

GEOMAGNETICKÝ EFEKT SLNEČNÉHO ZATMENIA

THE GEOMAGNETIC EFFECT OF THE SOLAR ECLIPSE

Prigancová Alina, Hvoždara Milan

Geofyzikálny ústav SAV

Abstract

The less known geomagnetic effect of the solar eclipse is analyzed on the basis of experimental data gained during the total solar eclipse on 11 August 1999 in Central Europe. The proposed mathematical model of the eclipse-induced geomagnetic effect shows that this effect is real and its mathematical description needs the complicated time-space dynamics of the Sq ionospheric current system and associated disturbances of the magnetic field to be taken into account. From the bioclimatological point of view, the question arises whether the geomagnetic effect of the solar eclipse contributes to the formation of specific reactions of biological systems during total solar eclipses. Its answering needs pretentious multidisciplinary investigations.

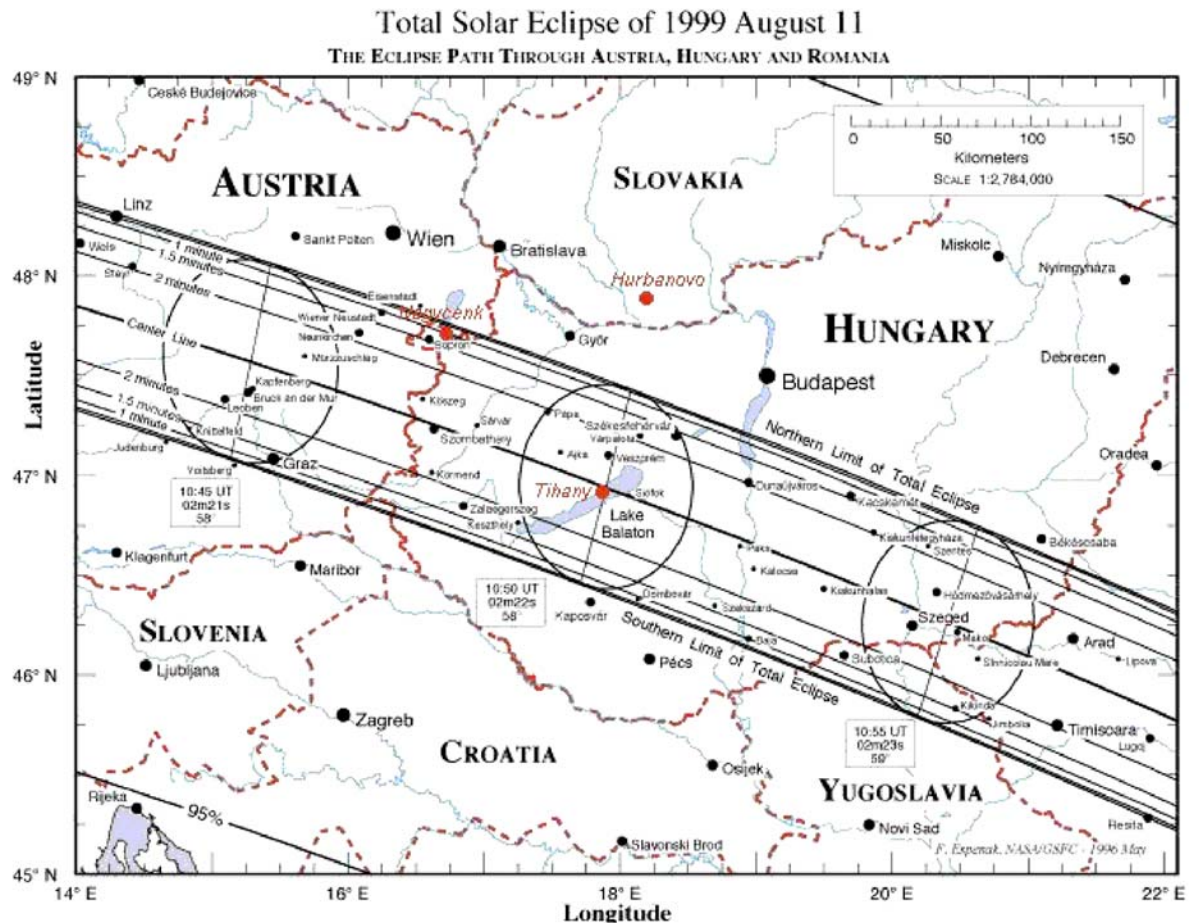
Key words: solar eclipse, geomagnetic field, geomagnetic disturbance, ionospheric conductivity

Úvod

Slnko, ako dynamický útvar ovplyvňujúci život na Zemi, priťahuje pozornosť laikov a vedcov po stáročia. Aj taký úkaz ako slnečné zatmenie prináša nám zaujímavú informáciu nielen o Slnku a o procesoch v slnečnej atmosfére, ale aj poskytuje nové dôkazy o vplyve Slnka na Zem a okolozemský priestor. V druhej polovici XX. storočia sa úplne slnečné zatmenia využívali pre výskum slnečnej koróny, ktorá v tom čase je viditeľná. Jej tvar sa značne mení pri zmene fázy slnečného cyklu od minima k maximu. Zdokonaľovanie pozorovacej techniky a metód interpretácie nadobúda pritom rozhodujúci význam. Je známe, že prísun tepla, svetla a energie na Zem sa krátkodobo redukuje počas zatmenia. Pri zvýšenej slnečnej aktivite sa vo väčšej miere prejavuje možnosť registrácie aj menej známeho geomagnetického efektu slnečného zatmenia.

Ako ukazujú zákony nebeskej dynamiky najdlhšie trvanie úplného slnečného zatmenia je 7 min 40 sek (Voroncov-Veľaminov, 1977). Na tom istom mieste na zemeguli, kde dopadá mesačný tieň, pozorujeme úplné zatmenie Slnka len raz za 200 až 300 rokov. Keďže priemer tieňa neprevyšuje 250 km, zatmenie je viditeľné na malom priestore. Pri pohybe Mesiaca po obežnej dráhe sa mesačný tieň presúva po zemskom povrchu zo západu na východ. Tým sa vytvára úzky pás úplného slnečného

zatmenia, tzv. pás totality. Práve v tomto páse sa sústreďujú pozorovacie vedecké aktivity, a to s prihliadnutím na vyššiu pravdepodobnosť priaznivejších poveternostných podmienok.



Obr. 1. Časť pásu totality na území strednej Európy. Geomagnetické observatóriá, z ktorých sa použili merania zložiek GMP na extrahovanie GESZ sú označené červenými krúžkami.

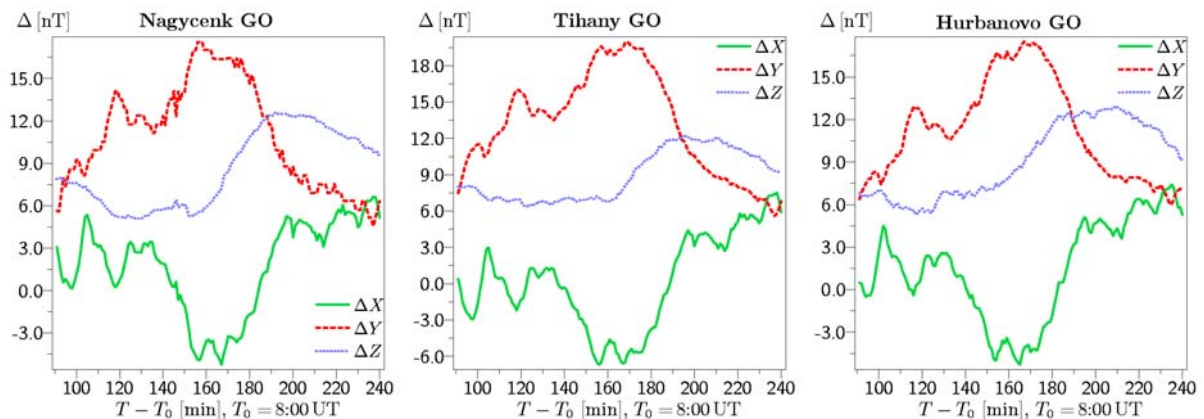
Materiál a metódy

Pás totality úplného slnečného zatmenia 11 augusta 1999 prechádzal od severovýchodného pobrežia USA cez južný Wales a viaceré európske štáty smerom na východnú Áziu. Fakt, že zatmenie bolo pozorovateľné v strednej Európe (Obr. 1), ovplyvnil intenzívnu prípravu na jeho monitorovanie nielen astronómov, ale aj meteorológov a geofyzikov. V maximálnej miere bola využitá hustá sieť pozorovacích základní v Európe na sledovanie účinkov zatmenia na plazmový a magnetický obal našej planéty, t.j. na zatmením indukovanú porušenosť ionosféry a magnetosféry.

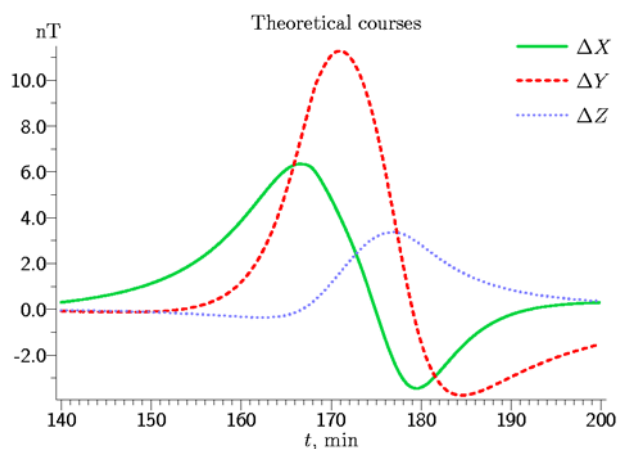
V predkladanom príspevku sa využili merania variácií geomagnetického poľa (GMP) v Geomagnetickom observatóriu (GO) Hurbanovo, kde zatmenie bolo na 95% úplné. Zároveň sa využili merania GMP v susednom Maďarsku (GO Tihany a GO Nagycenk, ktorými prechádzal pás totality). Uvedený experimentálny materiál sa využil na overenie navrhnutého teoretického modelu geomagnetického efektu slnečného zatmenia (GESZ). Model (Hvoždara and Prigancová, 2002) sa zakladá na zmene vodivosti ionosféry počas zatmenia. Totiž Jakowski *et al.* (1999) ukázali, že v páse

totality vzniká pohybujúca sa ionosférická škvrna zníženej (až o 40%) totálnej elektrónovej koncentrácie (total electron content - TEC). Navrhnutý model, vychádzajúci z klasického Ashour-Chapmanovho modelu tenkej prúdovej vrstvy (*Ashour and Chapman, 1965*), umožňuje vypočítať geomagnetický efekt lokálneho poklesu ionosférickej vodivosti, zapríčínujúcej modifikáciu rozloženia ionosférického systému tzv. Sq prúdov a následné časovo-priestorové zmeny GMP. Campbellove (*Campbell, 1989*) výpočty konfigurácie Sq prúdového systému pre strednú Európu a zodpovedajúcu sezónu sa využili pre výber ľubovoľného smeru neporušeného elektrického poľa E_0 ($\epsilon \neq 0^\circ$) v zovšeobecnenom modeli pre izotrópnu a anizotrópnu ionosféru.

Výsledky a diskusia



Obr. 2. Experimentálne krivky variácií GMP (ΔX , ΔY , ΔZ) v dôsledku GESZ. Na ich výpočet sa použili merania z geomagnetických observatórií v páse totality, resp. v jeho bezprostrednej blízkosti.



Obr. 3. Teoretické krivky variácií zložiek GMP (ΔX , ΔY , ΔZ) v dôsledku GESZ. Na ich výpočet sa použil zovšeobecnený model GESZ (*Hvoždara and Prigancová, 2002*).

Podmienky na registráciu GESZ boli 11 augusta 1999 veľmi priaznivé, pretože zatmenie prebiehalo pri pokojnom GMP. Týmto sa uľahčilo extrahovanie zatmením indukovanej geomagnetickej poruchy. Ako vidieť na Obr. 2, časovo závislé priebehy variácií zložiek GMP ΔX , ΔY , ΔZ preukazujú ustálenú formu porušenia, ktorej maximá (najmä pre ΔY) korešpondujú s kulmináciou zatmenia, kedy aj pokles TEC (uvažovala sa vodivostná škvrna vo forme kruhu) kulminuje. Na základe priamych meraní získané priebehy ΔX , ΔY , ΔZ sú v dobrom súlade s teoretickými krivkami porúch magnetického poľa, matematicky prezentovaných radom sférických harmoník. Ich priebehy sú znázornené na Obr. 3. Dobrá zhoda teoretických a experimentálnych kriviek

potvrďuje reálnosť geomagnetického efektu slnečného zatmenia a tiež adekvátnosť matematického prístupu na jeho popis.

Súhrn

Skúma sa menej známy geomagnetický efekt slnečného zatmenia na základe experimentálnych údajov získaných počas úplného zatmenia Slnka 11 augusta 1999 v strednej Európe. Navrhnutý matematický model slnečným zatmením indukovaného geomagnetického efektu poukazuje, že efekt je reálny a jeho matematický popis vyžaduje akceptovanie zložitej časovo-priestorovej dynamiky ionosférického Sq prúdového systému a zodpovedajúcej porušenia magnetického poľa. Z bioklimatologického hľadiska vyvstáva otázka, či sa aj geomagnetický efekt slnečného zatmenia nepodieľa na formovaní špecifických reakcií biologických systémov počas úplného slnečného zatmenia. Jej zodpovedanie vyžaduje náročné interdisciplinárne výskumy.

Kľúčové slová: slnečné zatmenie, geomagnetické pole, geomagnetická porucha, vodivosť ionosféry

Literatúra

- Ashour, A. and S. Chapman, The magnetic effect of electric current in an unbounded plane sheet uniform except for a circular area of different uniform conductivity, *Geophys. J. R.A.S.*, 10, 31, 1965.
- Campbell, W.H., The regular geomagnetic field variations during quiet solar conditions, in *Geomagnetism* vol. 3, edited by J.A. Jacobs, p. 385, Academic Press, London, 1989.
- Hvoždara, M. and A. Prigancová, Geomagnetic effects due to an eclipse-induced low-conductivity ionospheric spot, *J. Geophys. Res.*, 107, No. A12, SIA 14-1 – SIA 14-13, 2002
- Jakowski, N., S. Schülter, and S. Heise, Satellite Technology Glimpses Ionospheric Response to solar Eclipse, *EOS Trans. AGU*, 80, 621, 1999.
- Voroncov-Veľaminov, B.A., *Astronómia*, SÚAA Hurbanovo, 1977.

Kontakná adresa: RNDr. Alina Prigancová, CSc.
Geofyzikálny ústav SAV
845 28 Bratislava
Tel.: 02-59410605
Fax: 02-59410626
e-mail: geofpria@savba.sk