

Raport științific

privind implementarea proiectului

"Câmpul geomagnetic sub forcingul heliosferic. Determinarea structurii interne a Pământului și evaluarea hazardului geofizic produs de fenomene eruptive solare"

Program IDEI, Contract 93/5.10.2011, Etapa II, 15 decembrie 2012

în perioada ianuarie – decembrie 2012

(Sinteza lucrării)

Cercetarea din cadrul acestui contract urmărește să se obțină o mai bună înțelegere a efectelor vremii spațiale asupra structurilor conductoare electric din interiorul globului terestru, cu aplicații la cunoașterea structurii interne la scara țării noastre și a continentului european, pe de o parte, și la estimarea hazardului geofizic la latitudini medii, corespunzător proceselor de vreme spațială (space weather), pe de altă parte. Principalele obiective sunt:

1. Determinarea structurii magnetice și electrice a litosferei și mantalei terestre la scara României și a continentului;
2. Analiza proceselor solare eruptive și a vântului solar, responsabile pentru activitatea geomagnetică de risc (furtuni și subfurtuni magnetice) în intervalul 1964-2014;
3. Modelarea câmpului geoelectric la suprafață;
4. Evaluarea hazardului geofizic asociat variațiilor câmpului electric de suprafață.

Raportul de etapă, intitulat "**Modelarea structurii magnetice și electrice ale interiorului Pământului la scara Europei și a teritoriului României**", este structurat pe capitole, după cum urmează, conform planului de realizare a proiectului.

În *Capitolul 1*, intitulat "**Noi măsurători geomagnetice și magneto-telurice în România**" sunt prezentate rezultatele obținute în cadrul etapei 2012 prin măsurători geomagnetice și magnetotelurice pe teritoriul României.

Măsurătorile geomagnetice au fost efectuate în cele 26 stații de repetiție ce compun așa-nimita Rețea națională de variație seculară, precum și la Observatorul geomagnetic Surlari. S-a lucrat în două campanii diferite, în intervalele 26.06 – 17.07.2012 și 27.08 – 19.09.2012.

Au fost efectuate determinări ale componentei orizontale H, câmpului total F, declinației magnetice D și înclinației magnetice I. Măsurătorile au fost efectuate cu ajutorul unui teodolit DI-Flux LEMI 024, a două magnetometre QHM, al unui magnetometru protonic Geometrics G-856 și al unui magnetometru înregistrator fluxgate LEMI-018. Valorile determinate au fost corectate de variația diurnă și aduse la ora primei citiri din seria de determinări prevăzute în protocoalele de măsurare, cu ajutorul înregistrărilor continue furnizate de Observatorul geomagnetic Surlari. Rezultatele obținute sunt prezentate în formă tabelară. Valorile respective vor fi prelucrate în faze ulterioare ale temei, în vederea obținerii valorilor pentru mijlocul anului 2012 (epoca geomagnetică 2012,5), având în vedere întârzierea de circa un an cu care sunt

comunicate mediile anuale la observator, față de care se reduc datele de teren. În Fig. 1 sunt prezentate hărți preliminare ale distribuției elementelor geomagnetice H, Z, D și F, aduse la epoca 2010,5, pentru care datele necesare de la Observatorul geomagnetic Surlari au fost cele definitive.

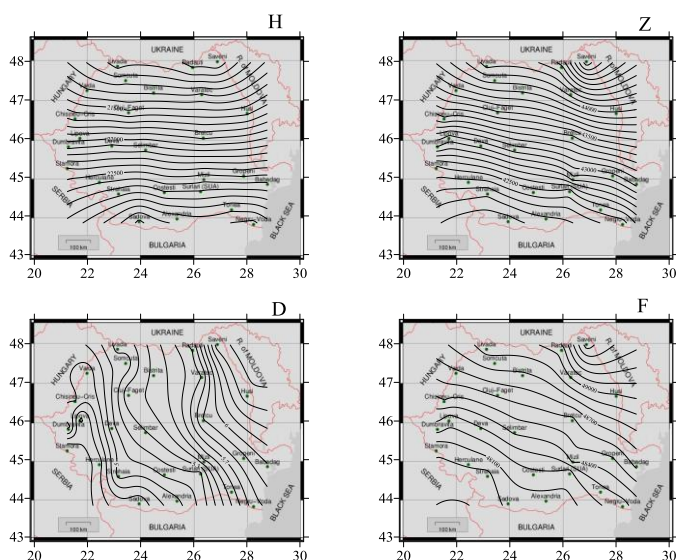


Fig. 1 – Distribuția geografică pe teritoriul României a elementelor geomagnetice H, Z, D și F la epoca 2010,5

În cele 26 de stații ale Rețelei naționale de variație seculară, au fost efectuate, în paralel cu măsurătorile absolute, **înregistrări ale evoluției câmpului**, prin cele patru elemente componente, X, Y, Z și câmpul total F. A fost testat, de asemenea, și echipamentul Bartington MAG 03, achiziționat în cursul anului 2012, prin înregistrări efectuate în paralel cu cele realizate cu aparatura LEMI (X; Y; Z) și Geometrics (F).

Măsurătorile magnetotelurice au fost efectuate experimental la Observatorul Provița de Sus al Institutului de Geodinamică. În raportul științific se detaliază atât metoda de măsurare, cât și primele rezultate obținute.

În *Capitolul 2*, intitulat "**Modelarea distribuției proprietăților magnetice și electrice ale interiorului Pământului la scara continentului european și a teritoriului României pe baza măsurătorilor geomagnetice. Model de inducție magnetică etapa a IIa**", sunt prezentate rezultatele utilizării unui așa-numit model de inducție, care ține cont că, pe lângă inducția electromagnetică în stratele conductoare din interior, măsurătorile geomagnetice de la suprafața Pământului sunt afectate și de inducția magnetică în rocile crustale, produsă de aceleași surse externe, variabile, magnetosferice și ionosferice. În cadrul etapei de față, au fost elaborate modele ale distribuției proprietăților magnetice ale crustei terestre, atât pentru teritoriul României, cât și la scara continentului european. În primul caz au fost folosite datele de teren înregistrate în cursul campaniilor de teren din anul 2010 (rezultate ilustrate în Fig. 2), iar în cel de al doilea caz, datele înregistrate la observatoarele geomagnetice europene în timpul unei furtuni geomagnetice. Modelul la scara continentului european bazat pe variațiile rapide asociate furtunii magnetice, la scara de timp a orelor, confirmă și detaliază unele concluzii anterioare ale membrilor echipei de cercetare obținute pentru variații la scări de timp mult mai mari (decadale și interdecadale).

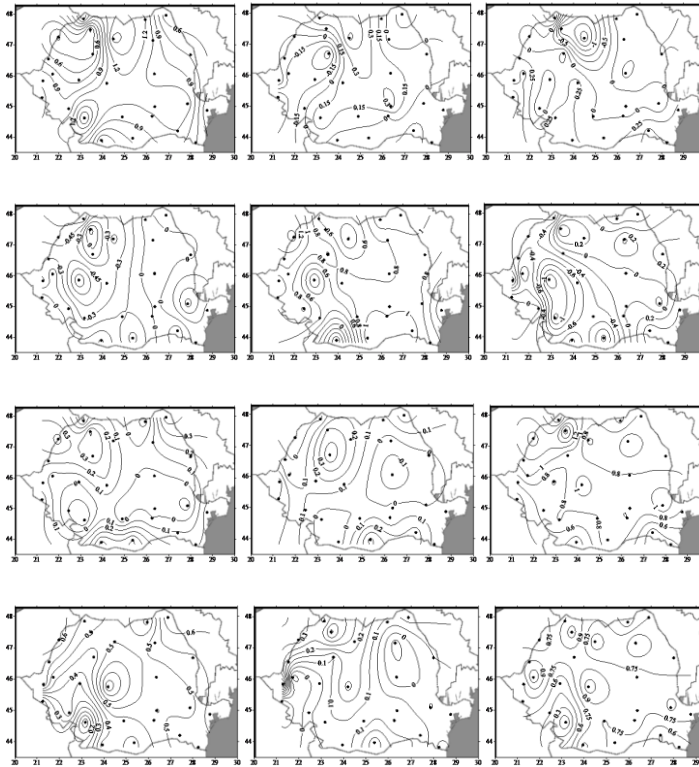


Fig. 2 – Variația laterală a coeficienților modelului de inducție

În *Capitolul 3*, intitulat "**Modelarea structurii de rezistivitate electrică a teritoriului României pe baza măsurărilor magneto-telurice**" este redat un model detaliat al distribuției rezistivității electrice de adâncime pe teritoriul României. Rezistivitatea electrică, respectiv inversul acesteia – conductivitatea electrică, a căror valoare specifică poate fi determinată prin procedee de modelare și inversie a sondajelor magnetotelurice, sunt parametri de bază necesari în modelarea efectului de inducție provocată de variația sistemelor de curenți magnetosferici și ionosferici în timpul perturbațiilor geomagnetice puternice.

Determinarea distribuției valorilor de rezistivitate pe teritoriul României s-a realizat prin efectuarea a numeroase sondaje magnetotelurice (Stănică, Stănică, 1993; 1998; Stănică et al., 1999; 2000), amplasate pe profile (geotraverse) magnetotelurice (MT) care traversează unitățile geologice majore din România, marcate în Fig. 3.

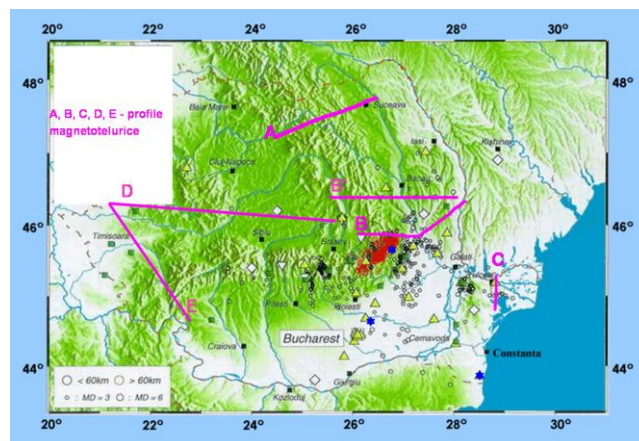


Fig. 3 – Geotraverse magnetotelurice pe teritoriul României

În raportul științific de detaliu, este prezentat modul de construire a curbelor de rezistivitate și de

caracterizare a tipului de structură, după care se face o analiză amănunțită a valorilor rezistivității electrice care caracterizează diversele formațiuni crustale întâlnite de profilele menționate. Modelul distribuției proprietăților electrice ale rocilor crustale, construit în cadrul etapei de față, va fi folosit în etapele ulterioare ale contractului la estimarea efectelor produse de curenții induși de acțiunea variațiilor ce apar în sistemele de curenți magnetosferici și ionosferici în timpul perturbațiilor geomagnetice majore de tip furtună și/sau subfurtună geomagnetică.

În *Capitolul 4*, intitulat "**Analiza comparativă a geoelectivității unor procese solare și heliosferice**", sunt prezentate rezultatele obținute prin analiza efectelor pe care variațiile câmpului electric interplanetar E_m , denumit câmpul electric geoelectiv, ce se formează ca urmare a mișcării particulelor încărcate ce formează vântul solar în prezența câmpului magnetic interplanetar (heliosferic), o au asupra sistemelor de curenți din magnetosferă și ionosferă care pot manifesta perturbații periculoase (hazard geomagnetic). În analiza menționată a fost folosit indicele geomagnetic PC, care este o măsură a câmpului electric interplanetar în apropierea Pământului, în relație cu alți indici geomagnetici, cum sunt Dst și AE, care descriu evoluția temporală a sistemelor de curenți, și anume, a curențului magnetosferic inelar și, respectiv, a jetului ionosferic auroral, sau indicele aa, care descrie starea generală de perturbare a magnetosferei și ionosferei. Indicele PC a fost definit recent (1980) și se construiește pe baza înregistrărilor geomagnetice care se fac permanent la stația magnetică din zona polara nordică (Thule), a Institutului de științe spațiale din Danemarca, în așa fel încât, în urma prelucrării statistice a înregistrărilor geomagnetice și a datelor privind vântul solar și câmpul magnetic heliosferic, PC să reflecte evoluția câmpului electric interplanetar geoelectiv E_m , $PC \sim E_m = V_{sw} * B_T * (\sin(q/2))^2$, unde $q = \arccos(B_z/B_T)$.

În etapa de față, am explorat modul în care indicele PC reprezintă câmpul electric interplanetar geoelectiv E_m la diverse scări de timp, de la 15 minute (intervalul de definire pentru PC), la valori diurne, lunare și anuale, și am studiat corelația acestui indice cu cei trei indici geomagnetici menționați mai sus. Concluzia principală, că indicii PC, Dst, AE și aa se corelează bine unii cu alții la scara de timp interanuală și că această corelație se îmbunătățește dacă se elimină efectul ciclului solar undecenal, a permis reconstrucția evoluției indicelui PC în trecut, până în anul 1868 (Fig. 4).

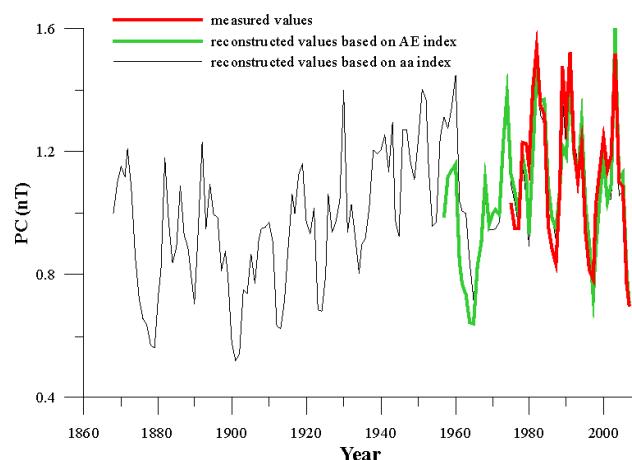


Fig. 4 – Reconstrucția indicelui PC pe baza indicilor AE și aa

În *Capitolul 5*, intitulat "**Diseminarea rezultatelor**", sunt prezentate participările la conferințe științifice internaționale și lucrările științifice publicate în cursul anului 2012, după cum urmează:

A. Comunicări

1. Demetrescu C., Dobrică V., Ștefan C., On the evolution of high-frequency ingredients of the secular variation and of their expression at core surface, as inferred from observatory data and main field models, *European Geosciences Union (EGU) General Assembly*, Vienna, Austria, 22-27 April 2012.
2. Dobrică V., Demetrescu C., Greculeasa R., On the crustal bias of repeat stations in Romania, *European Geosciences Union (EGU) General Assembly*, Vienna, Austria, 22-27 April 2012.
3. Greculeasa R., Dobrică V., Demetrescu C., The Romanian network of repeat stations. Methodological aspects 2009-2011. *European Geosciences Union (EGU) General Assembly*, Vienna, Austria, 22-27 April 2012.
4. Ștefan C., Dobrică V., Demetrescu C., On the ~80-year variation of the core surface geomagnetic field. Derivation and characteristics, *European Geosciences Union (EGU) General Assembly*, Vienna, Austria, 22-27 April 2012.
Demetrescu C., Dobrică V., On the long-term evolution of the PC index, *European Geosciences Union (EGU) General Assembly*, Vienna, Austria, 22-27 April 2012.
5. Demetrescu C., Dobrică V., Space climate characterization of the heliosphere-magnetosphere environment, *First International Conference on Moldavian Risks – From Global to Local scale*, Bacău, Romania, 16-19 May 2012.
6. Maris G., Maris O., Mierla M., Oprea C., Stere O., Geomagnetic super-storms during the maximum phase of solar cycle 23, *The Fourth Workshop on Solar Influences on Magnetosphere, Ionosphere and Atmosphere*, Sozopol, Bulgaria, 4-8 June 2012.
7. Demetrescu C., Dobrică V., Features of space climate seen in the solar system -heliospheric-magnetosphere, *The Fourth Workshop on Solar Influences on Magnetosphere, Ionosphere and Atmosphere*, Sozopol, Bulgaria, 4-8 June 2012.
8. Demetrescu C., Dobrică V., On the magnetosphere response to heliospheric activity, *Asia Oceania Geosciences Society (AOGS) Assembly*, Singapore, 13-17 August 2012 (**invited**).
9. Stanică, D. Stanică, D. A., Pre-seismic ULF Geomagnetic Signature Related to the M9 Great Tohoku Earthquake on March 11, 2011, *Asia Oceania Geosciences Society (AOGS) Assembly*, Singapore, 13-17 August 2012.
10. Demetrescu, C. Dobrică V., Mariș G., On the climate of the solar – terrestrial space, *International Conference on Solar and Heliospheric Influences on the Geospace*, Bucharest, Romania, 1-5 October 2012 (**invited**).
11. Greculeasa R., Dobrică V., Demetrescu C., Sources of geomagnetic activity at local scale. Case study – European observatory, *International Conference on Solar and Heliospheric Influences on the Geospace*, Bucharest, Romania, 1-5 October 2012.
12. Ștefan C., Dobrică V., Demetrescu C., The evolution of the Earth's magnetic moment in the last 400 years. Consequences on the magnetopause standoff distance, *International Conference on Solar and Heliospheric Influences on the Geospace*, Bucharest, Romania, 1-5 October 2012.
13. Besliu-Ionescu D., Maris G., Mierla M., Progress in understanding the complex solar event of September 13, 2005, *9th European Space Weather Week*, Brussels, Belgium, 5-9 November 2012.
14. Demetrescu C., Dobrică V., Ștefan C., Long-term evolution of high-frequency ingredients of ingredients of the core surface field, *Fall Meeting of the American Geophysical Union (AGU)*, San Francisco, 3-7 December 2012.

B. Lucrări apărute în reviste cu referenți

1. Dobrică V., Demetrescu C., Greculeasa R., Isac A., On the crustal bias of repeat stations in Romania, *Annals of Geophysics*, 2012, in print.
2. Dobrică V., Demetrescu C., Mariș G., Solar wind dynamic pressure and magnetopause stand-off distance before the instrumental era, *Sun and Geosphere*, 7 (1), 45-48, 2012.

În încheiere menționăm că este în curs de completare pagina web a proiectului, <http://www.geodin.ro/IDEI2011/engl/index.html>.

Responsabil proiect,

Dr. Crișan Demetrescu

Membru corespondent al Academiei Române