

IX. Slovenská Geofyzikálna Konferencia

Fakulta matematiky, fyziky a informatiky UK
22.06.-23.06.2011

Výsledky výskumu na Slovensku v r. 2009-2011
v oblasti geomagnetizmu, fyziky ionosféry a magnetosféry

Sebastián Ševčík
Katedra astronómie, fyziky Zeme a meteorológie FMFI UK

**Oblasti/témy riešené v r. 2009-2011
v oblasti geomagnetizmu a fyziky ionosféry a magnetosféry**

1.

Hlavné a premenné GMP

– observatórne a terénne merania, spracovanie meraní

2.

Generácia hlavného GMP

– teoretický výskum na báze magnetohydrodynamiky kvapalného jadra

3.

Premenné GMP – kozmické počasie, poruchy, procesy v magnetosfére

4.

**Štúdium vybraných procesov v spodnej ionosfére
a Schumannove rezonancie – spracovanie meraní**

5.

**Magnetotelurické a magnetovariačné merania
a teoretické modelovanie
priamej geoelektrickej a magnetotelurickej úlohy**

6.

Paleomagnetická analýza vyvrelých a sedimentárnych hornín

1.

Hlavné a premenné GMP – observatórne a terénne merania, spracovanie meraní

Participovali len pracovníci GFÚ SAV

F. Valach, M. Váczyová, P. Dolinský, M. Hvoždara

Meranie veľkosti a variácii zložiek GMP na GMO v Hurbanove.
Spracovanie **starých historických záznamov GMP** od r. 1893
s cieľom staré údaje **archivovať** v digitálnej forme
a **doplniť medzery** v časových radoch.

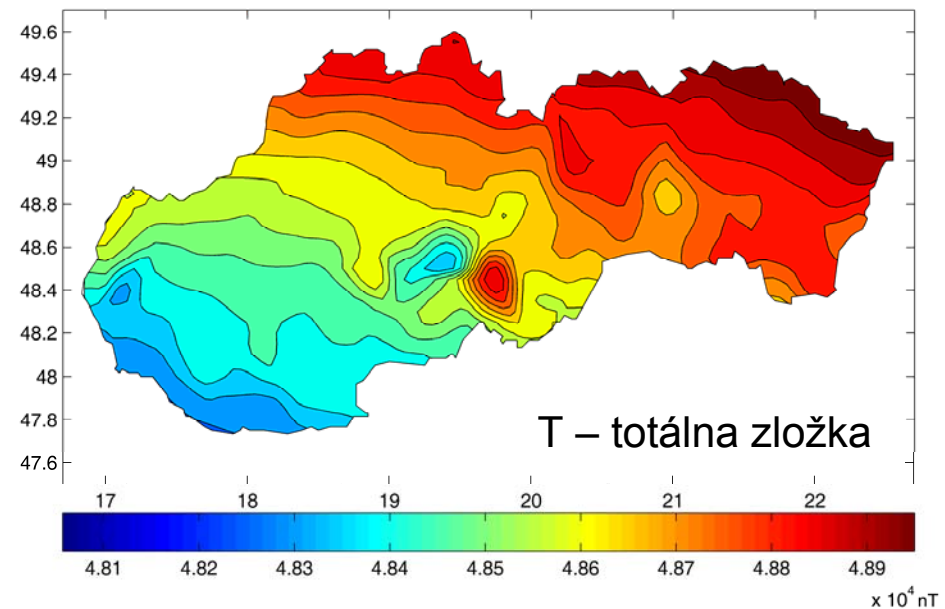
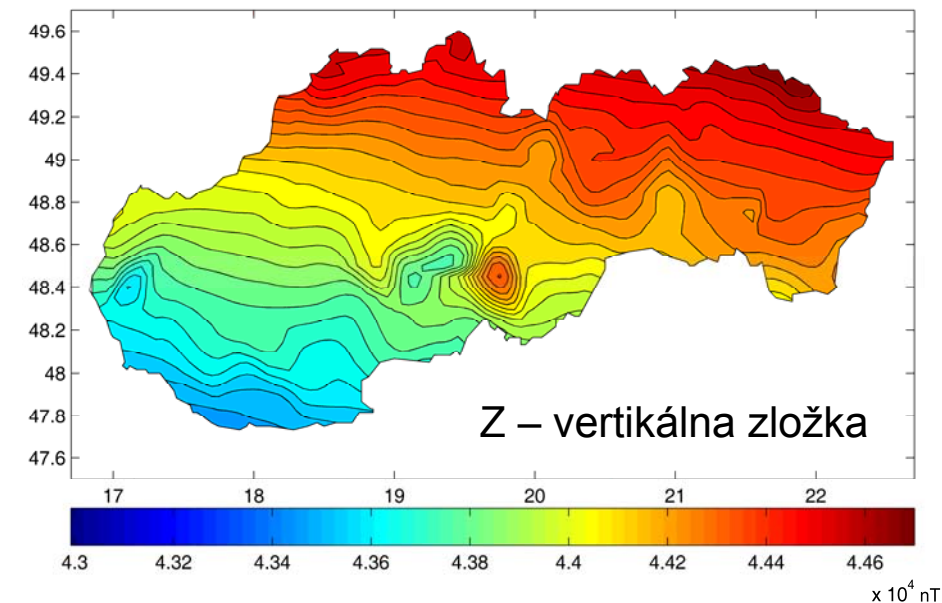
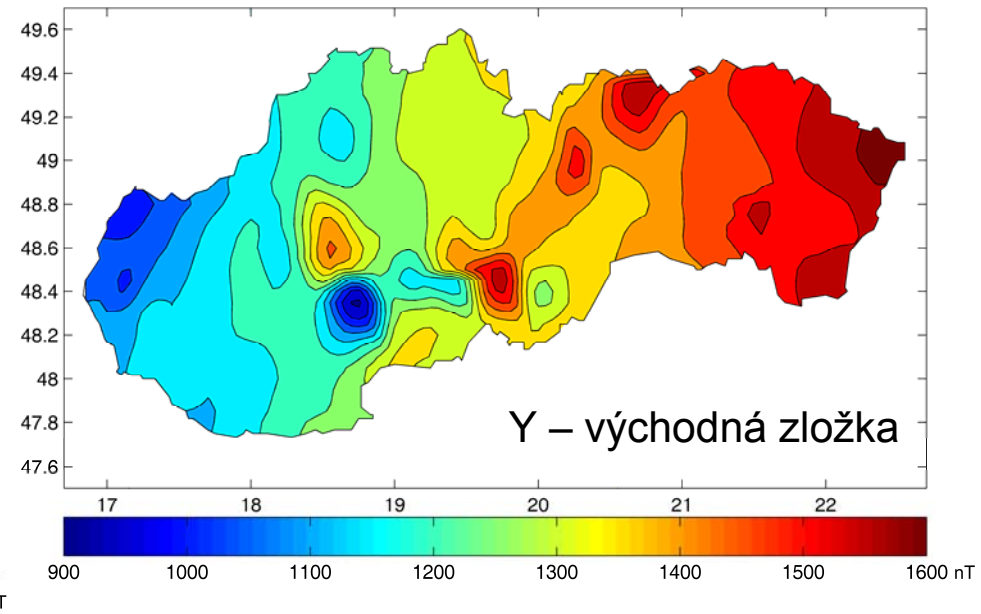
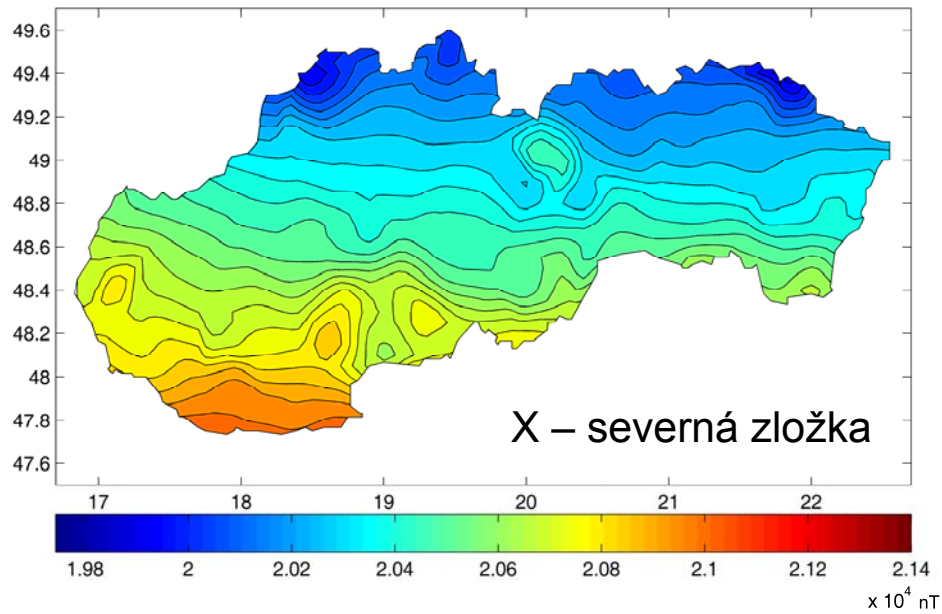
Magnetické mapovanie 2006-2008 bolo podporené projektom APVV.
Predchádzajúce 3 mapovania: 1967-1968, 1980-1982, 1993-1995.

Použijúc 3-ročné merania na GMO boli merania redukované na epochu 2007.5.
Doplnkové merania v sekulárnych bodoch pre epochy 2008.5 a 2010.5

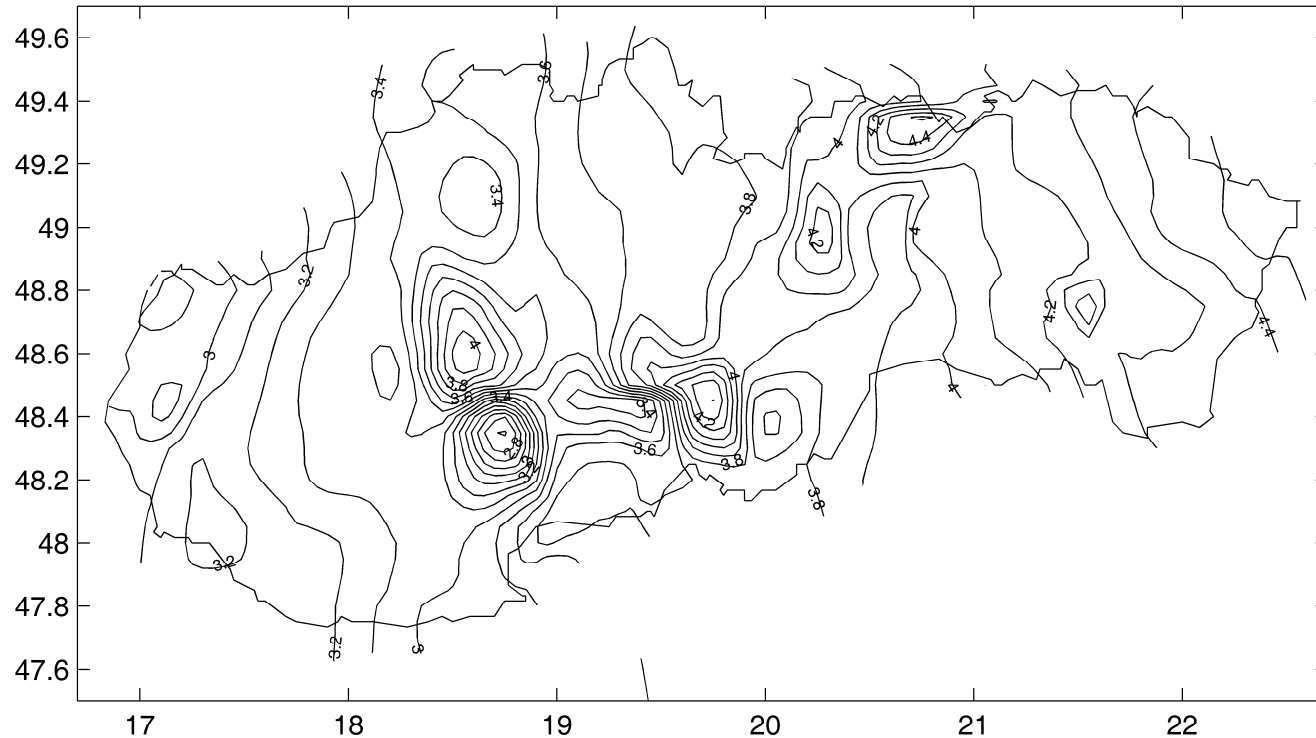
GMO v Hurbanove **plní pravidlá IAGA a INTERMAGNETu**,
denne sú spracovávané a odosielané magnetogramy
bez výpadku jedinej minúty za celé obdobie členstva v INTERMAGNETe.

Problémy s **antropogénnymi poruchami** (el. silové rozvody, sklad železného šrotu).

Aktuálna je modernizácia/výmena a doplnenie meracích systémov.



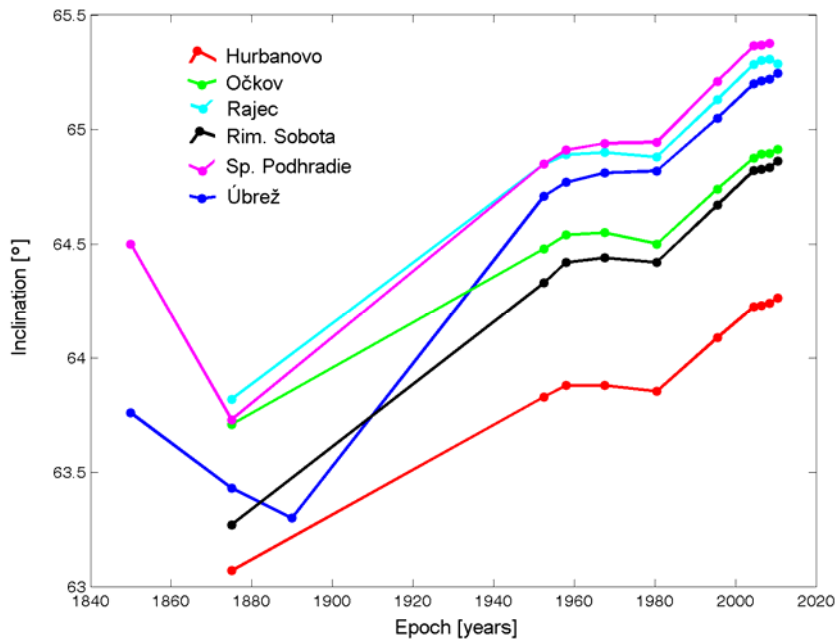
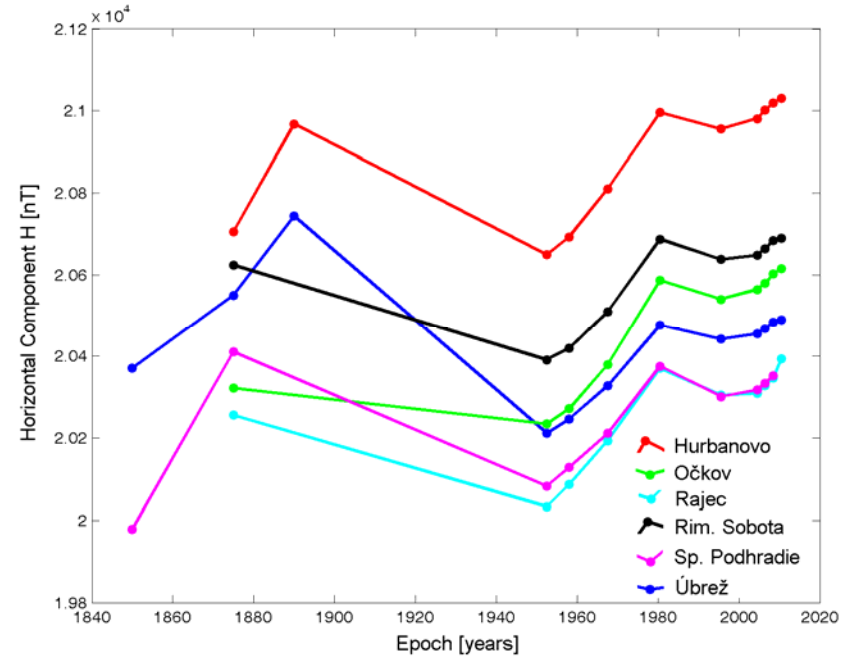
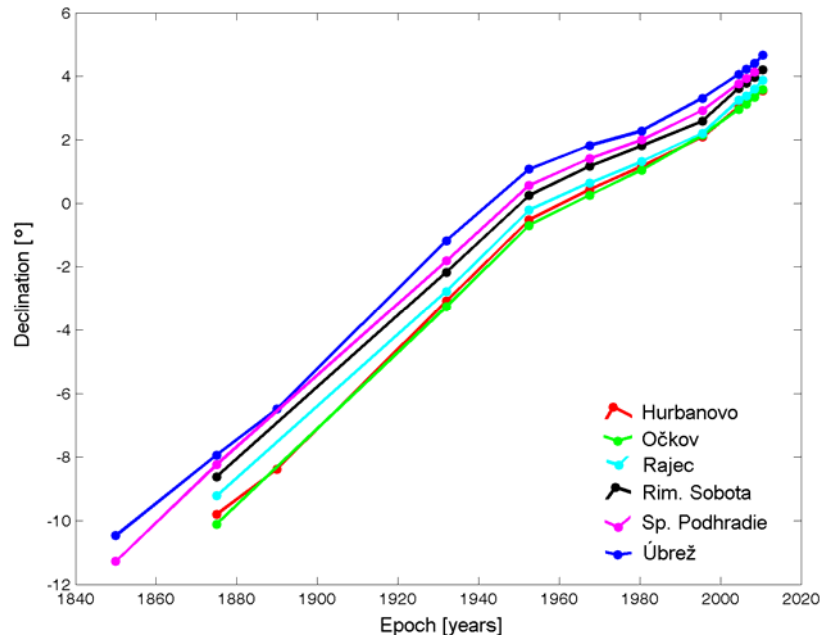
Declination, epoch 2007.5



Výsledky mapovania publikované v:

P. Dolinský, F. Valach, M. Váczyová, M. Hvoždara, 2009. Geomagnetic ground survey in Slovakia for the 2007.5 epoch. *Contrib. Geophys. Geod.*, 39, 255-272.

IX. SGK: Dolinský, Valach, Váczyová: Accuracy of geomagnetic field distribution maps- the geomagnetic ground survey of Slovakia for the 2007.5 epoch as an example (POSTER).



Deklinácia (D), horizontálna zložka (H) a inklinácia (I) vo vybraných sekulárnych bodoch – repeat stations od r. 1850 po epochu 2008.5 a 2010.5

2.

Generácia hlavného GMP a dynamo teória

– teoretický výskum na báze magnetohydrodynamiky kvapalného jadra

Participovali pracovníci GFÚ SAV: A. Marsenić, T. Šoltis

KAFZM FMFI UK: J. Brestenský, S. Ševčík,

KAMŠ FMFI UK: P. Guba

J. Brestenský a T. Šoltis

Lineárna stabilitná analýza vplyvu **anizotropnej viskozity a tepelnej difuzivity** v modeli **horizontálnej** (polárne oblasti) a **vertikálnej** (rovníkové oblasti) rotujúcej hustotne stratifikovanej vrstvy s homogénnym magnetickým poľom.

Model anizotropie – **rôzne hodnoty v horizontálnom a vertikálnom smere**.
Riešenie hľadané v tvare stacionárnych/nestacionárnych konvektívnych valov (rolls).

Jednoznačne bolo ukázané, že **forma anizotropie** difúzných koeficientov **má významný vplyv na nástup a charakter konvekcie a jej kritických čísel**.

IX. SGK: Šoltis, Brestenský: Magnetoconvection in the fluid layer with anisotropic diffusivities rotating around horizontal axis. (Prednáška 14:15-14:30).

Brestenský, Šoltis: Spin-up at anisotropic viscosity. (Prednáška 14:30-14:45)

S. Ševčík a A. Marsenić

Lineárna stabilitná analýza

rezistívnych nestabilít strihových magnetických polí (menia orientáciu)
v modeli horizontálnej rotujúcej vrstvy s neviskóznou kvapalinou.

Strihové „priamkové“ horizontálne nehomogénne magnetické pole bolo tvarované lineárnou funkciou a **funkciou hyperbolický tangens**, pozícia nulovej hodnoty magnetického poľa bola vo vrstve ľubovoľne voliteľná, v jej okolí bola tzv. **kritická vrstva**, v ktorej vznikali rezistívne nestability.

Aplikované boli **rôzne elektromagnetické hraničné podmienky** (vodič, izolant). Riešenie bolo hľadané v tvare konvektívnych valov šikmých voči strihovému poľu.

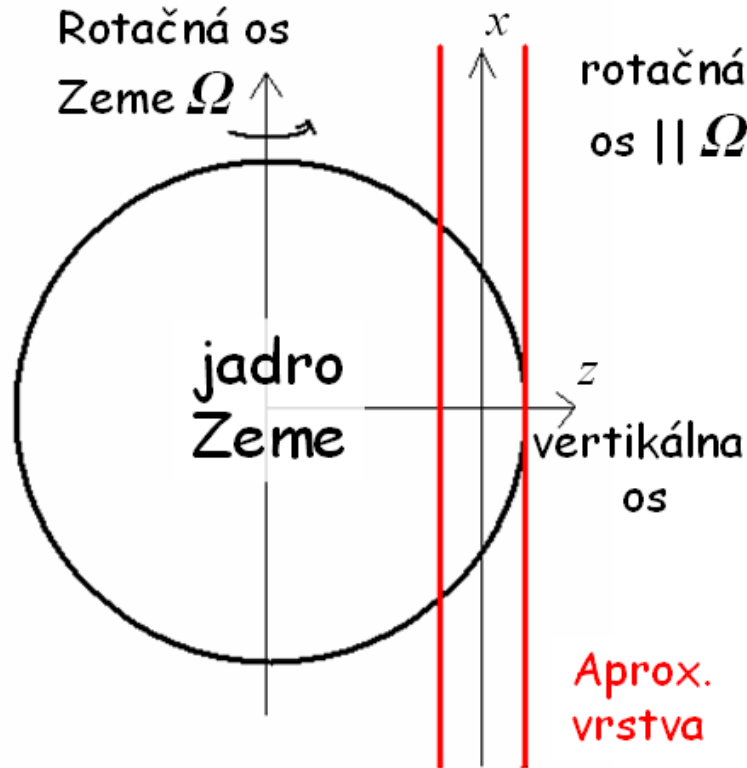
Preskúmané boli podmienky

nástupu konvekcie v celom objeme vrstvy (**objemové módy**)
a nástupu **konvekcie** menších škál rozvinutej **len v oblasti kritickej vrstvy**.

Tento prípad (tearing-mode) bol preskúmaný
analyticky metódami asymptotickej analýzy.

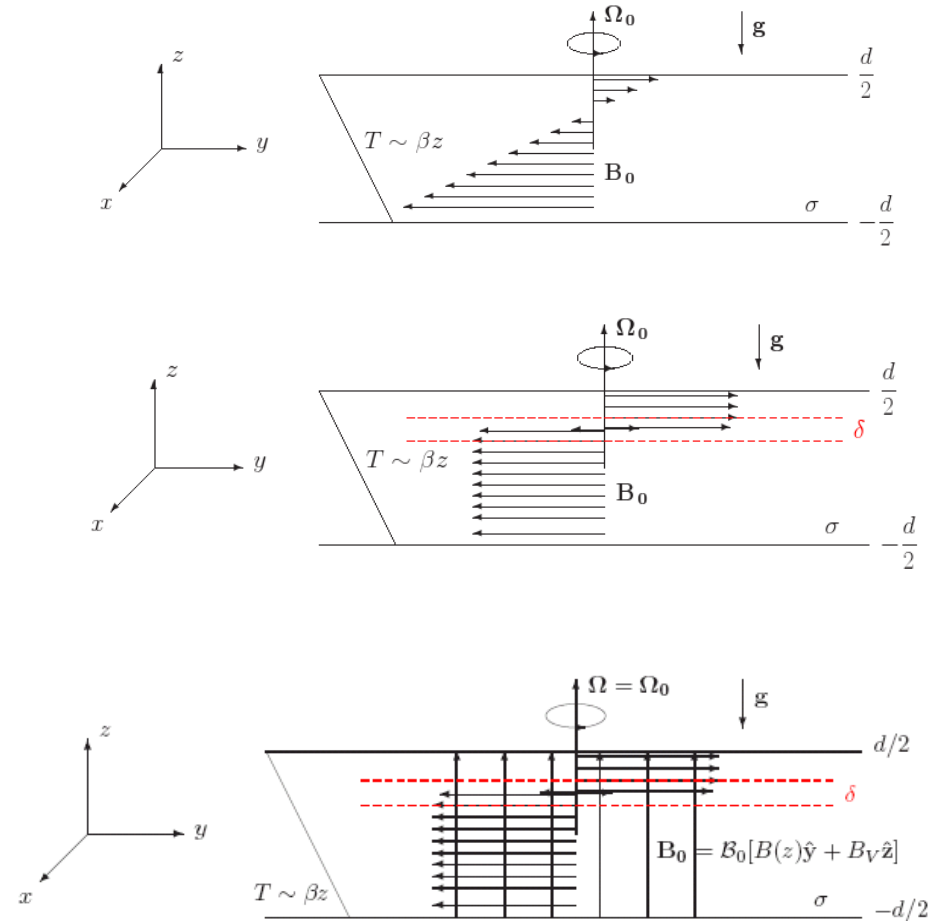
Čiastočne bol skúmaný aj vplyv vertikálneho homogénneho poľa
na vývoj rezistívnych nestabilít.

Rovníkové oblasti

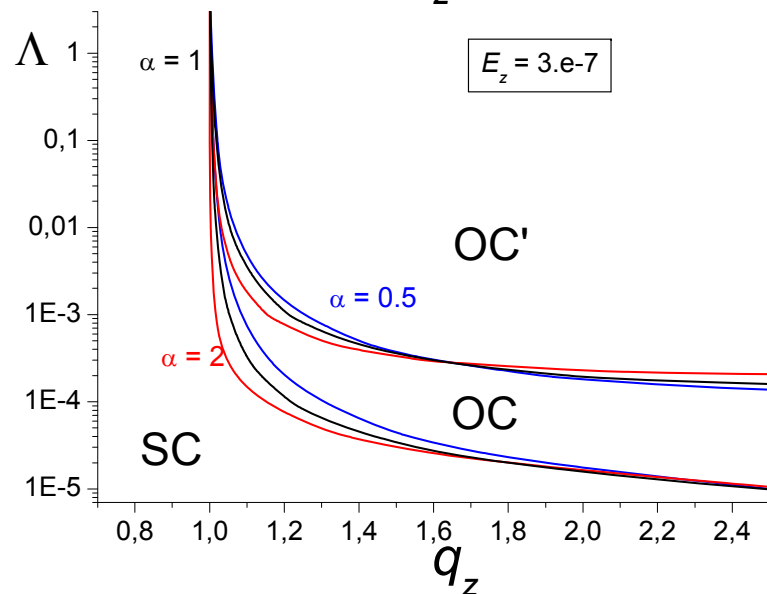
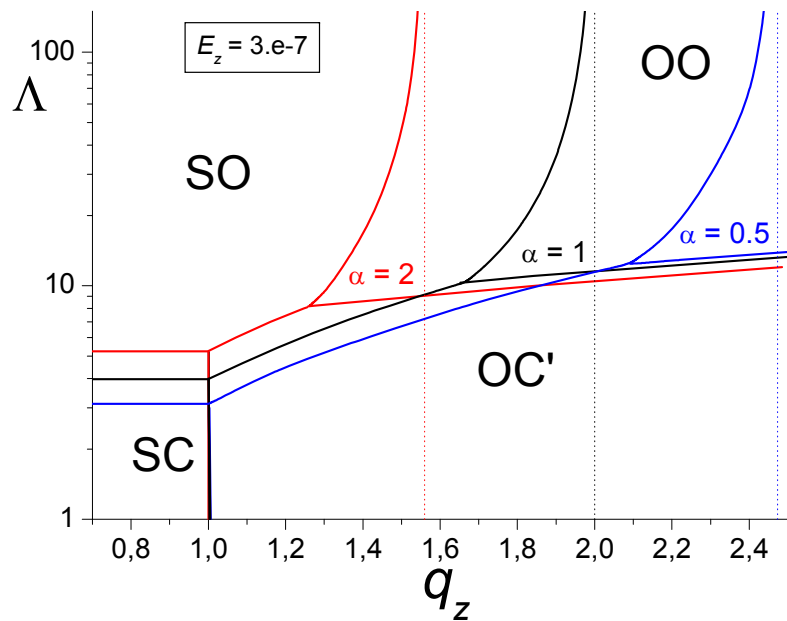


$$\Omega = \Omega \hat{x}$$

Ukážka geometrie jedného z modelov
J. Brestenského a T. Šoltisa
(anizotropné difúzne koeficienty)



Ukážky geometrie modelov
S. Ševčíka a A. Marsenić
(strihové magnetické pole
a rezistívne nestability)



SO – stacionárne šikmé rolky

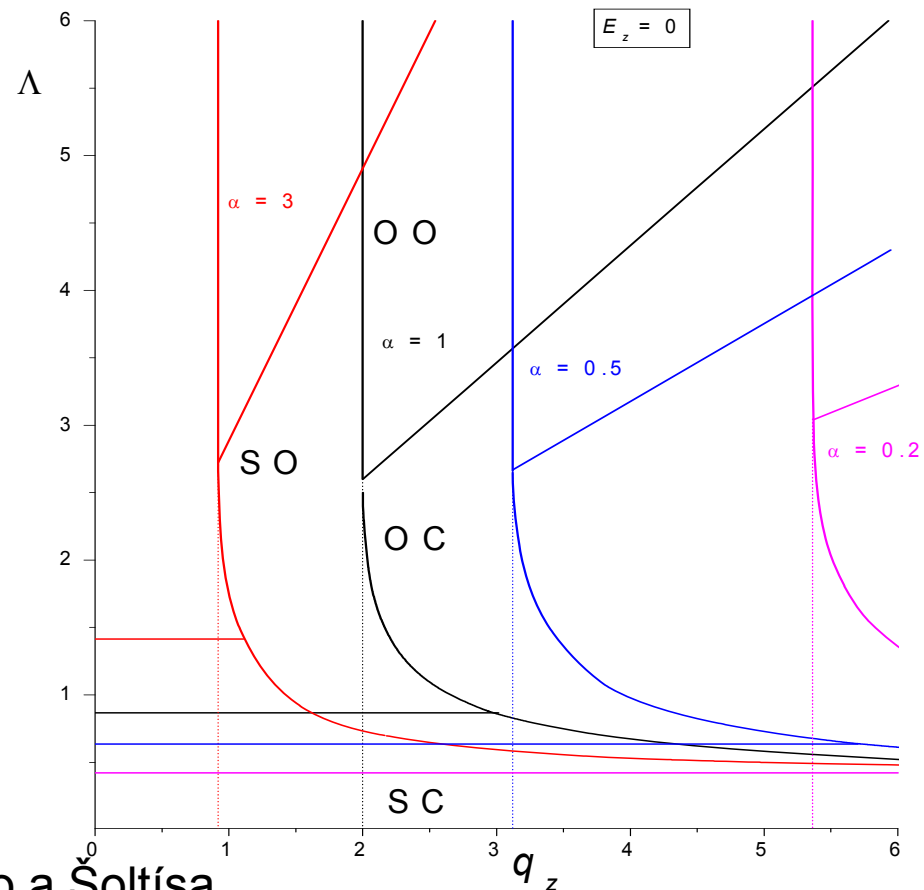
SC – stacionárne kolmé rolky

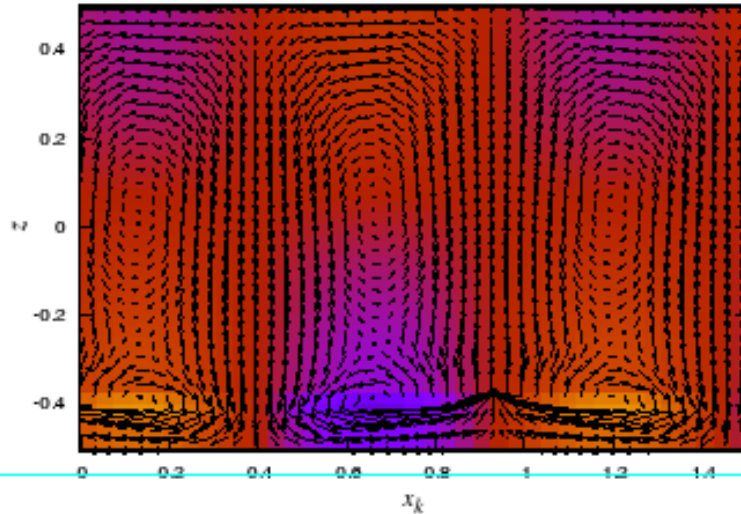
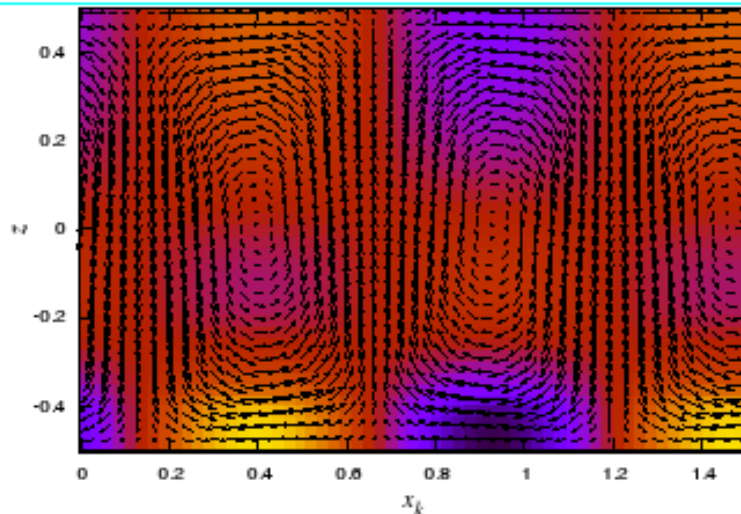
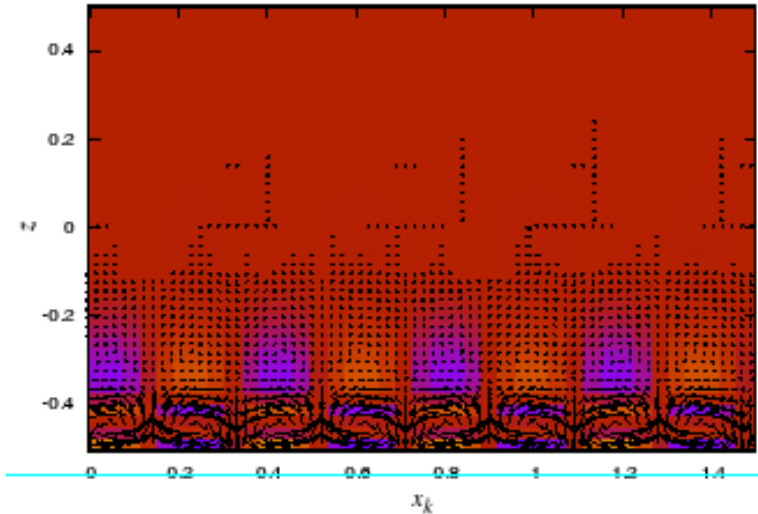
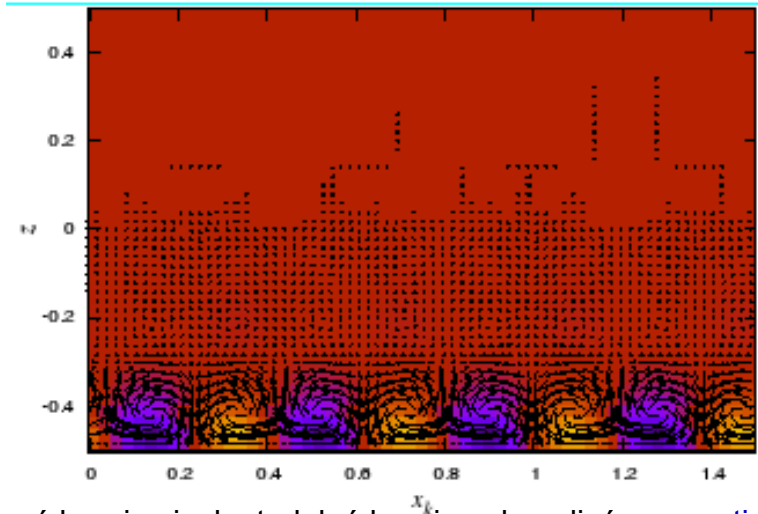
OO – nestacionárne šikmé rolky

OC – nestacionárne kolmé rolky

OC' – nestacionárne šikmé

(ale takmer kolmé s uhlom medzi osou roliek a mag. poľom takmer 90 stupňov)



WLM – mode, konvekcia v celom objeme
 $z_0 = -0.40$ CLM – mode, konvekcia v kritickej vrstve
 $z_0 = -0.45$ Obe hranice elektricky vodivé, **tepelne hnaný**
 $\Lambda = 2.$, $R_c = 66.245$, $\varphi = 38.037$, $kc = 5.891$ Horná hranica izolant, dolná hranica el. vodivá, **magneticky hnaný**
 $\Lambda_c = 3.32$, $R = 0.$, $\varphi = 39.616$, $kc = 16.534$

Ukážky konvektívnych útvarov v modeloch Ševčíka a Marsenić.

P. Guba

Solidifikačné procesy na povrchu pevného vnútorného jadra sú podstatným **zdrojom kompozične hnanej konvekcie** v celom objeme kvapalného jadra. Procesy prebiehajú v „mushy“ vrstve s dentritickou štruktúrou.

Skúmaná bola **nelineárna stabilita binárnej zmesi** v režime, keď stacionárna konvekcia interaguje s oscilačnou formou konvekcie. Identifikované boli nové stabilné limity a bifurkačné body.

V teoretických prácach lineárnych a nelineárnych stabilitných štúdií boli publikované práce:

Šoltis T., Brestenský J., 2010. Rotating magnetoconvection with anisotropic diffusivities in the Earth's core. *Phys. Earth. Planet. Inter.*, 178, 27-38

Marsenić A., Ševčík S., 2010. Stability of sheared magnetic field in dependence on its critical level position. *Phys. Earth. Planet. Inter.*, 179, 32-44

Marsenić A., Ševčík S., 2011. Magnetic instability in a rotating layer at highly eccentric position of critical level. *Astronomische Nachrichten*, 332, No. 5., 482-495.

Guba P., Worster M. G., 2010. Interaction between steady and oscillatory convection in mushy layers. *J. Fluid. Mech.*, 645, 411-434

3.

Kozmické počasie a schémy na predpovede geomagnetickej aktivity (GA)

Participovali len pracovníci GFÚ SAV: F. Valach, M. Revallo, M. Váczyová

Predpovedné modely sú založené na **metóde umelých neurónových sietí**. Vstupom do neurónovej siete sú **údaje o slnečnom vetre** napr. z družice ACE: rýchlosť, teplota, hustota častíc, nameraná magnetická indukcia, charakteristiky rtg. erupcií a rádiových vzplanutí typu II a IV.

Nové vstupné vektory - vysokoenergetické slnečné častice (protóny),
v porovnaní s inými autormi

bol eliminovaný vplyv impulzných SEP eventov (nemajú významný vplyv na GA).
Testovacie vzorové výpočty ukázali **lepšie výsledky schém hurbanovskej skupiny**.

Simulovaný bol **priebeh geomagnetickej búrky zo 4.8.2010**
a počítaný bol **syntetický Dst index**.

Okrem hlavnej fázy búrky bola testovaná aj návratová fáza,
čo nie je bežné v modelových výpočtoch.

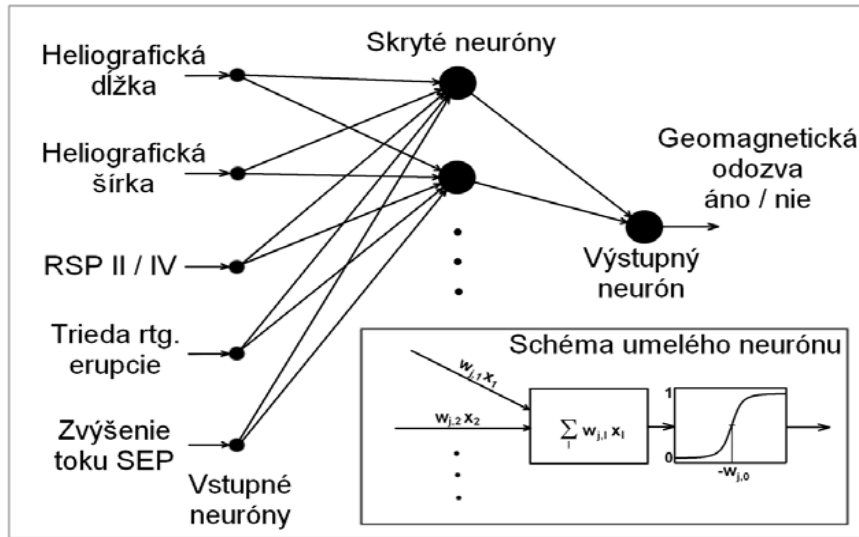
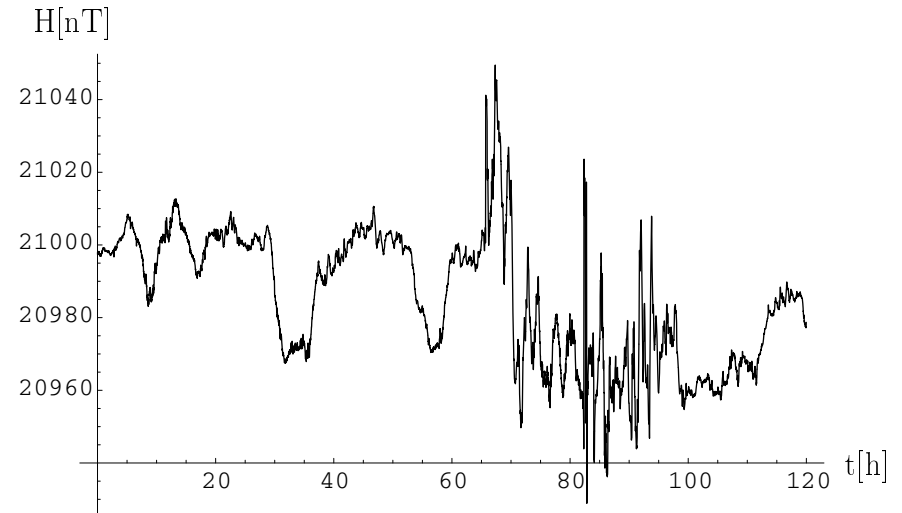
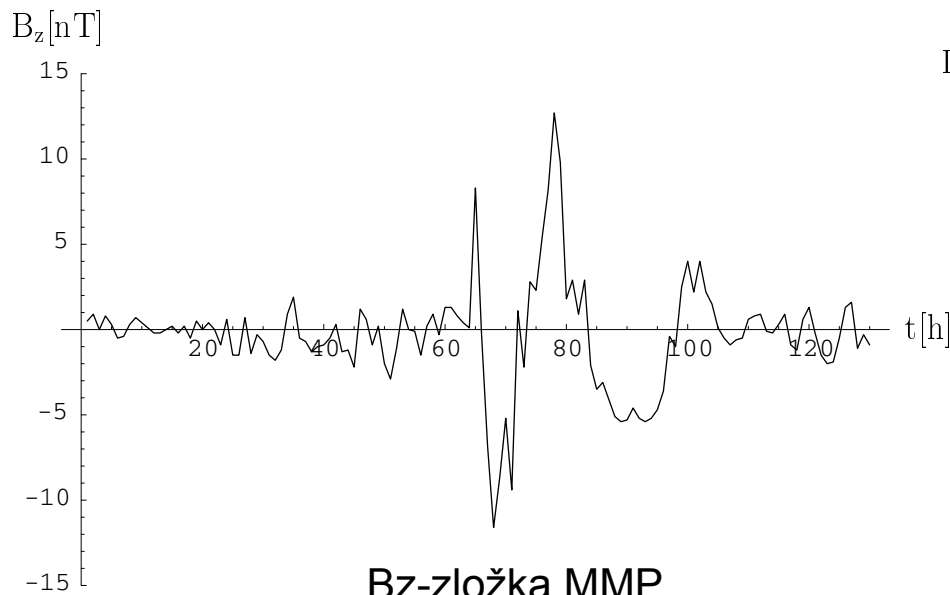
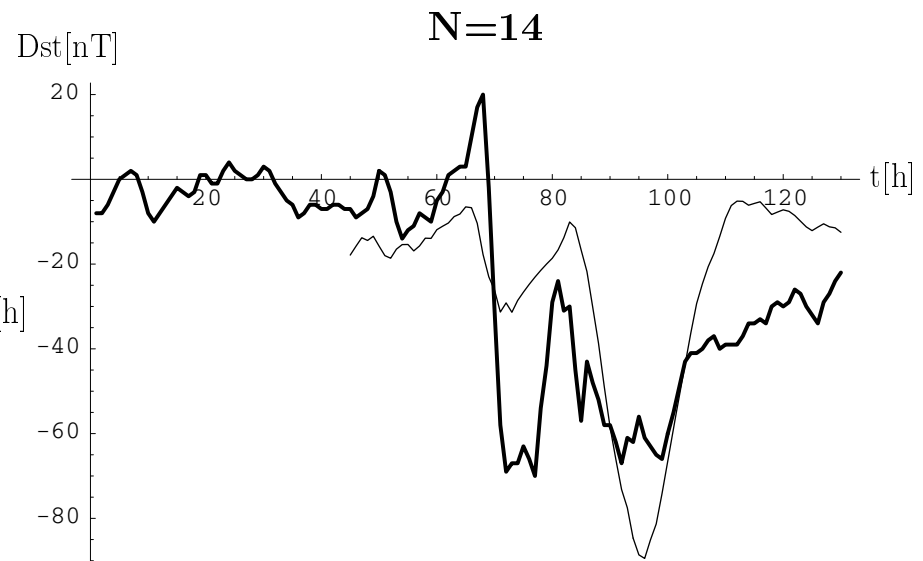


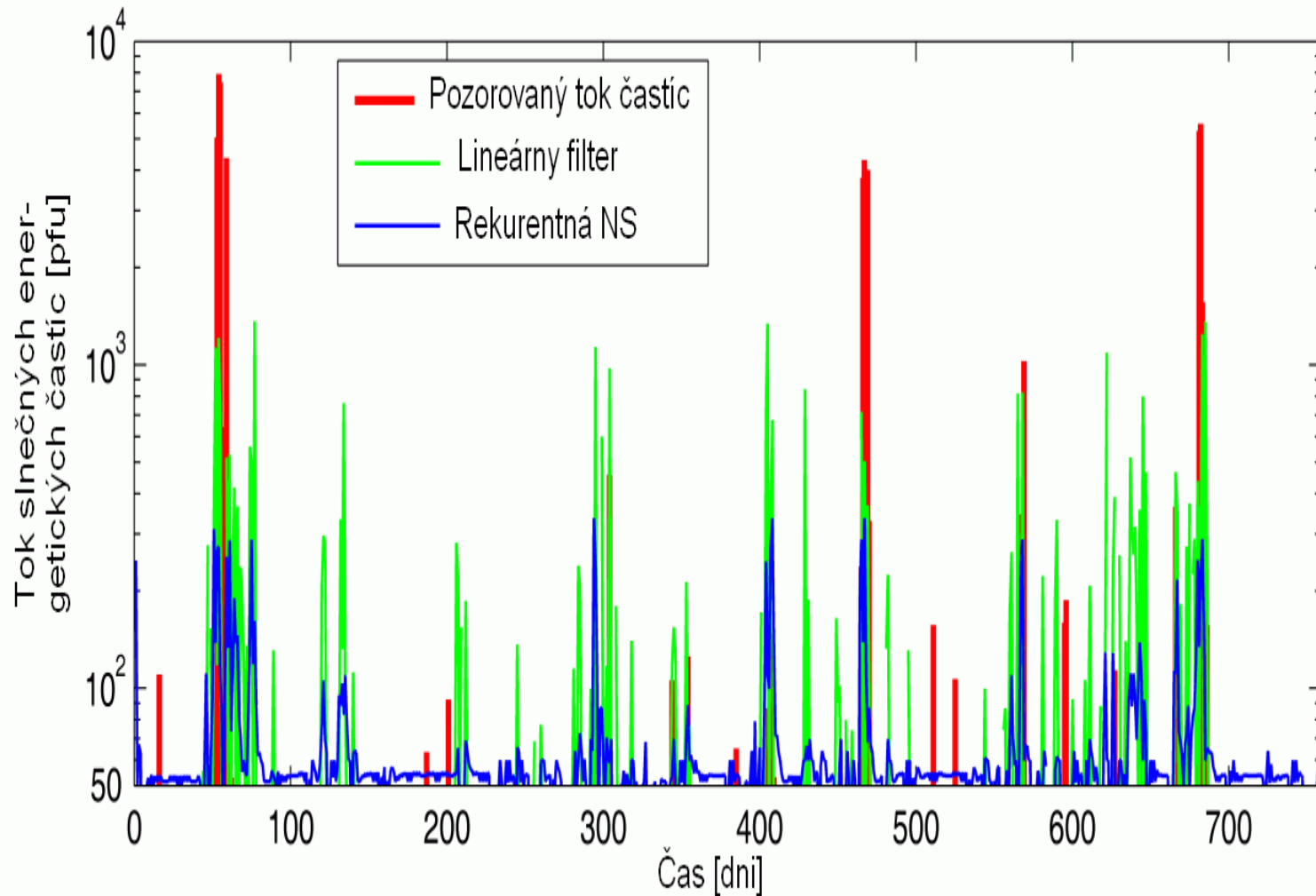
Schéma neurónovej siete



Magnetogram horizontálnej zložky magnetickej búrky 4.8.2010 (HUB)

B_z-zložka MMP

Reálny Dst-index z HUB – hrubá čiara
 Modelový Dst-index – tenká čiara, N-počet iterácií



Navrhnutá bola schéma pre varovné správy o zvýšených tokoch slnečných energetických častíc založená na umelých neurónových sieťach.

Toky slnečných energetických častíc predstavujú jedno z hlavných rizík, ktoré ohrozujú kozmické misie s ľudskou posádkou.

Výsledky modelov predpovede geomagnetickej aktivity metódou neurónových sietí boli publikované v prácach:

Valach F., Revallo M., Bochníček J., Hejda P., 2009. Solar energetic particle flux enhancement as a predictor of geomagnetic activity. *Space Weather*, 7, S04004.

Revallo M., Valach F., Váczyová M., 2010. The geomagnetic storm of August 2010 as a lesson of the space weather modeling. *Contrib. Geophys. Geod.*, 40, 313-322.

Valach F., Revallo M., Hejda P. and Bochníček J., 2011. Predictions of SEP Events by means of a linear filter and layer recurrent neural network. Accepted in *Acta Astronautica*.

Výrazný podiel

vo výskume

vzťahov Slnko-Zem,

dynamiky energetických častíc v magnetosfére,

vzťahov medzi aktívnymi procesmi na Slnku a tokmi urýchlovaných častíc,

modulácii kozmických lúčov,

štúdiu planetárnych plaziem a magnetických polí,

analýze množstva satelitných a pozemských údajov o tokoch častíc,

konštrukcii meracích systémov a priamej účasti v kozmickom výskume

**majú pracovníci Ústavu experimentálnej fyziky SAV v Košiciach
(Oddelenie kozmickej fyziky)****najmä Prof. Ing. Karel Kudela, DrSc.**

v NR IUGG za roky 2007-2010 je uvedených 36 prác

(Advanced in Space Research, JASTP, Solar System Research, JGR,...)

**Doporučujem adresovať pozývanie na ďalšie geofyzikálne konferencie
aj pracovníkom ÚEF SAV.**

4.

Štúdium vybraných procesov v spodnej ionosfére a Schumannove rezonancie – spracovanie meraní za obdobie 2002-2009.5

Participovali len pracovníci KAFZM FMFI UK:

A. Ondrášková, P. Kostecký, S. Ševčík, R. Kysel

Na AGO FMFI UK bola meraná vertikálna elektrická zložka signálu SchR.

SchR sú elektromagnetické kmity
v dutine medzi povrchom Zeme a ionosférou
excitované atmosférickými výbojmi (blesky) v planetárnom rozsahu.

FFT spektrá 4-5 píkov SchR z meraných sekvencií
boli fitované súborom Lorentziánov.

Určené boli rezonančné frekvencie z 8 ročnej série meraní,
ktoré prebiehali počas slnečného maxima až po minimum slnečného cyklu.

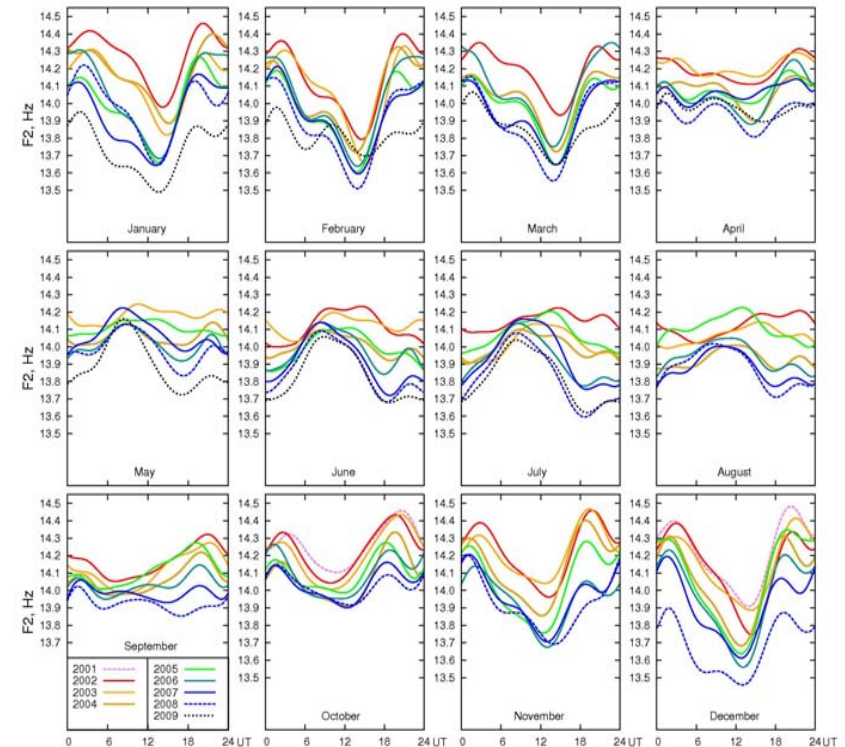
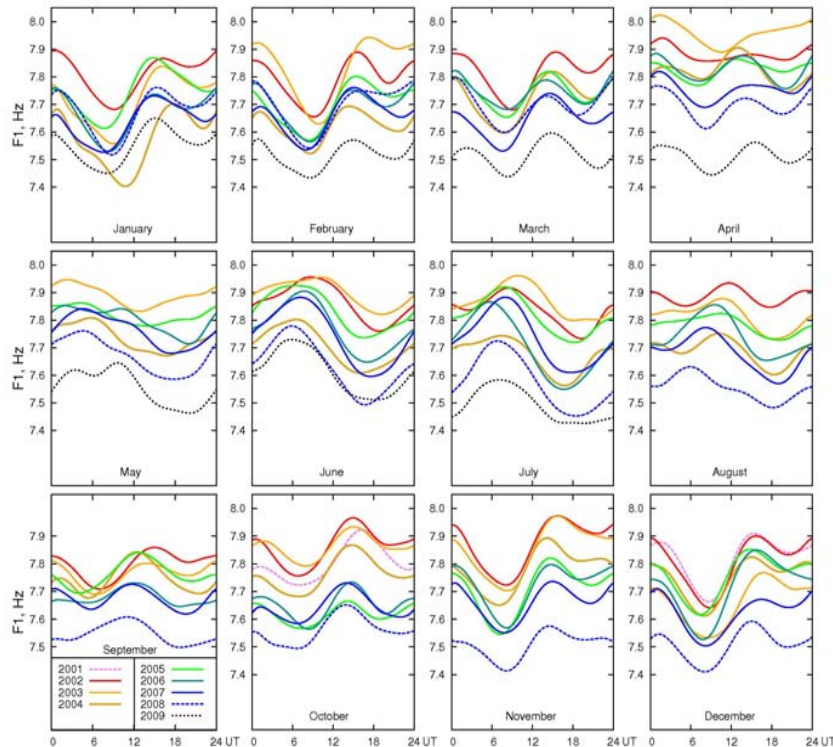
Analyzované boli aj tranzientné eventy (Q-bursty) v záznamoch Ez-zložky.
Vznikajú v dôsledku obzvlášť silných bleskov (+CG)
a môžu byť zdrojom optických úkazov (TLE) v mezosfére – sprajty.

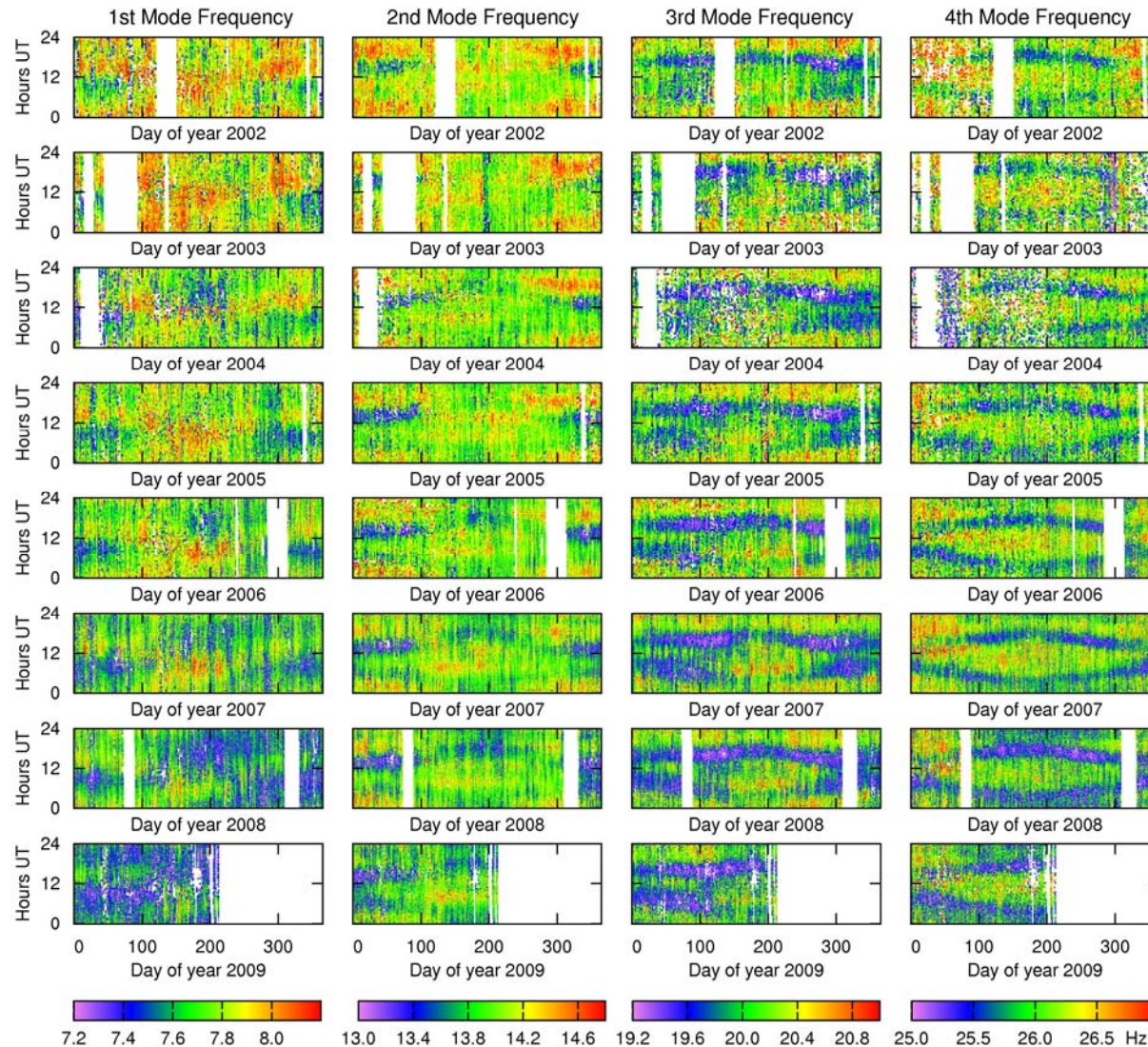
Tranzienty boli spracované aj metódami časovo-frekvenčnej analýzy.

Mesačné priemery denných variácií frekvencií F1 a F2 rezonančného módu SchR za obdobie rokov 2002 – júl 2009.

V súlade s poznatkami iných autorov bol identifikovaný pokles frekvencií s poklesom slnečnej aktivity.

Z určenia DFR (daily frequency range) možno odhadnúť reprezentatívne rozmery búrkových oblastí: počas leta NH sú oblasti väčšie v maxime SA ako v minime.

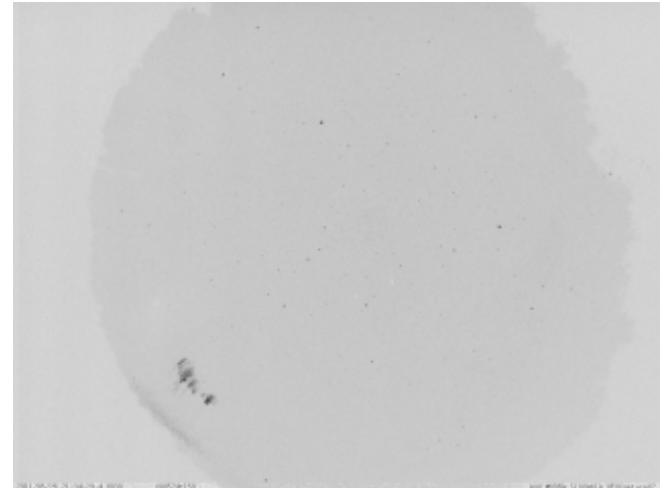




„Mapy“ frekvencií prvých 4 módov SchR v období 2002-2009. Os x: deň v roku, os y: hodiny.
 Modré oblasti – nižšie frekvencie módu, červené oblasti – vyššie frekvencie módu.
 Jasne sú viditeľné aj sezónne zmeny frekvencií.



Sprajt nasnímaný v ČR zo dňa 26.5.2011



Sprajt nasnímaný automatickou celooblohovou TV kamerou na AGO z 26.5.2011 – búrka prechádzala cez ČR.

K AGO-sprajtom boli v AGO-záznamoch SchR hľadané tranzienty vybudené silnými +CG bleskami.
Pozorovania sprajtov a ELF-tranzientov z AGO boli verifikované s pozorovaniami v Soproni a Nagycenku.

Publikované výsledky zamerané na štúdium ionosféry a Schumannových rezonancií:

Kukoleva A.A., Krivolutsky A.A., Ondrášková A., 2010. Variations of the atmospheric chemical composition in the Earth's polar regions after Solar proton flare on July 14, 2000. *Cosmic Research*, 48, 56-69.

Ondrášková A., Ševčík S., Kostecký P., 2011. Decrease of Schumann resonance frequencies and changes in the Effective lightning areas toward the solar cycle minimum of 2008-2009. *J. Atmos. Sol.-Terr. Physics*, 73, 534-543.

Ondrášková A., Ševčík S., Kostecký P., Tóth J., Kysel R., 2010. On the relation between the red sprites and the Transients in the ELF band. *Contrib. Geophys. Geod.*, 40, 149-157.

IX. SGK: Kysel, Kostecký, Ševčík, Ondrášková: Time frequency analysis of Schumann resonance signals
16:00-16:15 Prednáška

5.

Magnetotelurické a magnetovariačné merania a teoretické modelovanie

priamej geoelektrickej a magnetotelurickej úlohy

Participovali pracovníci GFÚ SAV: M. Hvoždara, J. Vozár

Pracovníci participovali na medzinárodnom projekte CEMES
(Central Europe Mantle geo-Electrical Structure)

Použité boli údaje z MT sondovania a údaje z geomagnetických observatórií.
Vypracovaný bol návrh 3D modelu geoelektrických štruktúr plášťa
v strednej a východnej Európe.

Numericky bol počítaný model indukcie vo zvrstvenej Zemi
v dôsledku prúdových slučiek v ionosfére alebo magnetosfére
s cieľom modelovať S_q variáciu.

Teoreticky bola počítaná priama geoelektrická DC úloha
v prítomnosti rušivého telesa v tvare rotačného elipsoidu.

Publikácie:

Vozár J., Semenov V. Yu., 2010. Compatibility of induction methods for mantle sounding.
J. Geophys. Res. – Solid Earth, 115, B03101, 1-9.

Ďakujem za pozornosť