

**METODE DE TEREN ȘI LABORATOR  
APPLICATE ÎN GEOLOGIE**

PAGINA LĂSATĂ ALBĂ INTENȚIONAT

# APLICAȚII ALE METODEI ELECTROMETRICE ÎN GEOLOGIE

VLAD RĂDULESCU

INCD GEOECOMAR, Str. D. Onciul, nr. 23-25, 024053 București, Sect. 2  
vladr@geocomar.ro

**Abstract.** Măsurătorile geoelectrice cunosc o largă aplicabilitate în studierea distribuției neomogenităților existente în subsol. Formațiunile geologice, alcătuite din roci și/sau sedimente neconsolidate, pot fi diferențiate pe baza capacității de a conduce curentul electric, aceasta fiind determinată de proprietatea fizică numită *rezistivitate electrică*. Lucrările cu caracter experimental au evidențiat că cea mai mare contribuție la creșterea capacității de transmitere a curentului electric prin substrat o are conținutul în apă. Aplicațiile metodei acoperă domenii largi ale geologiei, geotehnicii, hidrogeologiei și chiar ale arheologiei.

**Cuvinte cheie.**

## INTRODUCERE

Metodele geoelectrice în curent continuu măsoară rezistivitatea electrică a materialelor din subsol prin injectarea unui curent electric de intensitate cunoscută, utilizând doi electrozi (electrozi de curent) situați la suprafața terenului. Măsurarea diferenței de potențial indus se efectuează cu ajutorul altor doi electrozi (electrozi de măsură), de asemenea situați la suprafața terenului.

Adâncimea de investigare a rezistivității electrice a rocilor din subsol este calculată pe baza distanțelor dintre electrozii dispozitivului folosit, a curentului electric injectat în sol și a diferenței de potențial electric măsurată între electrozii de măsură, folosind modelarea matematică a proceselor fizice ce se manifestă la trecerea curentului prin medii geologice eterogene.

Sondajul electric vertical (SEV) este cel mai utilizat dispozitiv de investigație ce are ca obiectiv determinarea distribuției rezistivității. Această distribuție permite cunoașterea extinderii și adâncimii straturilor geologice în dreptul punctului de măsură (centrul dispozitivului).

Utilizând o configurație cu patru electrozi AMNB (fig.1), un curent artificial de valoare cunoscută este injectat în sol prin cei doi electrozi de injecție (A și B), diferența de potențial

fiind măsurată cu electrozi de măsură (M și N). Pentru a determina adâncimea fiecărui strat geologic este nevoie de un set de măsurători. Pentru aceasta, distanța dintre electrozii de injecție trebuie mărită pas cu pas față de electrozii de măsură, păstrând distanța dintre MN constantă, până ce se obține adâncimea de investigație dorită.

## APARATURA UTILIZATĂ

Rezistivimetrul **IntV3** (Fig. 2) este un aparat de teren ușor, fiabil, utilizabil în condiții de teren diverse (măsurători terestre sau pe apă). Aparatul este prevăzut cu un minicalculator în vederea achiziției de date în timp real (datele pot fi achiziționate și manual). Acesta poate fi utilizat în rezolvarea unor probleme de geologie, geotehnica, hidrogeologie, arheologie, prospectarea zăcămintelor de minerale utile și alte domenii conexe. În funcție de situația geologică, adâncimea optimă investigată este între 0 și 200m.

## APLICAȚII PRACTICE ALE METODEI ELECTROMETRICE

Deoarece structura geologică pentru intervalul de adâncime 0- 30 m este foarte neomogenă, fapt care se reflectă în variații de rezistivitate mici de la un SEV la altul, conduce de multe ori la ambiguități, metoda corelării între SEV-uri re-

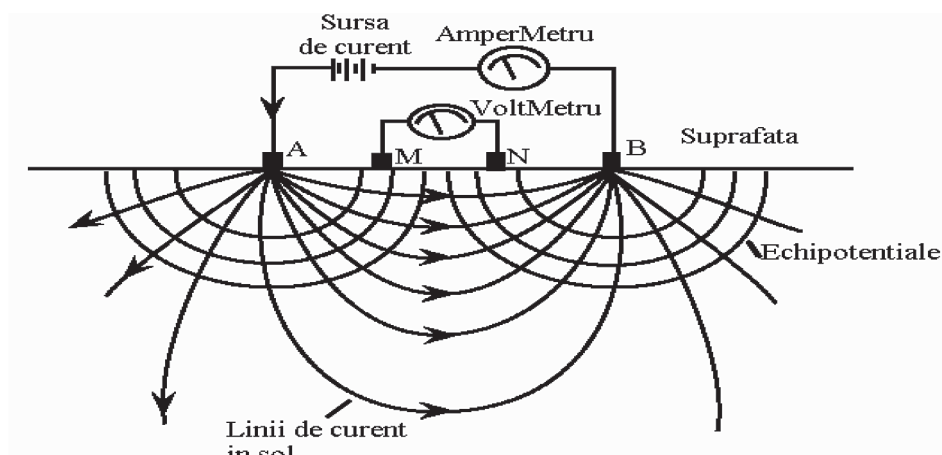


Fig. 1 Principiul măsurătorilor pentru Sondajul Electric Vertical



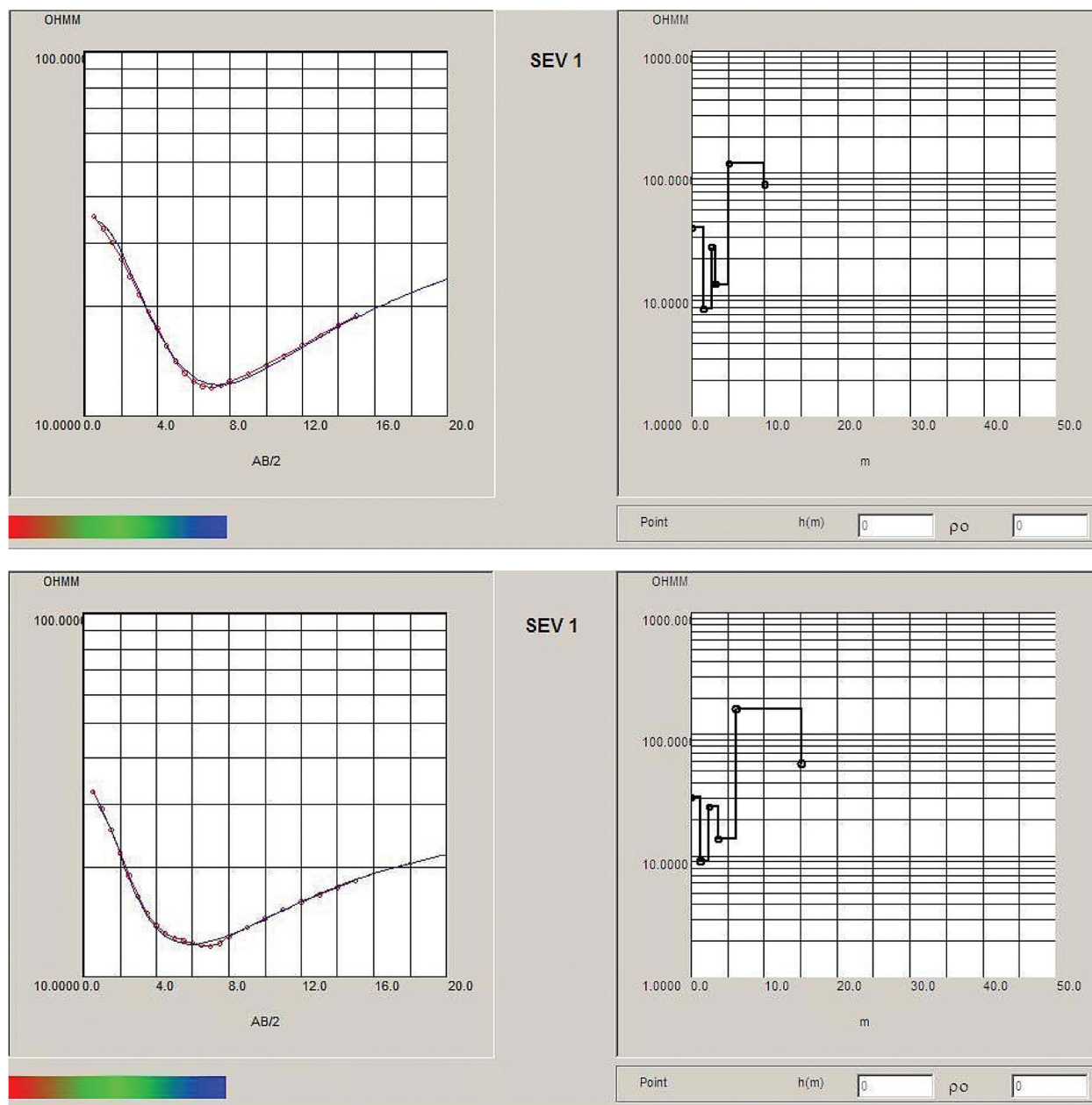
Fig. 2 Sistem de măsură INTV3

prezentând o posibilitate de reducere a acestora. În vederea reducerii erorilor de interpretare se aplica o metodologie de teren adaptată scopului urmărit. De exemplu, în cazul unei alunecări de teren profilele geoelectrice vor fi dispuse perpendicular pe planul de alunecare și nu de-a lungul acestuia. În acest fel se evită realizarea unor profile paralele cu eventuale curgeri subterane de apă.

În cazul studiilor aplicate formațiunilor geologice pentru punerea în evidență a unor orizonturi reper (Fig. 4) metodologia utilizată a fost impusă de condițiile specifice de teren,

de adâncimea formațiunilor geologice urmărite, precum și de distribuția în suprafață a acestora. Pentru a asigura adâncimea de investigare optimă s-a utilizat un dispozitiv de tip Schlumberger (AMNB) cu  $AB/2$  maxim cuprins între 10 și 20 m (în funcție de condițiile impuse de teren) și  $MN = 0.5$  m. Curentul maxim injectat a fost de 20 mA.

Pe baza măsurătorilor efectuate s-au obținut SEV-uri caracteristice (Fig. 3). Datele măsurate au fost modelate matematic și interpretare utilizând programul **SevSim**.



**Fig. 3** SEV-uri caracteristice pentru zona Vama Veche (jud. Constanța)

S-a obținut astfel distribuția în adâncime și suprafață a rezistivității aparente, precum și corelația dintre datele geofizice și structura geologică.

Din punct de vedere geofizic zona studiată prezintă rezistivități între 5 și 150 Ohmm. În figurile 5 și 6 sunt reprezentate pseudo-secțiunile de rezistivitate aparentă pentru profilele măsurate.

Din modelarea matematică și interpretarea datelor se poate afirma că, în ansamblu, zona este constituită dintr-o succesiune de strate (Fig. 4), după cum urmează:

- la suprafață un strat subțire de sol;
- strat cu caracteristici loessoide, cu rezistivități variabile, de la 35 Ohm până la 7 Ohmm, în funcție de repartitia umidității;

- strat cochilifer, în cazul de față acesta fiind orizontul reper urmărit prin investigațiile geoelectrice, cu rezistivități de 25 Ohmm;
- al treilea strat prezent în secțiune este un strat argilos cu valori de 10 Ohmm;
- în baza secțiunii investigate se găsesc strate calcaroase cu rezistivități cuprinse între 50- 150 Ohmm.

Partea superioară a stratului prezintă rezistivități mai mari datorită faptului ca în calcare apar concavități umplute cu sedimente nisipoase grosiere. Calcarele din baza secțiunii prezintă fisuri și goluri umplute cu apă de mare.

În urma interpretării geologice a informațiilor electrometrice s-a constatat că orizontul reper, adică stratul cochilifer descris anterior, prezintă o tendință de efilare spre vest (fig. 6).





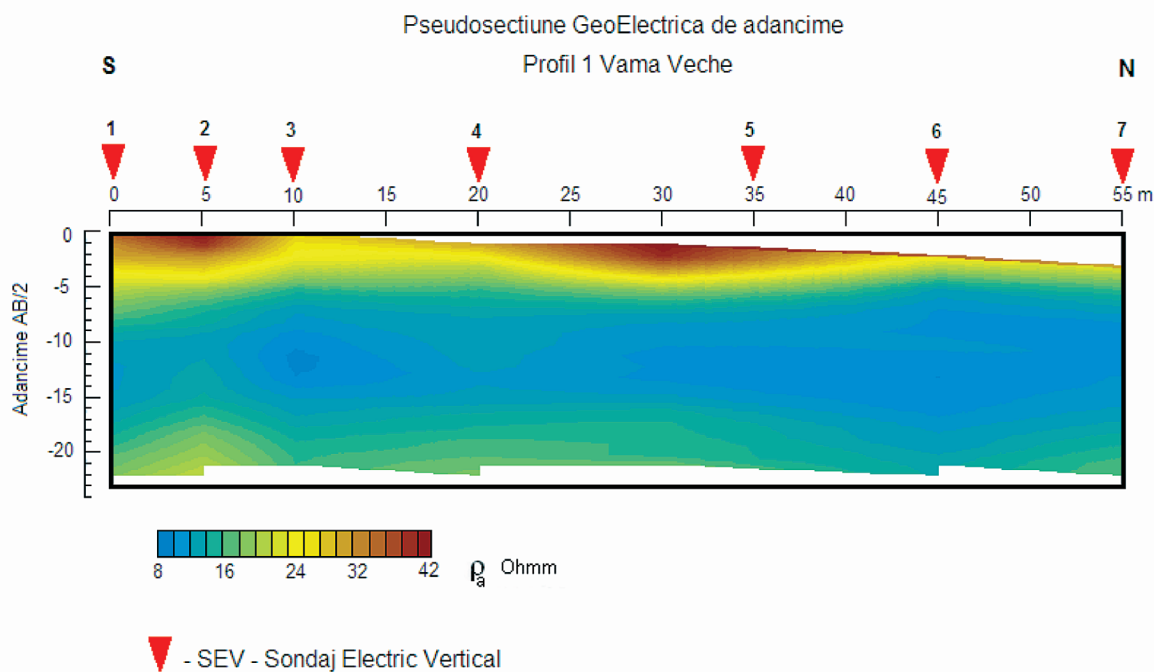
**Fig. 4.** Urmărirea unui orizont reper în faleza Mării Negre din zona Vama Veche

Pe al doilea profil investigat, dispus în aceeași zonă și perpendicular pe primul (fig. 7) se observă prezența aceluiași strate ca și la profilul 1, cu aceleași valori de rezistivitate cuprinse între 5 – 105 Ohmm. Stratul cochilifer urmărit este prezent până la metrul 100-110 unde se efilează. În urma interpretării geologice a datelor geoelectrice se poate afirma că între 60 – 90 m există o zonă de slabă rezistență, care ar putea reprezenta un plan de falie.

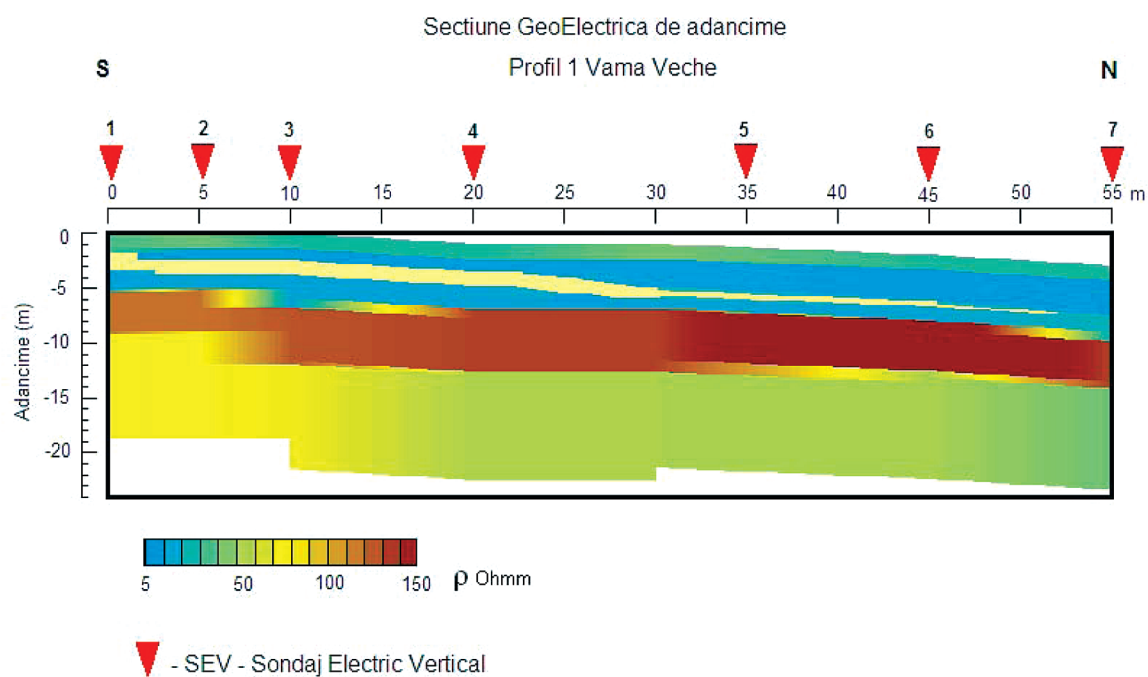
Aceeași metodologie de teren a fost adoptată și pentru măsurătorile geoelectrice efectuate în zona Corbu (între Capul Midia și capul Ivan). În zonă s-au efectuat 3 profile orientate SE – NV (Profilele 1 și 2), respectiv E – V (Profil 3), cu lungimi de 155 m (Profil 1), 133 m (Profil 2), respectiv 12 m (Profil 3). Pentru a asigura adâncimea de investigare optimă s-a utilizat un dispozitiv de tip Schlumberger (AMNB) cu AB/2 maxim cuprins între 10 și 20 m și MN = 0.5 m. Curentul maxim injectat a fost de 20 mA, distanța între SEV-uri fiind de aproximativ 10 m. S-a obținut distribuția în adâncime și în suprafață a rezistivității aparente.

Din punct de vedere geofizic zona studiată prezintă rezistivități aparente cuprinse între 2 și 350 Ohmm. În figurile 9, 10 și 11 sunt reprezentate pseudo-secțiunile de rezistivitate aparentă pentru Profilele 1, 2 și 3.

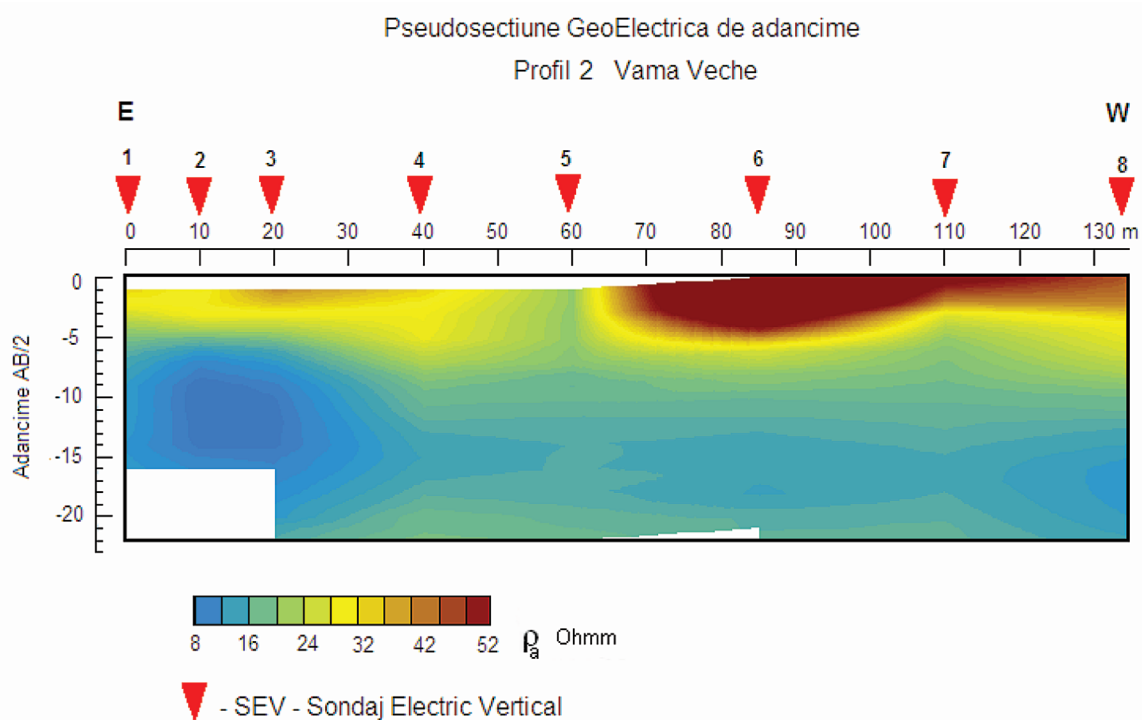
Pe Profilul 1, orientat SE – NV, se observă o zonă cu rezistivități aparente mari, de ordinul 150 - 210 Ohmm, care par a fi datorate umplerii zonei depresionare (goluri ?) ale substra-



**Fig. 5** Pseudosecțiune Geoelectrică de adâncime



**Fig. 6** Secțiune Geoelectrică de adâncime



**Fig. 7** Pseudosecțiune geoelectrică de adâncime

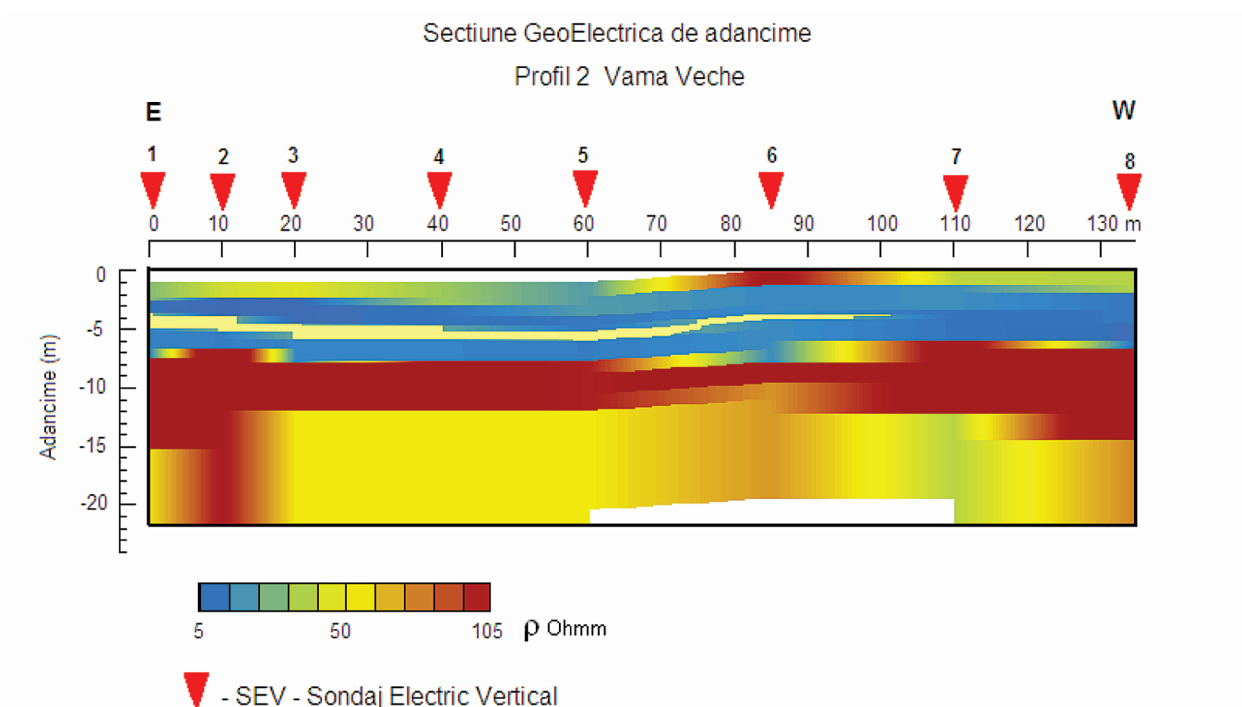


Fig. 8 Urmărirea unui orizont reper pe o secțiune geoelectrică de adancime

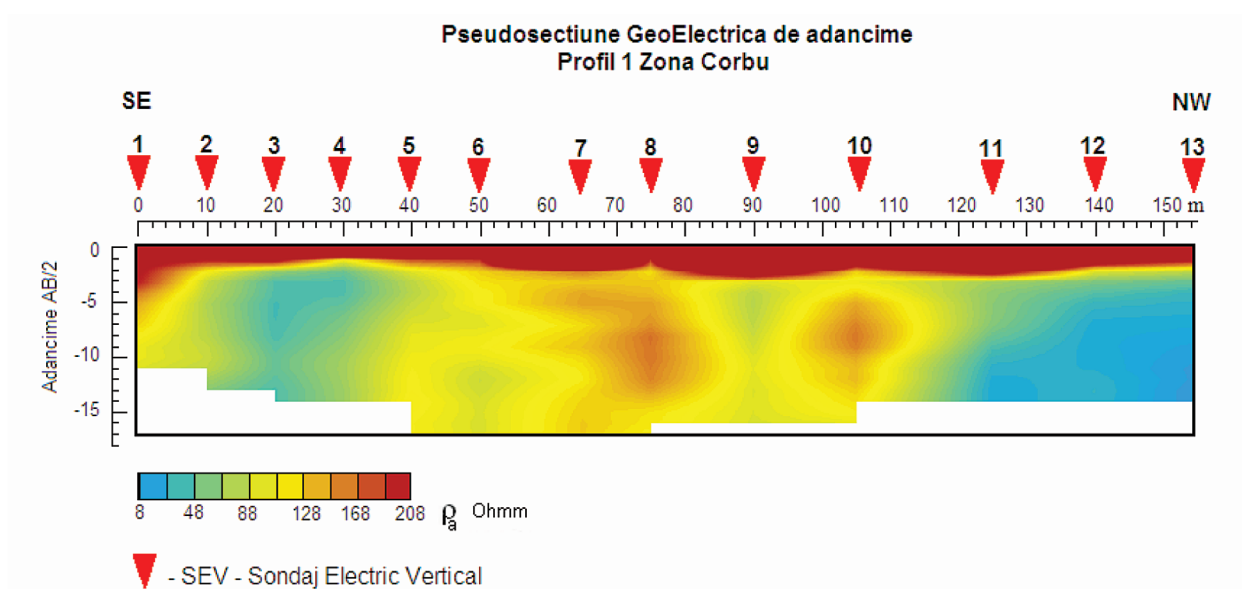


Fig. 9 Profil 1 - Pseudosecțiune geoelectrică de adancime în zona Corbu

tului cu material terigen neomogen. Zona de minim de rezistivitate, cu valori cuprinse între 8 – 70 Ohmm, este datorată fundamentului geologic al zonei, alcătuit din calcare afectate de fenomene carstice.

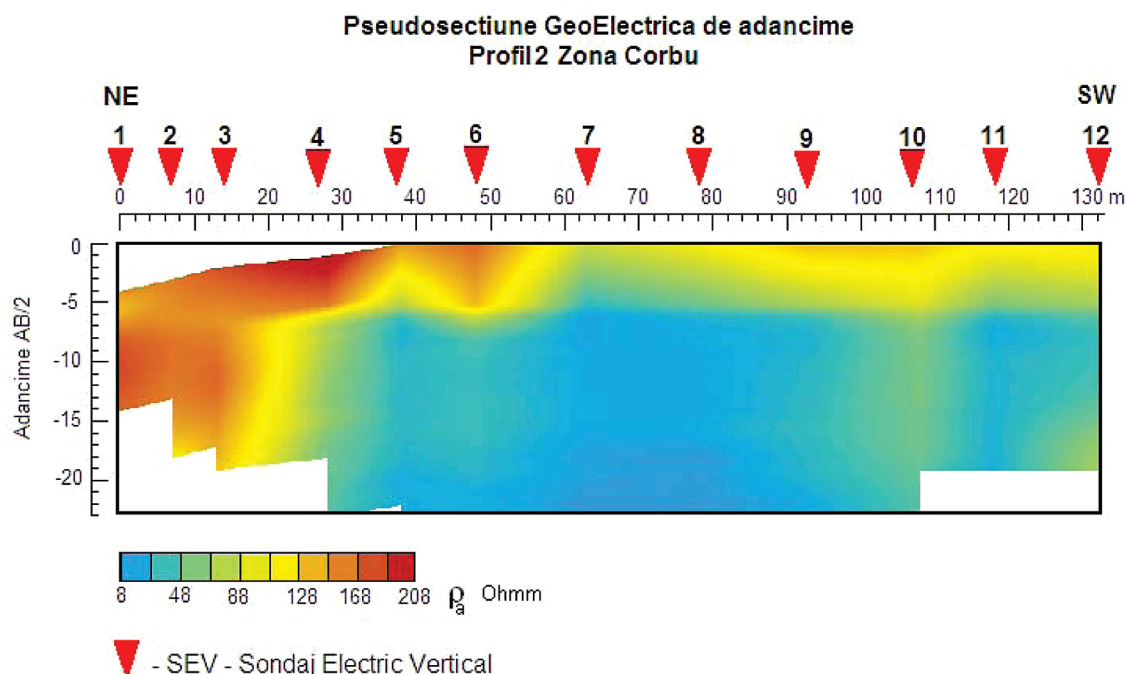
Pe profilul 2, orientat NE – SW, este prezent același strat superficial neomogen, cu rezistivități aparente cuprinse între 100- 208 Ohmm. Din observațiile de suprafață se poate spune că zona a fost afectată de lucrări militare (tranșee, cazemate, tunele), în momentul de față acestea fiind umplute cu pământ

amestecat, cel mai probabil cu moloz. Valori minime de rezistivitate marchează fundamentul geologic supreficial alcătuit din calcare jurasice care aparțin Sinclinalului Casimcea.

Profilele 1 și 2 sunt un bun exemplu de utilizare a metodei electrometrice atât în geotehnică cât și în arheologie.

Pe Profilul 3 zona de maximum a rezistivității aparente, cu valori cuprinse între 150 -350 Ohmm, este datorată unui strat de bolovaniș cu matrice nisipoasă, vizibil la zi, și parțial acoperit





**Fig. 10** Profil 2 – Pseudosecțiune geoelectrică de adâncime (direcția profilului NE – SV) în zona Corbu

de strate nisipoase, cu intercalații argiloase, bogate în fracție organică (cochilii întregi și fragmentate), dar fără a i se cunoaște grosimea reală. În baza acestui strat rezistivitățile aparente de minimum, cuprinse între 2 – 50 Ohmm, par a marca prezența calcarelor jurasice prezentate și pe profilele anterioare.

## CONCLUZII

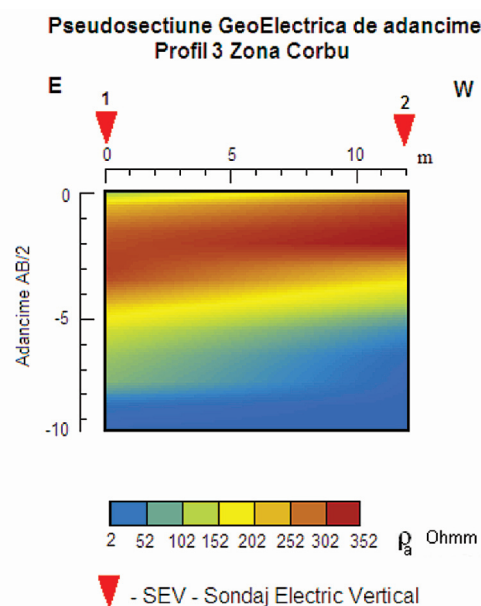
Tehnicile geofizice în general, și cele geoelectrice în special, au fost utilizate cu succes pentru obținerea unor informații foarte variate, precum: eterogenitatea litologiei acviferelor; grosimea stratelor acvifere sub presiune; poziția nivelului hidrostatic; adâncimea la patul acviferelor cu nivel liber; prezența lentilelor de argilă; identificarea zonelor de fractură; a geometriei cavitațiilor subterane în cazul calcarelor afectate de fenomene carstice, precum și a caracteristicilor penelor de contaminare cu compuși anorganici și chiar organici.

În ansamblu, metoda geoelectrică și-a dovedit utilitatea practică prin furnizarea de informații necesare interpretării geologice a constituției litologice și structurale a zonelor studiate. Măsurătorile geoelectrice realizate reprezintă un exemplu de utilizare a prospecțiunii geofizice în obținerea de informații referitoare mai ales la prospectarea zăcămintelor de substanțe minerale utile.

Datorită progresului tehnic, dar și a dezvoltării tehnicilor de stocare și prelucrare a datelor, metoda geoelectrică în curent continuu (DC) a căpătat un caracter din ce în ce mai mult aplicativ.

În ultimii ani au fost executate studii de geologie marină, s-au efectuat investigații asupra apelor subterane din zona

costieră, s-au adus contribuții importante în studiul sedimentelor marine acumulate de-a lungul zonelor de coastă, sau au fost puse în evidență detalii geologice necesare subtraversării cu foraje orizontale a unor cursuri de apă. Alte domenii în care metoda geoelectrică a fost aplicată (în cadrul studiilor elaborate de INCD GEOECOMAR), sunt: geologie inginerescă, hidrogeologie, cartarea acviferelor subterane, arheologie și studii de mediu (evidențierea poluării subsolului și pânzei freatice).



**Fig. 11** Profil 3 – Pseudosecțiune geoelectrică de adâncime cu direcție E – V în zona Corbu

## BIBLIOGRAFIE

- ARCHIE G.E. (1942), "The electrical resistivity log as an aid in determining some reservoir characteristics", *Journal of Petroleum Technology*, 5, pp 1-8.
- BLOOD E.R., AND F.J. VERNBERG (1992), "Characterization of the physical, chemical and biological conditions and trends in Winyah Bay and North Inlet Estuaries: 1970-1985", in *Characterization of the physical, chemical and biological conditions and trends in three South Carolina estuaries: 1970-1985*, v 2, Charleston, SC, South Carolina Sea Grant Consortium.
- BURNETT B., J. CHANTON, J. CHRISTOFF, E. KONTAR, S. KRUPA, M. LAMBERT, W. MOORE, D. O'ROURKE, R. PAULSEN, C. SMITH, L. SMITH, AND M. TANIGUCHI (2002), "Assessing methodologies for measuring groundwater discharge to the ocean", *EOS*, 83, n 11, pp 117-123.
- CONSTANTINESCU, T& CONSTANTIN, S, THEORETICAL AND APPLIED KARSTOLOGY NR. 13-14/2000-2001.
- GEORGESCU, P., GAVRILA, I., 1989, Influence of electrical prospecting arrangement on apparent resistivity anomalies, *Rev. Roum. Geophys. Geogr., serie de Geophysique*, 33,1.
- GEORGESCU, P., AT. ALL, 1993, Some applications of VES to groundwater exploration in the vicinity of Romanian coast of the Black Sea , *Roum.Geol.Geophys. et Geogr., Serie Geophysique*, vol 37.
- GEORGESCU, P. AT. ALL, 1993, Determination of the hydrogeological and geotechnical conditions of the Slanic Prahova salt massif (Romania) by electrical prospecting, *Roum.Geol.Geophys. et Geogr., Serie Geophysique*, vol 37.
- GEORGESCU, P., AT. ALL, 1993, Some applications of VES to groundwater exploration in the vicinity of Romanian coast of the Black Sea , *Roum.Geol.Geophys. et Geogr., Serie Geophysique*, vol 37.
- LOKE, M.H. (1997), "Electrical imaging surveys for environmental and engineering studies – a practical guide to 2D and 3D surveys", unpublished short training course notes, Penang, Malaysia, Universiti Sains Malaysia.
- MCCOBB, T.D., AND D.R. LEBLANC (2002), "Detection of fresh ground water and a contaminant plume beneath Red Brook Harbor, Cape Cod, Massachusetts, 2000", *Water Resources Investigation Report*, U.S. Geological Survey.
- MICHAEL, H.A., J.S. LUBETSKY, AND C.F. HARVEY (2002), "Characterizing submarine groundwater discharge: a seepage meter study in Waquoit Bay, Massachusetts", *Geophysical Research Letters*, In press.
- MUNDURY, E., 1980, The effect of a finite distance between potential electrodes on Schlumberger resistivity measurement – A simple correction graph. *Geophysics*, 45 (12), 1872-1875.
- RADULESCU, V., RADULESCU, F., STAN, I., 2006, Geoelectrical measurements applied to the assessment of groundwater quality. *GEO-ECO-MARINA* 12, 107-110.
- SABBA S. STEFANESCU, C., M. SCHLUMBERGER , *SUR LA DISTRIBUTION ELECTRIQUE POTENTIELLE AUTOUS D'UNE DE TERREV PONCTUELLE DANS UN TERRAIN A COUCHES HORIZONTALS, HOMOGENES ET IZOTROPES*, LE JOURNAL DE PHYSIQUE ET LE RADIUM, SERIE 7, TOME 1, PP. 132-140, 1930.
- ZOHDY, A.A.T., G.P. EATON, AND D.R. MABEY (1990), "Application of surface geophysics to ground-water investigations", in *Techniques of water-resources investigations of the United States Geological Survey*, Book 2, Chapter D1, U.S. Government Printing Office, Denver, CO, pp 115.