

## REZULTATE ETAPA 2010

### *Decompoziția tensorului impedanță electromagnetică*

O interpretare corectă a datelor electromagnetice (EM) presupune cunoașterea dimensionalității și direcției structurii investigate, precum și o metodă adecvată de eliminare a **efectelor locale (de suprafață)**, pentru a obține o structură reprezentativă pentru zona seismică activă Vrancea.

Monitorizarea câmpului electromagnetic în domeniul de frecvențe joase (DC-0,1Hz) a fost realizată în scopul evidențierii caracteristicilor de dimensionalitate structurală și a distribuției spațio-temporale multiparametrice asociate activității seismice de adâncime intermediară din zona Vrancea, prin obținerea, în urma decompoziției tensorului impedanță, a parametrilor skew (utilizat pentru determinarea tipului de structură, 1D, 2D sau 3D) și strike (utilizat pentru evidențierea direcției structurii geoelectrice).

### *Distribuții spațio-temporale ale parametrilor electromagnetici asociați activității seismice din zona Vrancea*

După instalarea sistemului de monitorizare continuă la Observatorul de Geodinamică Provița de Sus (GOPS), în această etapă este prezentat modul de obținere în timp real a seriilor de timp geomagnetice ( $B_{\perp}$ ,  $B_y$  și  $B_z$ ) ce urmează a fi utilizate la evaluarea parametrului  $B_{zn}$  cu relația:

$$B_{zn}(f) = B_z(f)/B_{\perp}(f) \quad (1-1)$$

unde:  $B_{\perp}$  și  $B_z$  sunt cele două componente, perpendiculară și verticală, ale câmpului geomagnetic, iar  $f$  este frecvența [Hz]

S-a demonstrat, de asemenea, că între  $B_{zn}$  și rezistivitate există următoarea relație de interdependență (Stanica and Stanica, 2010):

$$|B_{zn}(f)| = [\rho_{\parallel}(f) / \rho_z(f)]^{1/2} = \rho_n(f)^{1/2}, \quad (1-2)$$

unde:  $\rho_{\parallel}$  și  $\rho_z$  sunt componentele paralelă și verticală ale rezistivității.

Această relație definește legătura dintre parametrul  $B_{zn}$  și schimbările de rezistivitate (conductivitate electrică) produse înaintea unui eveniment seismic, ca urmare a deshidratării rocilor asociate cu procesele de rupere și de migrație a fluidelor prin sistemul de falii dezvoltate în interiorul și în vecinătatea focarului seismic.

Metodologia de monitorizare utilizată a asigurat obținerea seriilor de timp corespunzătoare componentelor geomagnetice  $B_{\perp}$ ,  $B_y$  și  $B_z$ , cu un pas de eșantionare  $\Delta t = 5$  secunde, fiind mediate și stocate la fiecare 60 secunde pe HDD unui calculator sub formă unui fișier de tip \*.txt. Aceste fișiere au fost transferate zilnic la București, prin intermediul **Sistemului de Transmisie a Datelor Electromagnetice (STDE - de tip wireless)**, unde sunt recepționate și prelucrate pentru a obține parametrului  $B_{zn}$  cu caracter precursor activității seismice din zona Vrancea.

Câteva rezultate cu caracter concludent, referitoare la evaluarea hazardului seismic din zona Vrancea pentru anul 2009, sunt prezentate în Fig.2-1 unde, pentru intervalul analizat, un cutremur de M

$\geq 4$  este posibil să se producă atunci când parametrul  $Bzn \geq 1.846$ , în timp ce un  $Bzn \geq 1.851$  poate fi utilizat, cel mai probabil, ca valoare precursoră a unui cutremur cu  $M \geq 5$ .

16 January - 30 September 2009

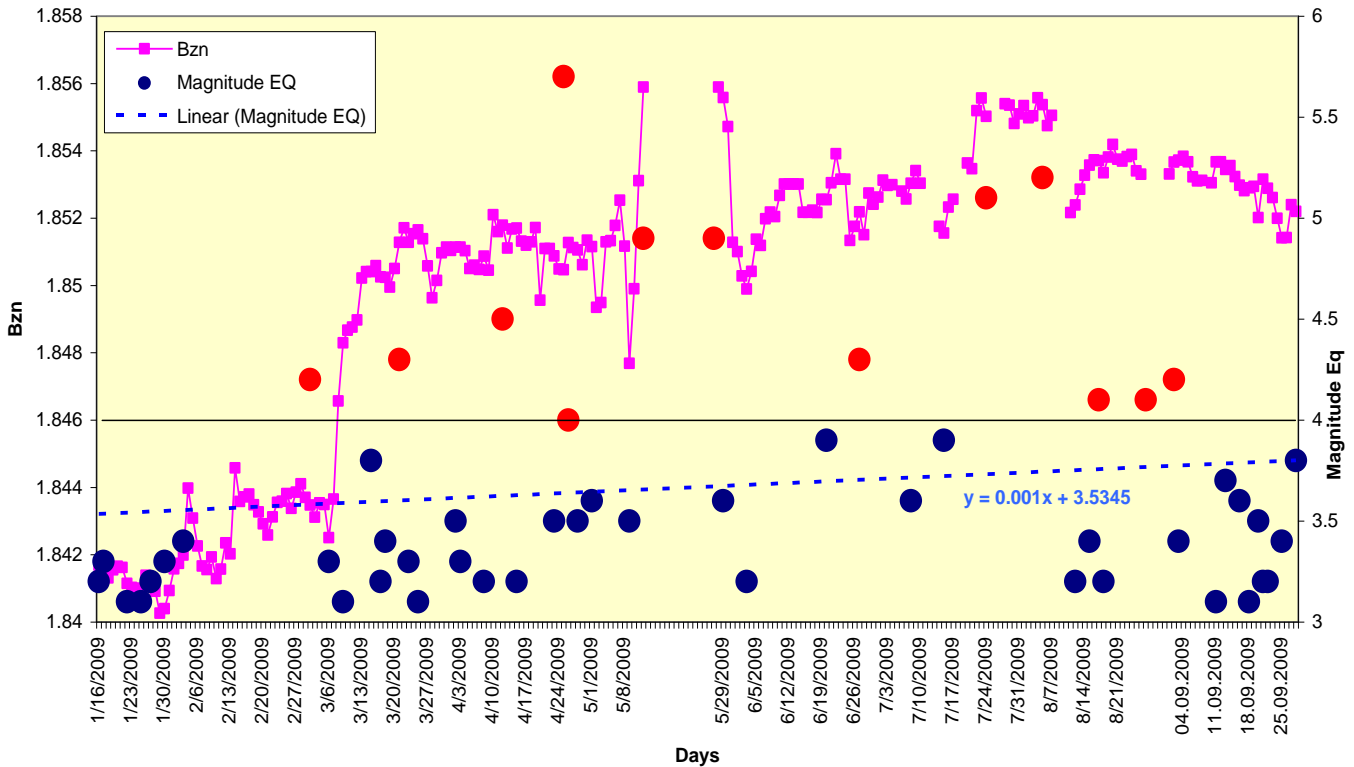


Fig. 2-1. Distribuții ale parametrului Bzn și magnitudii activității seismice din zona Vrancea; punctele de culoare albastră sunt cutremure de  $M < 4$ , iar punctele roșii sunt cutremure de  $M \geq 4$

***Distribuții spatio-temporale ale parametrilor electromagnetici și electrici asociați activității geodinamice de alunecare***

Pentru evaluarea hazardului datorat alunecărilor de teren, spre deosebire de hazardul seismic, s-a utilizat o metodologie electromagnetică de înaltă frecvență (5H-20kHz) capabilă să evidențieze toți parametri care aduc informații pentru intervalul de adâncime 0-50m, astfel încât să putem evalua nu numai caracteristicile de dimensionalitate structurală ci și, eventual, dinamica volumului de roci supus procesului de alunecare. În acest scop, a fost selectată drept “zonă test” alunecarea de teren de la Provița de Sus, care, datorită distanței relative mici față de zona seismic-activă Vrancea și prezenței unei falii active litosferice, întrunește condițiile necesare pentru asocierea acestora la evenimentele seismice.

Prelucrarea seriilor de timp, obținute prin monitorizare continuă și măsurători în puncte discrete pe alunecarea de teren Provița de Sus, s-a realizat prin aplicarea unui pachet de programe specializate bazate pe analiza spectrală robustă și decompoziția tensorului impedanță. Acest soft a permis determinarea **în timp real** a tuturor parametrilor electromagnetici (rezistivitate paralelă- $\rho_{\parallel}$ , rezistivitate perpendiculară- $\rho_{\perp}$ , skew, strike și anizotropia electromagnetică).

Distribuția spațială a rezistivității aparente, conținând interfața de alunecare și o micro-fractură, a fost evidențiată cu ajutorul unei imagini tomografice, obținută prin sondaje electrice verticale (SEV) realizate pe un profil amplasat de-a lungul planului de alunecare (Fig.2-2).

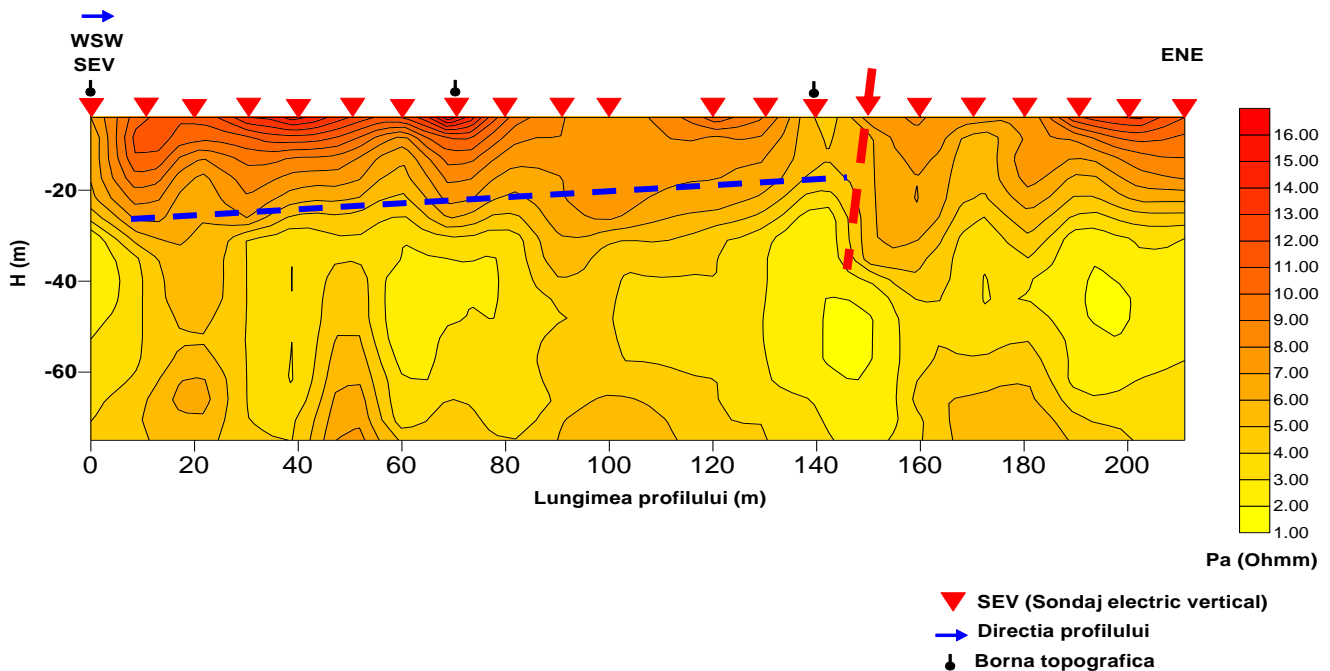


Fig. 2-2. Imagine tomografică 2D de distribuție a rezistivității aparente și a suprafeței de alunecare (marcată prin linia întreruptă de culoare albastră); linia întreruptă roșie reprezintă o micro-fractură

### *Evaluarea nivelului de hazard al alunecării de teren Provița de Sus*

În vederea studierii evoluției în timp a alunecării de teren Provița de Sus, asociată activității seismice din zona Vrancea, considerăm că este necesar să luăm ca reper nivelul de hazard determinat imediat după cutremurul de M5.0 declanșat pe 25.04.2009.

Abordarea teoretică dezvoltată în cadrul acestui proiect, referitoare la evaluarea nivelului de hazard al alunecării de teren Provița de Sus, are la bază metodologia de macrozonare elaborată de Mora and Vahrson (1994), adaptată de noi în funcție de informațiile obținute prin monitorizare electromagnetică. În aceste condiții, nivelul de hazard al alunecării ( $H_{alunecare}$ ) este definit de o combinație între factorii de susceptibilitate și cei declanșatori:

$$H_{alunecare} = (S_r * S_l * S_h) * (T_s), \quad (2-3)$$

Pentru a determina nivelul de hazard relativ al alunecării de teren Provița de Sus am aplicat ecuația (2-3) la condițiile specifice din zona, iar factorul declanșator fiind cutremurul de M5.0 din 25 Aprilie 2009 :

$$H_{alunecare} = (3 * 4 * 4) * (1) = 48,$$

unde:

- $S_r = 3$  (unghiul de pantă al alunecării =  $18^0$  și, conform clasificării date de Mora and Vahrson (1994), susceptibilitatea este **medie**);

- **SI = 4** (din punct de vedere litologic cuvertura supusă procesului de alunecare este reprezentată din roci sedimentare Cenozoice și Quaternare, atunci, conform clasificării menționate, susceptibilitatea este **întă**);
- **Sh = 4** (factorul de umiditate a solului este corelat cu valorile foarte scăzute de **rezistivitate (6-8 ohm.m)** ale rezistivității aparente observată la interfeța de alunecare din imaginea tomografică 2D Fig.2-5, deci susceptibilitatea este **întă**);
- **Ts = 1** (Accelerația de varf la sol –PGA- determină în zona alunecării pentru cutremurul din 25 Aprilie 2009 a fost cuprinsă între 25-28 cm/s<sup>2</sup> și, conform clasificării indicatorul de declanșare seismic este **1**)  
Întrucât valoarea **H<sub>alunecare</sub>** este **48**, conform clasificării date de Mora and Vahrson (1994), **potențialul de hazard al alunecării de teren Provița de Sus este de tip moderat (clasa 3 pentru orice H<sub>alunecare</sub> cuprins între 33-162 )**.

### **Diseminarea informației**

În vederea promovării rezultatelor obținute în cadrul acestei faze a proiectului, personalul implicat a publicat lucrări în reviste de specialitate (ISI și-sau recunoscute internațional) și a participat la o serie de manifestări științifice din țară și străinătate.

### ***Publicații în reviste de specialitate cotate ISI și /sau recunoscute internațional***

#### ***Publicatii în reviste de specialitate cotate ISI***

**Stanica, D., and Stanica, D.A.:** Constraints on correlation between the anomalous behaviour of electromagnetic normalized functions (ENF) and the intermediate depth seismic events occurred in Vrancea zone (Romania), Terr.Atmos.Ocean. Sci., Vol. 21, No. 4, 675-683, **2010**, doi:10.3319/TAO.2009.09.09.01 (T).

**D. Stanica, and D. A. Stanica:** Anomalous pre-seismic behavior of the electromagnetic normalized functions related to the intermediate depth earthquakes occurred in Vrancea zone, Romania, EGU, NHESS, 2010 (in print).

#### ***Publicatii în reviste de specialitate recunoscute internațional***

**Stanica, D.A, and Stanica, D.:** Specific ground-based monitoring system for landslides activity. Rev. Roum.de Geophysique, 54, 2010 (in print).

**Popescu, M.:** Correlation phase variations of the geomagnetic signal with seismic events. Part I., Rev. Roum.de Geophysique, 54, 2010 (in print).

**Dragos Armand Stanica:** Analysis of electromagnetic data related to significant earthquakes occurred in February-March period, 2010, in Vrancea zone. Extended abstract in Abstract Volume, EMSEV Workshop, Chapman University, Orange, CA, USA, October 3-6, 2010, 81-84.

### ***Participarea la conferințe interne și internaționale***

**Dumitru Stanica and Dragos Armand Stanica,** Anomalous electromagnetic signals associated with the intermediate depth earthquakes, EGU, Geophysical Research Abstracts, Volume 12, EGU 2010, ISSN: 1029-7006.

**Dragos-Armand Stanica, Dumitru Stanica and Constantin Diacopolos,** Landslides induced by earthquakes reflected by electric and electromagnetic data, EGU, Geophysical Research Abstracts, Volume 12, EGU General Assembly 2010, ISSN: 1029-7006.

**Dumitru Stanica, Dragos Armand Stanica,** EM pre-seismic responses related to the intermediate depth earthquakes occurred in the active Vrancea zone, Romania, Abstracts Volume at JPGU Meeting, May 2010, Chiba, Japan.

**Dragos Armand Stanica , Dumitru Stanica,** EM images used for emphasizing the tectonically-induced electrical conductivity anomaly by the Trans-European Suture Zone in Romania, Abstracts Volume at Japan Geophysical Union Meeting, May 2010, Chiba, Japan.

**Dragos Armand Stanica,** Analysis of electromagnetic data related to significant earthquakes occurred in February-March period, 2010, in Vrancea zone, **Extended abstract** at Workshop on “Electromagnetic Signals Associated with Earthquakes and Volcanoes” October 3-6, 2010, Chapman University, Orange, CA, USA, 81- 84.

**Stanica Dumitru and Stanica Dragos Armand,** Investigation of the electromagnetic anomalies induced by intermediate depth earthquakes ( $M > 4$ ) occurred in Vrancea zone, Abstract Volume, at Workshop on “Electromagnetic Signals Associated with Earthquakes and Volcanoes” October 3-6, 2010, Chapman University, Orange, CA, USA.