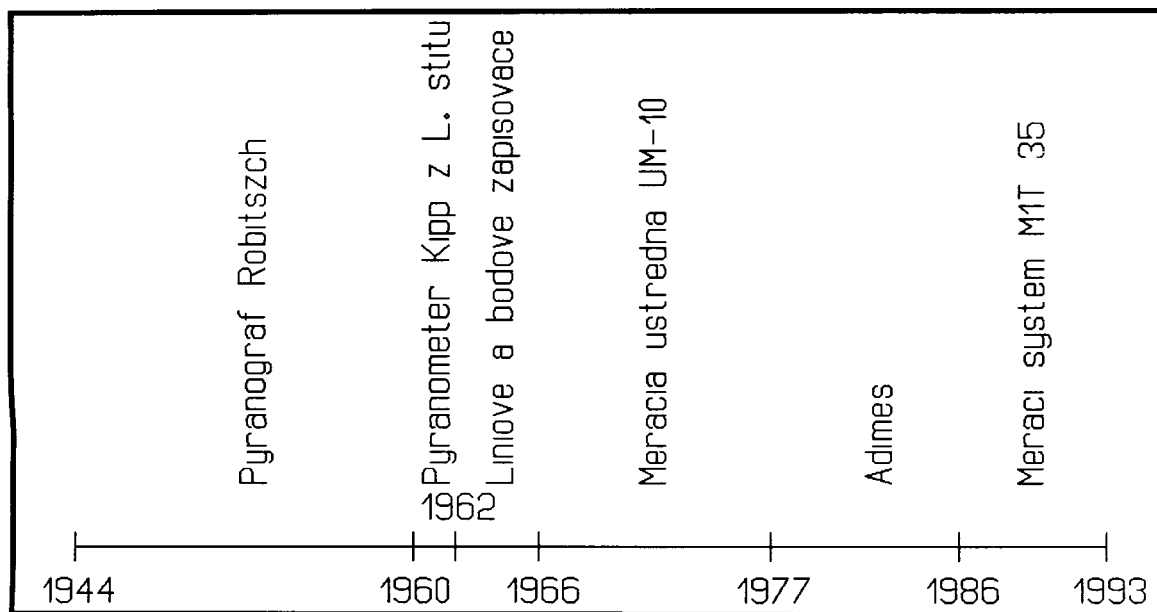
Zo schématického znázornenia na obr. 1 vidíme, že registrácia globálneho žiarenia na Skalnatom Plese sa robila počas študovaného obdobia šiestimi odlišnými spôsobmi. Snímanie údajov, t.j. merací mechanizmus, bol v podstate vždy ten istý len spôsob prenosu a zápisu údajov bol rozdielny. To vedie k otázke, sú získané údaje dostatočne korektné na to, aby sme mohli robiť zodpovedné vedecké uzávery?

Z archívneho materiálu sme zistili, že v študovanom období sa vyskytlo len malé percento chýbajúcich údajov. Sporadicky chýbajúce údaje, sme doplnili podľa kritérií, ktoré sa bežne používajú v meteorologickej praxi.

VÝSLEDKY

Z predchádzajúcich úvah vyplýva, že riešenie zvolenej problematiky vychádza z experimentu. Meranie globálneho žiarenia na Skalnatom Plese bolo robené rôznymi prístrojmi

a originálny rad nebol kompletný. Preto sme sa snažili starostlivo ošetriť časový rad, doplniť chýbajúce údaje a potom testovať jeho homogenitu.



Obr. 1 Časový prehľad použitých prístrojov na meranie globálneho žiarenia na Skalnatom Plese v období 1944-1993

Základný súbor sme rozdelili do 6 podskupín (podľa druhu používaných prístrojov a tiež spôsobu registrácie - obr. 1) a aplikovali Bartlettov test homogenity, pri nerovnakom počte opakovaní (ANDĚL; NOSEK). Výsledky potvrdili, že nami vypočítaná hodnota $\chi^2_{0,05}$ (6,73) je menšia ako kritická hodnota $\chi^2_{0,05}$ pre $n = 5$ (11,1). Z toho usudzujeme, že uvedené výbery pochádzajú zo základného súboru o rovnakom rozptyle. Je teda splnená podmienka homogenity výberových rozptylov, a preto nový, doplnený rad meraní považujeme za homogénny.

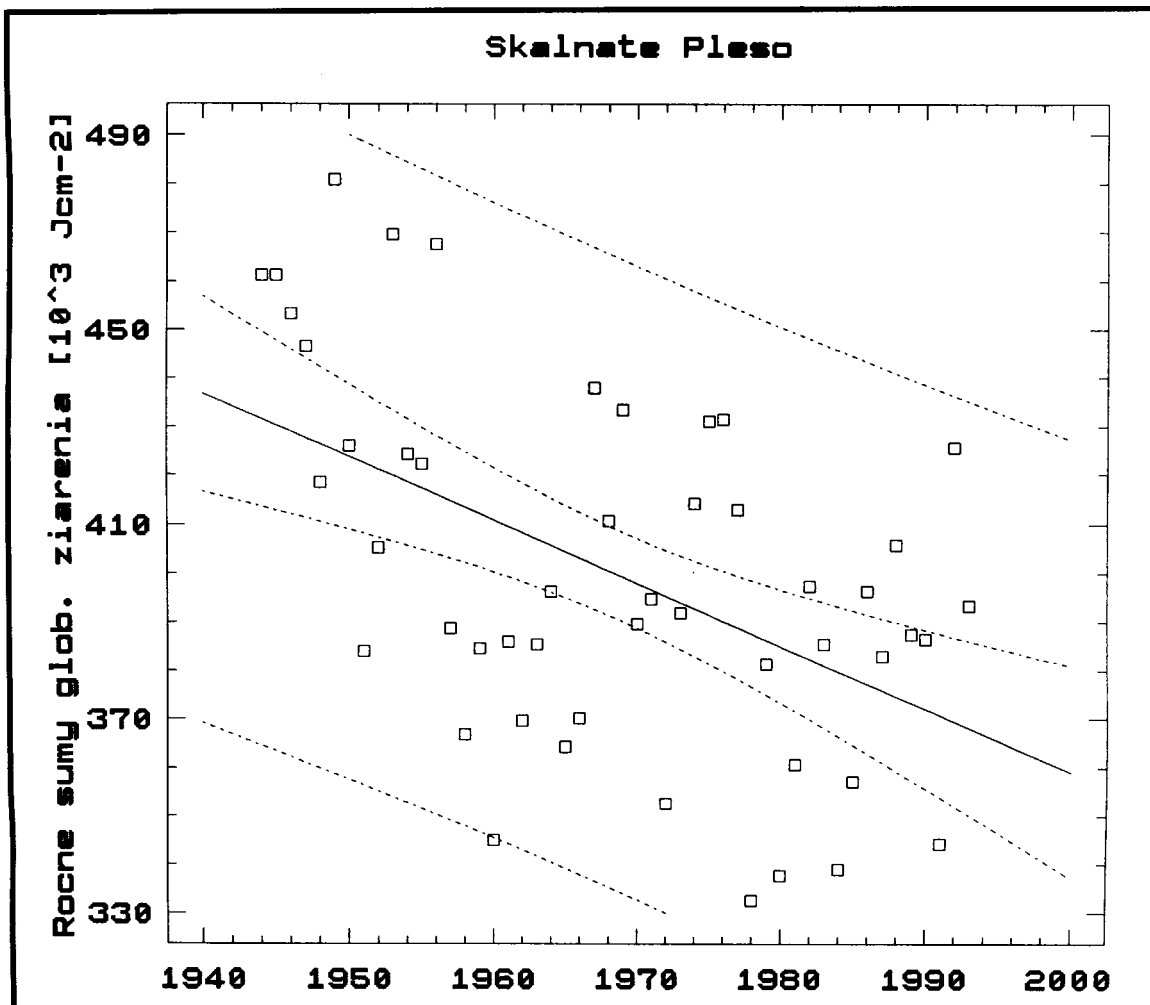
Viaceré štatistické charakteristiky ročných súm globálneho žiarenia na Skalnatom Plese sme získali aplikáciou softwarového vybavenia STATGRAPHICS na údaje študovaného časového radu. Podľa nášho vyhodnotenia vychádza, že v uvažovanom období 1944 - 1993 priemerná ročná suma globálneho žiarenia na Skalnatom Plese bola $399,852 \text{ kJcm}^{-2}$. Ročné sumy globálneho žiarenia sa menili v medziach od $332,692 \text{ kJcm}^{-2}$ do $480,863 \text{ kJcm}^{-2}$. Z toho vyplýva, že amplitúda ročných súm globálneho žiarenia bola $148,171 \text{ kJcm}^{-2}$. Ďalej sa ukázalo, že absolútne hodnoty horného a dolného kvartilu boli $425,635 \text{ kJcm}^{-2}$, resp. $381,363 \text{ kJcm}^{-2}$ a že hodnota smerodajnej odchýlky - $36,947 \text{ kJcm}^{-2}$ - predstavuje 9,2 % z dlhodobého priemeru.

Pre ilustráciu je na obr. 2 znázornená závislosť ročných súm globálneho žiarenia od času, ako aj konfidenčný a pravdepodobnostný interval pri 95 % zabezpečení (KENDALL a STUART). Na prvý pohľad vidíme, že trend ročných súm globálneho žiarenia má klesajúcu tendenciu. Podľa našich výpočtov vychádza, že ročná suma globálneho žiarenia na Skalnatom Plese poklesla za posledných 50 rokov z hodnoty $431,586 \text{ kJcm}^{-2}$ na hodnotu $368,126 \text{ kJcm}^{-2}$. To znamená, že v spracovanom 50 ročnom období 1944 - 1993 pokles ročných súm globálneho žiarenia predstavuje $12,692 \text{ kJcm}^{-2}/10$ rokov.

Ďalšie štatistické charakteristiky, týkajúce sa ročných súm globálneho žiarenia na Skalnatom Plese, boli už skôr publikované (OSTROŽLÍK).

ZÁVER

Pomerne veľký pokles globálneho žiarenia v uvažovanom období je zrejme spôsobený antropogénnou činnosťou a diaľkovým prenosom (ZÁVODSKÝ a ZÁVODSKÁ; KALVOVÁ a BRÁZDIL). Rastúce koncentrácie skleníkových plynov, rastúca teplota vzduchu, vlhkosť vzduchu, zvýšená intenzita ultrafialového žiarenia menia atmosféru stále rýchlejšie a komplexnejším spôsobom. Preto, najmä vo vysokohorskej polohe Skalnatého Plesa, kde v prvých rokoch meraní bolo skutočne čisté prírodné prostredie, dochádza pôsobením uvedených faktorov k zmene štruktúry a priepustnosti atmosféry.



Obr. 2 Lineárna regresia, konfidenčné intervaly a prognózne hranice ročných súm globálneho žiarenia na Skalnatom Plese za obdobie 1944-1993

LITERATÚRA

- ANDĚL, J.: Matematická statistika. SNTL/ALFA, Praha 1985, 346 pp.
- FABIAN, P.: Photochemical smog - a likely cause of observed solar radiation trends in Bavaria. In: Contemporary climatology, Brno 1994, 197-201.
- GRABBE, G. C., GRASSL, H.: Solar radiation in Germany - observed trends and an assessment of the causes. Part II: Detailed trend analysis for Hamburg. Beitr. Phys. Atmosph., 67, 1994, 31-37.
- KALVOVÁ, J., BRÁZDIL, R.: Změny klimatu. In: Rizika změny klimatu a strategie jejich

- snížení, NKP ČR, 10, Praha 1993, 48-91.
- KASTEN, F., CZEPLAK, G.: Solar and terrestrial radiation dependent on the amount and type of cloud. *Solar Energy*, 24, 1980, 177-189.
- KATSOULIS, B.D., RETALIS, D.A., NIKOLAS, D.I.: Some solar radiation statistics for Greece. *Ann. Geophysicae*, 9, 1991, 309-318.
- KENDALL, M. G., STUART, A.: *The Advanced Theory of Statistics. Vol. 2, Inference and Relationship.* Charles Griffin and Co. Ltd, London 1968, 690 pp.
- LIEPERT, B., FABIAN, P., GRASSL, H.: Solar radiation in Germany - observed trends and an assessment of their causes. Part I: Regional approach. *Beitr. Phys. Atmosph.*, 67, 1994, 15-29.
- NOSEK, M.: *Metody v klimatologii.* Academia, Praha 1972, 433 pp.
- OSTROŽLÍK, M.: Long-term change of global radiation at Skalnaté Pleso. In: *Contemporary climatology*, Brno 1994, 451-456.
- SMOLEN, F.: Globalstrahlung und Bestrahlung der Erdoberfläche in Bratislava. *Contrib. Geoph. Inst. of SAS, Ser. Meteorol.*, 3, 1981, 15-32.
- SMOLEN, F.: Der Bewölkungseinfluss auf die Globalstrahlung in verschiedenen Spektralbereichen unter Hochgebirgsbedingungen. *Contrib. Geoph. Inst. of SAS, Ser. Meteorol.*, 6, 1985, 7-21.
- ZÁVODSKÝ, D., ZÁVODSKÁ, E.: Kvalita ovzdušia a zmeny klímy. In: *Národní klimatický program ČSFR*, 7, Praha 1992, 4-50.

LONG-TERM CHANGE IN THE RECEIPT OF GLOBAL RADIATION AT SKALNATÉ PLESO

SUMMARY

The global radiation presents a main component of the receipt of the radiative energy on the Earth's surface. Homogeneous series of the annual sums of global radiation is an important material of empirical investigation of climate variation.

The analysis of the annual sums of global radiation at Skalnaté Pleso in the period 1944 - 1993 showed that the tendency of global radiation change has decreasing character. The annual sum of global radiation at Skalnaté Pleso decreased from the beginning of the forties to the present about 15.9 %. We can state, that these results are in a good agreement with the corresponding results in the another positions (FABIAN; GRABBE and GRASSE; LIEPERT et al.; SMOLEN, 1981).

SÚHRN

Globálne žiarenie predstavuje hlavnú zložku v príjme žiarivej energie na zemskom povrchu. Homogénny rad ročných súm globálneho žiarenia je dôležitým materiálom empirického štúdia kolísania klímy.

Rozbor ročných súm globálneho žiarenia na Skalnatom Plese za obdobie 1944 - 1993 ukázal, že tendencia zmeny globálneho žiarenia má klesajúci trend. Od začiatku 40-ich rokov až do dnešnej doby poklesla ročná suma globálneho žiarenia na Skalnatom Plese o 15,9 %. Môžeme konštatovať, že tieto výsledky sú v dobrej zhode s odpovedajúcimi výsledkami z iných lokalít.