

Raport de investigații geoelectrice

Identificarea unei conducte de canalizare îngropate

Mun. Turda, Jud. Cluj

Pe amplasamentele cercetate au fost realizate un număr de 21 Sondaje Electrice Verticale (SEV), 10 corespunzătoare Profilului 1 (localizat în partea sudică a perimetrului) și respectiv 11 corespunzătoare Profilului 2 (localizat în partea nordică a perimetrului), cu scopul de a aduce informații legate de variația valorilor de rezistivitate în cadrul formațiunilor geologice în zona în care este amplasată o conductă de canalizare îngropată.

Sondajele Electrice Verticale au fost amplasate pentru a descrie optim proprietățile terenului în vederea evidențierii zonei contrastante în care se află conducta îngropată, precum și a descrie extinderea spațială a acesteia. Terenul a fost în general accesibil.

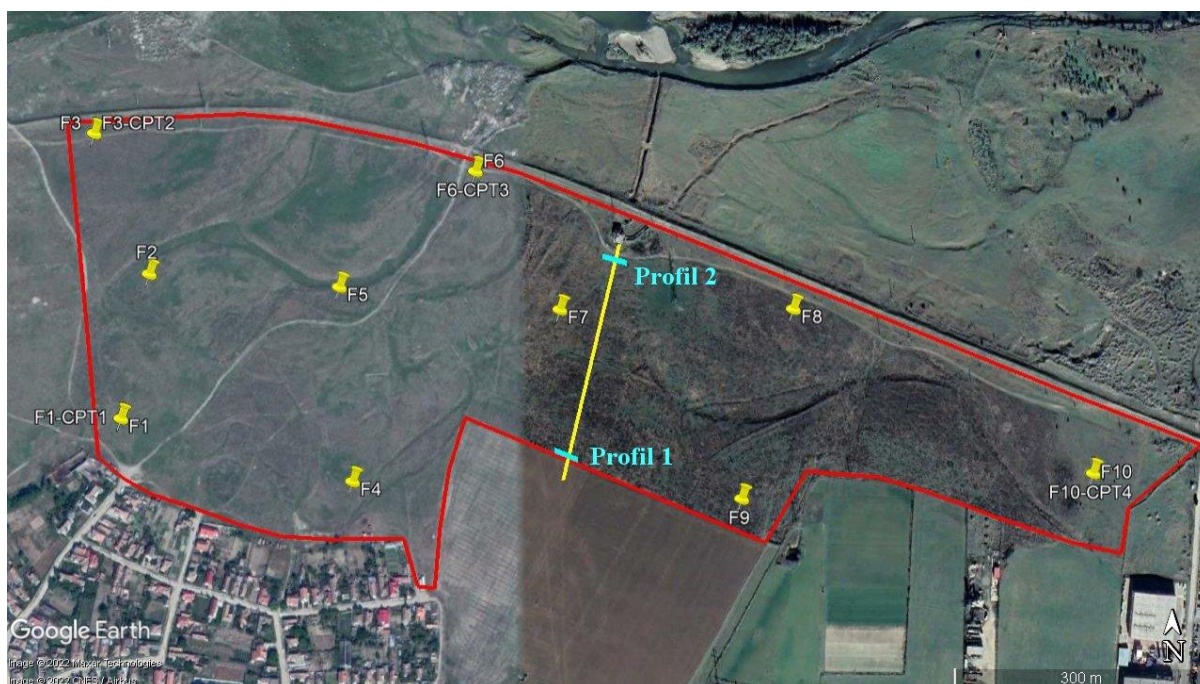


Fig. 1. Plan de situație cu amplasarea profilelor geoelectrice (linie galbenă – traseul conductei de canalizare)

1. Prospekțiunea Electrică în Curent Continuu. Metoda Sondajului Electric Vertical. Fundamentare Teoretică

1.1 Introducere. Elemente teoretice de bază

În cadrul metodelor de prospekțiune electrică în curent continuu se urmărește calcularea distribuției rezistivității electrice aparente în subsol, pe baza unor măsurători efectuate cu ajutorul unor electrozi metalici amplasați într-un aranjament geometric pe suprafața terenului. Pe baza acestor măsurători, în urma unor procesări specifice, este posibilă estimarea distribuției rezistivității reale a mediului investigat. Utilizarea metodelor de prospekțiune electrică în curent continuu a adus contribuții semnificative în cadrul studiilor din diverse domenii, cum ar fi ingineria geotehnică, ingineria de mediu, ingineria petrolului, geologie sau hidrogeologie.

În prospekțiunea electrică trebuie luată în considerare comportarea din punct de vedere electric a unor volume mari de roci ce nu constituie medii omogene (Keller et al., 1966). Astfel, unele formațiuni geologice pot avea proprietăți constante pe sute de metri, în timp ce altele sunt alcătuite din alternanțe de straturi de diferite dimensiuni, în acest caz fiind necesară definirea rezistivității medii a unui ansamblu eterogen. Variația rezistivității rocilor depinde de anumiți factori geologici cum ar fi conținutul de fluide și gradul de mineralizare al acestora, porozitate, configurația geometrică a porilor, gradul de saturație în fluide al rocilor, natura și concentrația componentelor mineralogici solizi, temperatura și presiunea.

Legea fizică fundamentală utilizată în prospekțiunea electrică este Legea lui Ohm, lege ce guvernează trecerea curentului electric prin subsol. Sub formă vectorială, aceasta poate fi scrisă în forma:

$$\mathbf{J} = \sigma \mathbf{E} \text{ (1.1),}$$

unde σ este conductivitatea mediului, J este densitatea de curent iar E este intensitatea câmpului electric. În practică se măsoară potențialul câmpului electric. Parametrul cel mai adesea utilizat în cadrul metodelor geoelectrice este rezistivitatea:

$$\rho = \frac{1}{\sigma} \text{ (1.2).}$$

Metodele geoelectrice utilizează cel puțin doi electrozi de injecție C_1 și C_2 (linie de emisie), unul reprezentând sursa de curent pozitiv iar cel de-al doilea sursa de curent negativ și doi electrozi de măsură P_1 și P_2 (linie de măsură). Liniile echipotențiale au o distribuție simetrică față de verticala locului la jumătatea distanței dintre cei doi electrozi. Conform principiului

suprapunerii liniare a stărilor electrice, într-un punct din subsol valoarea potențialului normal al liniei de emisie este dat de relația:

$$\phi = \frac{\rho I}{2\pi} \left(\frac{1}{r_{c1}} - \frac{1}{r_{c2}} \right) \quad (1.3),$$

unde I este intensitatea curentului, r_{c1} și r_{c2} sunt distanțele de la punctul din subsol la primul și respectiv la cel de-al doilea electrod de curent.

În teren, măsurătorile presupun injectarea unui curent în sol prin intermediul celor doi electrozi de curent C_1 și C_2 și măsurarea diferenței de potențial care apare între electrozii de măsură P_1 și P_2 . Schematic, aranjamentul celor patru electrozi este prezentat în **Fig. 2**.

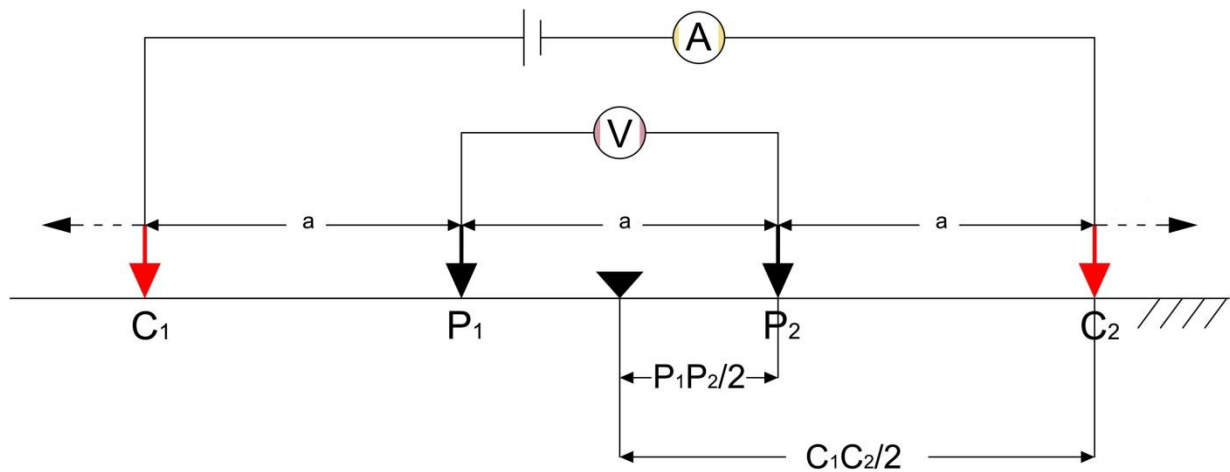


Fig. 2. Dispozitiv cvadripolar de electrozi.

Prin utilizarea unui astfel de dispozitiv cvadripolar, ecuația care redă diferența de potențial care ar fi măsurată într-un semispațiu omogen și izotrop, de rezistivitate ρ va fi:

$$\Delta\phi = \frac{\rho I}{2\pi} \left(\frac{1}{r_{c1P1}} - \frac{1}{r_{c2P1}} - \frac{1}{r_{c1P2}} + \frac{1}{r_{c2P2}} \right) \quad (1.4)$$

În realitate, investigațiile geoelectrice în teren sunt efectuate într-un mediu neomogen, în care rezistivitatea subsolului are o distribuție tridimensională (Loke, 2002). Intensitatea curentului I și diferența de potențial $\Delta\phi$ se pot utiliza la calcularea rezistivității aparente ρ_a :

$$\rho_a = k \frac{\Delta\phi}{I} \quad (1.5),$$

$$k = \frac{2\pi}{\frac{1}{r_{c1P1}} - \frac{1}{r_{c2P1}} - \frac{1}{r_{c1P2}} + \frac{1}{r_{c2P2}}} \quad (1.6),$$

unde k este un factor geometric care depinde exclusiv de aranjamentul celor patru electrozi.

Rezistivimetrele redau valoarea rezistenței $R = \frac{\Delta\phi}{I}$, prin urmare relația prin care este calculată rezistivitatea aparentă este scrisă în practică prin formula:

$$\rho = kR \text{ (1.7).}$$

1.2 Metoda Sondajului Electric Vertical

În cazul mediului omogen și izotrop s-a demonstrat că adâncimea de pătrundere a curentului este proporțională cu lungimea liniei de emisie C_1C_2 . Această afirmație este valabilă și în cazul mediilor multistratificate. Pentru lungimi foarte mici ale liniei de emisie C_1C_2 , rezistivitatea aparentă tinde către rezistivitatea primului strat, iar pentru valori foarte mari către rezistivitatea celui de-al doilea strat. Prin urmare, determinând variația rezistivității aparente în funcție de lungimea liniei de emisie C_1C_2 se poate preciza modul de variație în adâncime a rezistivității reale. Această tehnică de prospectare a terenurilor stratificate a primit denumirea de metoda *Sondajului Electric Vertical*.

În principiu, rezultă că, tehnica sondajului electric vertical se rezumă la determinarea rezistivității aparente pentru o succesiune de valori continuu crescătoare ale liniei de emisie C_1C_2 . Trebuie menționat faptul că metoda descrie foarte bine variația unui parametru relevant din punct de vedere geologic. Rezultatul acestor măsurători se reprezintă grafic în scară dublu logaritmică, sub forma unei curbe de variație a rezistivității aparente în funcție de distanța $C_1C_2/2$. Interpretarea cantitativă a acestor curbe - denumite *curbe de sondaj electric vertical (SEV)* – poate conduce, în condiții favorabile, la determinarea grosimii și rezistivității stratelor.

1.3 Dispozitive de electrozi

Poziția relativă a celor patru electrozi poate fi arbitrar aleasă, întrucât aceasta nu modifică aspectul general al relațiilor dintre parametrii măsurati și rezistivitatea aparentă (Georgescu, 1982). Execuția măsurărilor geoelectrice presupune de cele mai multe ori o dispunere geometrică simplă a celor patru electrozi, alegerea depinzând de scopul urmărit în cadrul lucrării, dar și de condițiile întâlnite în teren. Se utilizează în mod frecvent cazuri particulare ale dispozitivului cvadripolar, în care diferă poziția relativă a celor patru electrozi C_1, C_2, P_1, P_2 , dar există și situații în care variază numărul electrozilor utilizați. În **Fig. 3** sunt schematizate dispozitivele ce pot fi utilizate, precum și factorul geometric calculat pentru fiecare caz în parte.

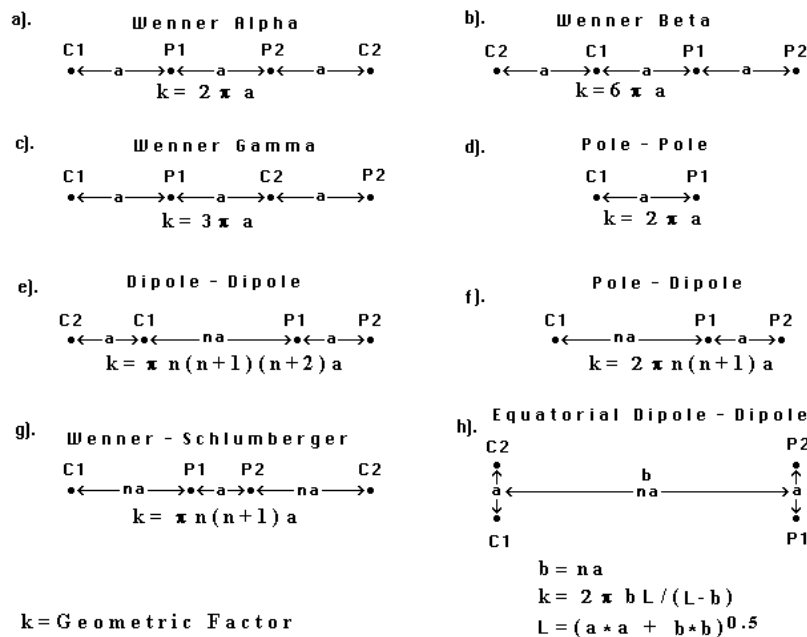


Fig. 3. Dispozitive utilizate în prospecțiunea electrică și factorul geometric calculat pentru fiecare caz în parte. Dispozitivele dipol – dipol, pol – dipol și Wenner – Schlumberger au doi parametri, lungimea dipolului “a” și spațierea dipolului “n”. De remarcat este faptul că factorul “n” nu trebuie să fie întotdeauna număr întreg (Loke, 2005).

Dispozitivul Schlumberger, utilizat în cadrul acestui studiu, este indicat pentru prospectarea terenurilor orizontal stratificate și se caracterizează prin faptul că distanța dintre electrozii P_1P_2 este cu mult mai mică decât cea dintre electrozii de emisie C_1C_2 ($P_1P_2 < C_1C_2/5$).

Constanta geometrică în acest caz se calculează cu formula:

$$k = \pi \frac{C_1P_1 \cdot C_1P_2}{P_1P_2} \quad (1.8)$$

Datorită faptului că distanța dintre electrozii P_1 și P_2 este foarte mică, dispozitivul Schlumberger oferă posibilitatea eliminării influenței curenților telurici. Unele dezavantaje ale utilizării acestui dispozitiv sunt legate de necesitatea injectării unor curenți mari în sol, pentru ca diferențele de potențial între electrozii P_1P_2 să fie ușor măsurabile în limitele erorilor de măsură.

1.4 Rezistivitatea rocilor și a mineralelor

Dintre toate proprietățile rocilor, rezistivitatea electrică prezintă cea mai mare gamă de variație (Georgescu, 1982). Spre deosebire de rezistență, rezistivitatea este independentă de forma și dimensiunile probei de material și are ca unitate de măsură în SI ohmetrul, notat simbolic: Ωm . Rezistivitatea mineralelor metalice poate fi mai mică de $10^{-5} \Omega m$, în timp ce rezistivitatea rocilor intrusive poate ajunge până la valori de $10^7 \Omega m$. În general, cele mai rezistive roci sunt cele metamorfice și cele intrusive iar cele mai conductive sunt cele sedimentare. Trecerea curentului electric prin mediul geologic este guvernată de două mecanisme: conductibilitatea electronică (trecerea curentului se realizează prin intermediul electronilor liberi) și conductivitate electrolitică (trecerea curentului se realizează prin mișcările ionilor din apă). În cadrul studiilor ingineresti sau de mediu, conductivitatea electrolitică este mecanismul cel mai comun întâlnit (Loke, 2005). Prin urmare, factorul determinant al rezistivității rocilor este gradul de umplere cu apă al spațiului poros sau al fracturilor, acest factor determinând limitele de variație destul de largi pentru diferite tipuri de roci.

1.5 Modelarea inversă în electrometrie

Valoarea de rezistivitate măsurată nu reprezintă rezistivitatea reală a subsolului, ci o valoare aparentă. Relația dintre rezistivitatea aparentă și rezistivitatea reală este o relație complexă iar determinarea acesteia din urmă se realizează prin modelare inversă.

Inversia datelor electrometrice presupune crearea unui model al subsolului, al cărui răspuns geofizic este similar cu răspunsul obținut pe baza valorilor măsurate. Modelul conține un set de parametri fizici cantitativi, pe care ne propunem să-i estimăm din datele observate. Prin utilizarea parametrilor modelului se poate calcula – pe baza unor relații matematice – un model sintetic care reprezintă modelul de răspuns. Buna corelare între datele măsurate și parametrii necunoscuți ai modelului (rezistivitatea și grosimea) este în relație cu o funcție de erori, în general o funcție neliniară, a parametrilor. Problemele ce apar folosind metoda inversă se referă la faptul că aceasta este non-liniară, nu are o soluție unică, trebuie aplicate diverse constrângeri pentru a ajunge la un rezultat plauzibil, existând și riscul supra-interpretării rezultatelor.

Fundamentarea teoretică a așa-numitei probleme inverse în geofizică a fost realizată de Backus și Gilbert (1967, 1968, 1970), aceasta fiind definită ca procesul de obținere a unor

modele ale structurii geologice a subsolului care să descrie în mod adecvat un set de date de observație. Modelarea inversă ("inverse modeling"), sau inversiunea, este strâns legată de modelarea directă ("forward modeling"). Aceasta din urmă utilizează anumite relații fizico-matematice pentru a determina răspunsul teoretic al unui model geofizic ce aproximează realitatea geologică.

Rezultatele modelării inverse depind de alegerea modelului funcțional de simulare directă ("forward model") cât și de selectarea unui criteriu adecvat de minimizare a erorilor. Tehnicile convenționale de inversiune se bazează pe principiul metodei celor mai mici pătrate (**LSE**- "least squared error") sau al metodei deviațiilor absolute minime (**LAD**- "least absolute deviation"). Pe lângă criteriile legate de minimizarea erorilor sunt folosite, de asemenea, și criterii referitoare la "netezimea" soluțiilor obținute ("smoothness"). Problemele inverse, în general neliniare, sunt rezolvate printr-o aplicare iterativă a algoritmilor de optimizare, iar convergența soluției către modelul "corect" al structurii geologice a subsolului are loc numai dacă parametrii modelului de interpretare inițial, specificați de către utilizator, sunt suficient de apropiați de parametrii reali ai modelului.

Datele geoelectrice au fost prelucrate și interpretate cu ajutorul softurilor *Res2DINV* și respective *IPI2Win*. S-au efectuat modelări 1D și 2D, pentru constângerea modelului fiind utilizate date din observații geologice.

2. Tehnici de achiziție a datelor în teren

2.1 Introducere

Achiziția datelor în teren a constat în executarea a 21 sondaje electrice verticale (SEV) dispuse în două profile în zona Salinei Turda (**Fig. 4**), cu scopul de a aduce informații legate de variația valorilor de rezistivitate în cadrul formațiunilor geologice în care se află țeava îngropată.



Fig. 4. Amplasarea profilelor geoelectrice (linii de culoare albastră) și a forajelor geotehnice (F1-F10) în teren

Poziționarea sondajelor electrice verticale a fost în conformitate cu cerințele proiectantului, iar interpretarea datelor geoelectrice a fost realizată pe baza observațiilor geologice din teren, precum și a datelor disponibile din forajele geotehnice. În cadrul etapei de achiziție nu au fost întâmpinate dificultăți legate de acces, însă, pe alocuri, au existat unele probleme de prizare.

2.2 Aparatura utilizată. Procedura de achiziție

Pentru realizarea investigațiilor geoelectrice a fost utilizat un rezistivimetru *ABEM Terrameter SAS1000*, produs de firma ABEM Instrument, Suedia (**Fig. 5**). Acest aparat de ultimă generație permite achiziția datelor de Potențial Spontan, Rezistivitate și de Polarizație Indusă în domeniul timp. Rezistivimetrul nu necesită nicio calibrare prealabilă, aceasta fiind efectuată și garantată de către producător.

În cazul lucrării de față, instrumentul a fost utilizat pentru înregistrarea datelor de rezistivitate.



Fig. 4. Instrumentul ABEM Terrameter SAS1000

Procedura de achiziție a datelor în teren a constat în amplasarea fiecărui electrod metalic, asigurând un contact adecvat al acestora cu solul și conectarea corespunzătoare a fiecărui electrod la conectorul dedicat al rezistivimetrului. A fost determinată rezistivitatea aparentă pentru o succesiune de valori continuu crescătoare ale liniei de emisie C_1C_2 , poziționarea acestora respectând aliniamentele stabilite (**Fig. 6**). După conectarea cablurilor la instrument a fost efectuată setarea parametrilor de achiziție necesari pentru suprimarea diferitelor tipuri de zgomote ce pot afecta calitatea datelor, scopul fiind îmbunătățirea raportului semnal/zgomot. Dintre sursele de zgomot posibile menționăm: polarizarea electrozilor, curenții telurici sau rețelele de tensiune. În cazul receptorului, după alegerea rezistivității ca mod de măsură, a fost stabilită limita de eroare ca fiind 0.2% . Această limită de eroare reprezintă deviația standard dintre măsurătorile repetate, raportată la valoarea medie. Având în vedere distanța dintre electrozi, pentru fiecare măsurătoare a fost stabilit un număr de repetări între minim 1 și maxim 4, repetările efectuându-se numai în cazul în care limita de eroare nu a fost atinsă. Timpul de întârziere, reprezentând intervalul de timp dintre comutarea pe transmiterea curentului până la integrarea semnalului pentru începerea măsurătorii rezistivității, a fost ales ca fiind $300ms$, pentru a asigura o bună încărcare a solului. Timpul de achiziție, reprezentând timpul necesar integrării semnalului pentru fiecare ciclu de măsurare, a fost ales ca fiind $500ms$. A fost posibilă de asemenea setarea frecvenței liniilor de înaltă tensiune – $50Hz$ – pentru a fi asigurată ajustarea parametrilor în vederea filtrării zgomotului provenit de la liniile de înaltă tensiune. În cazul transmițătorului, curentul minim a fost ales ca fiind $0.1mA$ iar cel maxim $500mA$.



Fig. 6. Achiziția datelor în teren

Atât alegerea dispozitivului, cât și distanța dintre electrozi au fost stabilite pentru asigurarea unei bune acoperiri verticale, precum și pentru obținerea adâncimii de investigare proiectate de aproximativ $8m$. Este cunoscut faptul că utilizarea acestui dispozitiv oferă o adâncime maximă de penetrare cu aproximativ 15% mai mare față de dispozitivul Wenner (Loke, 2005).

Tensiunile și curenții transmiși în timpul măsurătorilor implică operarea instrumentului numai de către operatori instruiți special pentru astfel de proceduri, aceștia având sub supraveghere în permanență întregul dispozitiv desfășurat în teren pentru prevenirea eventualelor accidente.

3. Procesarea datelor

3.1 Introducere

În cadrul etapei de procesare a datelor geoelectrice se urmărește utilizarea datelor înregistrate în etapa de teren, pe baza acestora creându-se modelul de rezistivitate reală, prin utilizarea unor algoritmi matematici preciși. Scopul investigațiilor geoelectrice a fost reprezentat de cercetarea zonei în care este amplasată țeava îngropată, în vederea obținerii de informații legate de variația proprietăților electrice cu adâncimea.

3.2 Metodologia de procesare

Curbele de sondaj electric vertical obținute în urma măsurătorilor efectuate au fost reprezentate în prealabil în Microsoft Excel (Microsoft Corporation, Washington, USA), unde, pe lângă vizualizarea preliminară a acestora, a fost efectuată și filtrarea lor. Procesarea datelor a fost realizată prin utilizarea softurilor *IP12Win* (Bobachev et al. 2000) și respectiv *Res2DINV*, produs de Geotomo Software, Malaysia. Pentru efectuarea modelărilor inverse 2D cu ajutorul softului *Res2DINV* a fost necesară modificarea fișierelor de intrare (cu extensia .dat), pentru analiză și prelucrare ulterioară, ținându-se cont de topografia terenului.

După importarea fișierelor de intrare ce conțin datele de teren, se trece la evaluarea calității acestora. *Res2DINV* permite eliminarea unor valori de rezistivitate aparentă înregistrate, care în mod evident sunt prea mari sau prea mici comparativ cu valorile vecine. Eliminarea acestor valori are ca scop neinfluențarea modelului final obținut. Pentru fiecare profil în parte, controlul procesului de inversie a datelor a fost realizat prin modificarea valorii coeficientului de amortizare u din ecuația (1.9) pe de o parte, precum și a filtrului de netezire pe de altă parte. Alegerea valorii inițiale a coeficientului de amortizare a fost realizată în strânsă legătură cu gradul de zgomot prezent în fiecare secțiune în parte. De asemenea, a fost acordată o atenție deosebită creșterii valorii acestuia pentru fiecare strat, fiind cunoscut faptul ca puterea de rezoluție descrește exponențial cu adâncimea. Valorile pentru filtrul de netezire au fost stabilite în funcție de alura anomaliilor, în sensul elongației acestora preponderent în direcție verticală sau orizontală. Ținând cont de faptul că datele conțin topografia profilului, pentru procesare a fost aleasă metoda elementului finit iar pentru creșterea acurateții datelor de rezistivitate calculate s-a optat pentru o discretizare mai rafinată a rețelei rectangulare a modelului. Pentru două iterații succesive a fost aleasă o limita de convergență de 2% iar pentru abaterea pătratică medie a fost aleasă valoarea de

2%. În general, numărul de iterații pentru care a fost obținută o abatere pătratică medie acceptabilă a fost de 5. Metoda de inversie aleasă a fost aceea de a calcula matricea Jacobiană a derivatelor parțiale din ecuația (1.9) pentru primele iterații, urmând ca pentru iterațiile următoare să fie folosită metoda quasi – Newton. În cazul în care a existat un contrast mai mare între valorile de rezistivitate aparentă măsurate, limitele între strate au fost mai bine evidențiate prin calcularea matricei Jacobiene a derivatelor parțiale pentru toate iterațiile.

Utilizarea softului de inversie *IP12Win* oferă posibilitatea de interpretare interactivă, putându-se modifica cei doi parametri obținuți prin inversie - ρ_i și h_i , $i = 1, n$ - unde n reprezintă numărul de strate. Astfel, inversiile 1D au fost constrânse prin utilizarea informațiilor geologice. Modelele 1D obținute au fost utilizate mai departe pentru construcția unui model de inversie 2D pentru analiză, constrângere laterală și prelucrare ulterioară. De asemenea, s-a ținut cont și de topografia terenului.

Scopul final al inversiilor 1D și respectiv 2D fost reprezentat de obținerea unei secțiuni care redă variația în adâncime a rezistivității reale. Prin aplicarea unor diferite procedee de filtrare pentru fiecare profil în parte, s-a urmărit îmbunătățirea raportului semnal/zgomot și minimizarea erorilor de măsură cauzate de condițiile de prizare sau de condițiile geologice.

Investigațiile geoelectrice au fost realizate pentru cercetarea zonei în care se află amplasată țeava îngropată, în vederea obținerii de informații legate de variația proprietăților electrice cu adâncimea.

Utilizarea softurilor menționate mai sus oferă avantajul că interpretatorul poate alege dintr-un set de soluții echivalente pe cea al cărei răspuns este cel mai apropiat de datele măsurate, bazându-se pe informațiile directe la care are acces în teren.

4. Prezentarea rezultatelor

Profilul 1 de rezistivitate electrică – executat în partea sudică a perimetrului – a avut orientarea aproximativă V – E și a fost realizat prin corelarea a 10 sondaje electrice verticale (SEV). Dispozitivul de electrozi utilizat a fost Schlumberger, cu o spațiere variabilă între SEV-uri de 2 – 5m. Lungimea totală a profilului a fost de 30m. Amplasarea acestuia a fost aleasă pentru a pune în evidență caracteristici legate de dispunerea corpurilor geologice în zona în care se află amplasată țeava îngropată.

Modelul de rezistivitate reală al acestui profil a fost realizat prin intermediul softului *IPI2Win*. Secțiunea de rezistivitate reală obținută în urma inversiei este prezentată în **Fig. 7**. Adâncimea maximă de investigație a fost de aproximativ 6.50m.

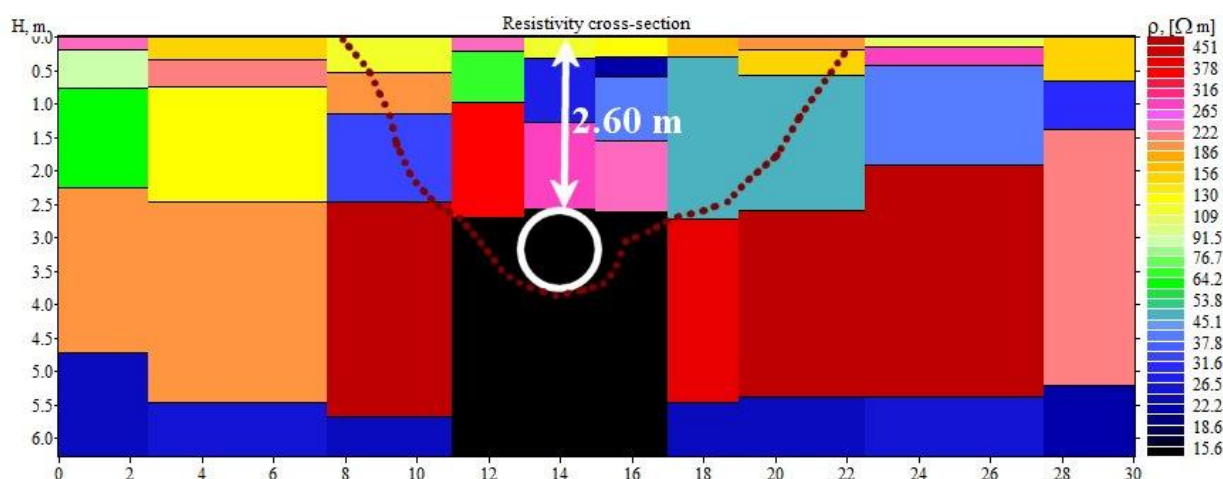


Fig. 7. Secțiune de rezistivitate reală interpretativă

Secțiunea de rezistivitate reală relevă o zonare pseudo-orizontală a valorilor de rezistivitate, acestea fiind cuprinse în intervalul 15 – 451Ωm, remarcându-se un puternic contrast între ele. Cu excepția zonei în care se află conducta îngropată – marcată pe figură cu linie punctată – se poate observa distribuția relativ omogenă a valorilor de rezistivitate. Astfel, de la adâncimea variabilă de aproximativ 2 - 2.2m până la adâncimea de aproximativ 4.5 – 5.5m, se poate distinge prezența unui strat rezistiv, cu valori de rezistivitate ce variază în intervalul 170 – 415Ωm, flancat atât în partea superioară cât și în partea inferioară de două strate conductive, cu valori de rezistivitate ce variază în intervalul 15 – 120Ωm. Prin constrângere laterală a modelului de inversie 1D s-a urmărit păstrarea "efectului" țevei îngropate, ținându-se cont de tendința curentului de a trece preferențial prin aceasta. Acest efect de scădere semnificativă a valorilor de rezistivitate a

fost observat în datele brute și ulterior a fost modelat în procesul de inversie, evidențiindu-se poziția țevii cu o rezoluție bună. Partea superioară a țevii se află la adâncimea de $2.60m$, având apexul în dreptul metruului 14 al profilului. Între $X_T = 8m$ și $X_T = 20m$ se remarcă distribuția eterogenă a valorilor de rezistivitate, fapt ce indică prezența umpluturii care acoperă șanțul în care a fost amplasată țeava.

Profilul 2 de rezistivitate electrică – executat în partea de nord a perimetrului – a avut orientarea aproximativă NV – SE și a fost realizat prin corelarea a 11 sonde electrice verticale (SEV). Dispozitivul de electrozi utilizat a fost Schlumberger, cu o spațiere variabilă între SEV-uri de $2 - 5m$. Lungimea totală a profilului a fost de $32m$. Amplasarea acestuia a fost aleasă pentru a pune în evidență caracteristici legate de dispunerea corpurilor geologice în zona în care se află amplasată conducta îngropată.

Modelul de rezistivitate reală al acestui profil a fost realizat prin intermediul softului *Res2DINV*. Secțiunea de rezistivitate reală obținută în urma inversiei este prezentată în **Fig. 8**. Adâncimea maximă de investigație a fost de aproximativ $7.00m$.

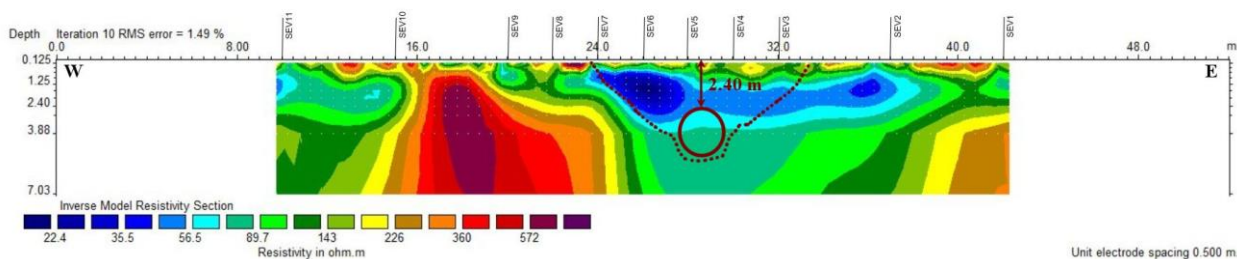


Fig. 8. Secțiune de rezistivitate reală interpretativă

Secțiunea de rezistivitate reală relevă o zonare pseudo-orizontală a valorilor de rezistivitate, acestea fiind cuprinse în intervalul $20 - 65 \Omega m$, remarcându-se un puternic contrast între ele. "Efectul" țevii îngropate a fost eliminat automat în cadrul procesului de inversie, însă, între *SEV3* și *SEV7*, a fost posibilă evidențierea grosimii umpluturii cu care a fost acoperit șanțul în care a fost amplasată țeava. Partea superioară a țevii se află la adâncimea de $2.40m$. Zona anomală prezentă între *SEV8* și *SEV10* reprezintă cel mai probabil un artefact introdus artificial în cadrul procesului de inversie.

5. Bibliografie

Bobachev A., Igor N., Vladimir A., 2000, *IPI2Win User Manual*, Moscow State University

Georgescu, P., 1982, *Prospectiuni electrice*, Editura Universitatii Bucuresti.

Keller G.V., Frischknecht F.C., 1966, *Electrical methods in geophysical prospecting*, Pergamon Press Inc., Oxford.

Loke, M.H., Dahlin, T., 2002, *A comparison of the Gauss-Newton and quasi-Newton methods in resistivity imaging inversion*, Journal of Applied Geophysics, 49, 149-162.

Loke, M.H., 2005, *2D and 3D electrical imaging survey*, Course notes, www.geotomosoft.com.

Autor,

Dr. Ing. Cezar IACOB