

## „RADIOGRAFIA” GEOFIZICĂ A UNEI PĂRȚI A ORAȘULUI ROMAN POROLISSUM

de ELISIE-FLORIN SCURTU

Lucrarea prezintă rezultatele unei cercetări **geofizice (magnetometrie și electrometrie)** realizate în 1996 la **Porolissum**, imediat la sud de castrul roman de pe dealul **Pomăt**, într-o zonă în care nu există la suprafață nici o urmă de construcții vechi, terenul fiind în întregime cultivat. Harta obținută din datele de teren pune în evidență, după **filtrări matematice** succesive, un mare număr de ziduri, constituind în fapt un plan foarte exact al construcțiilor din vechiul oraș, realizat printr-o metodă nedestructivă. Utilizarea pe scară largă a metodelor geofizice în arheologie conduce la creșterea eficienței lucrărilor de teren.

Metodele arheologice clasice necesită o cheltuială enormă de energie umană. În plus, săpătura arheologică este de fapt o distrugere controlată. Din această cauză tehnicile moderne, în primul rând geofizice, care pot realiza o cercetare tridimensională nedestructivă, sunt din ce în ce mai mult utilizate în arheologie pentru creșterea eficienței lucrărilor de teren.

O astfel de aplicație a metodelor geofizice (magnetometrie și electrometrie), deosebit de eficientă, a fost realizată în cursul anului 1996 la sud de Moigrad, jud. Sălaj, în zona situată imediat la sud de castrul roman de pe dealul Pomăt (fig. 1), pe o suprafață de circa 2,2 hectare<sup>1</sup>.

Din punct de vedere geomorfologic, zona cercetată reprezintă o terasă largă, cu o înclinare de circa 10° spre sud-est. Limita sudică a zonei se află pe buza unei pante abrupte spre sud.

### CADRUL ARHEOLOGIC

Cele mai vechi urme de locuire în zona de la sud de Moigrad datează din epoca neolitică, chiar pe teritoriul satului fiind depistate urme ale celei mai vechi culturi neolitice, cultura Criș<sup>2</sup>. În aceeași regiune au mai fost identificate și obiecte sau fragmente de obiecte aparținând altor culturi neolitice mai noi, incluzând materiale din epoca Latène.

<sup>1</sup> Lucrările au fost sprijinite financiar de Muzeul Județean de Istorie și Artă Zalău (director Alexandru V. Matei).

<sup>2</sup> E. Lakó, ActaMP 5, 1981, p. 59, apud N. Gudea, ActaMP 13, 1989, p. 29.

În epoca romană, aici a fost edificat încă de la început un puternic punct militar, de o forță și amploare unice în Dacia și destul de rar întâlnită în Imperiul roman<sup>3</sup>. Acesta includea mari forturi, sedii ale trupelor, în jurul cărora s-a dezvoltat un oraș înfloritor, Porolissum, mare centru de producție și de tranzit comercial. Probabil cel mai important fort din zonă era castrul de pe

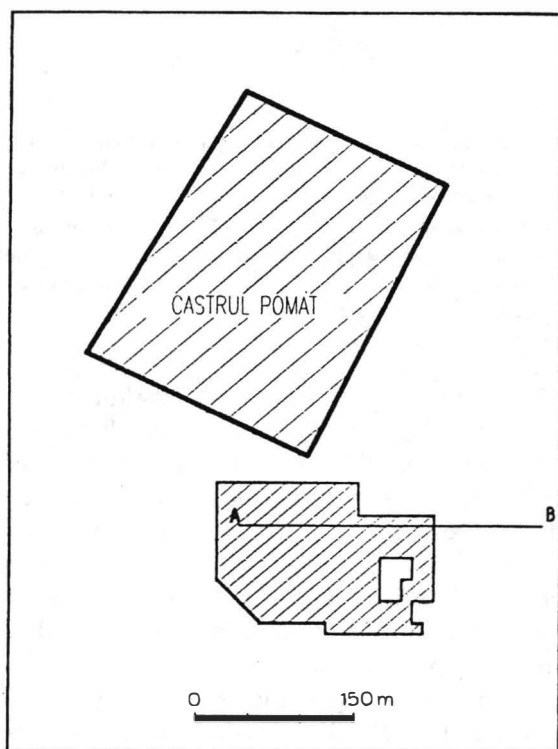


Fig. 1. Porolissum. Amplasarea lucrărilor geofizice.

dealul Pomăt, în care staționau circa 5000 de soldați<sup>4</sup>. Așezarea civilă din jurul lui avea circa 20 000 de locuitori<sup>5</sup>.

O dată remarcabilă din istoria acestui oraș a constituit-o vizitarea sa de către împăratul Marcus Aurelius Antoninus (Caracalla), în anul 213 p.Chr. Cu această ocazie au fost luate probabil măsuri speciale de înfrumusețare a orașului, inclusiv prin ridicarea unei statui ecvestre colosale, din bronz, a împăratului (o parte din această statuie a fost recuperată).

La data cercetărilor noastre se cunoștea amplasamentul castrului de pe dealul Pomăt (ale cărui ziduri sunt parțial reconstituite), precum și alte

<sup>3</sup> Gudea, *op cit.*, p. 31.

<sup>4</sup> *Ibidem*, p. 175–179.

<sup>5</sup> G. Forni, *Apulum* 13, 1976, p. 141–151.

construcții cu caracter civil sau militar situate la exteriorul acestuia, dar în zona cercetată geofizic nu sunt cunoscute resturi de construcții sau fundații ale acestora, terenul fiind în întregime cultivat.

### CADRUL GEOLOGIC

În zona Pomăt, la suprafață află roci sedimentare de vârstă paleogenă (Oligocen), reprezentate mai ales prin argile cu intercalații de gresii și conglomerate, care la partea superioară trec la gresii și conglomerate cu ciment calcaros. Sedimentarul paleogen este acoperit de depozite cuaternare (coluviale) și este străbătut în unele zone de corpuri subvulcanice (andezite și microdiorite porfirice) de vârstă sarmatiană<sup>6</sup>. În dealul Măgura, dealul Citera, dealul Pomăt apar corpuri de formă izometrică și cu o extindere mai mare, iar la sud de dealul Pomăt apar dyke-uri de astfel de roci. Depozitele sedimentare străpunse sunt afectate termic pe o zonă foarte restrânsă în jurul corpurilor andezitice.

Andezitele și microdioritele porfirice au practic aceeași compoziție mineralogică, singura diferență dintre ele fiind gradul de cristalizare a masei de bază. Conținutul în magnetit este de ordinul a 3–6,5%.

Aceste corpuri vulcanice, aflate în proximitatea orașului, au constituit în mod sigur o sursă importantă de material de construcție pentru clădirile militare și civile din zonă.

### PREMISELE GEOFIZICE

Având în vedere caracteristicile geologice ale zonei cercetate, cât și faptul că zidurile construcțiilor cunoscute în zonă sunt în general realizate din blocuri de andezit legate prin mortar, au o grosime de circa 70 cm și se află la adâncimea de circa 50 cm, cele mai potrivite metode de cercetare geofizică a fostului oraș roman rezultă a fi magnetometria și electrometria.

*Magnetometria* utilizează proprietatea unor materiale (în primul rând cele care conțin fier sau oxizi de fier – magnetit, hematit, limonit) de a se magnetiza în câmpul magnetic al Pământului. Cantitativ, această proprietate se exprimă prin susceptibilitatea magnetică ( $\chi$ ) a materialului respectiv. Imaginea câmpului magnetic al unui corp seamănă foarte puțin cu imaginea reală a corpului respectiv (fig. 2 prezintă aspectul anomaliei magnetometrice generate de un corp de forma unei plăci verticale ce poate reprezenta un zid de cărămidă care nu apare la suprafața terenului).

<sup>6</sup> A. Ștefan, A. Rusu, I. Bratosin, E. Colios, în *Dări de seamă ale ședințelor de comunicări științifice ale Institutului Geologic*, București, 1986, p. 70–71 și 242–262.

În arheologie, magnetometria este utilizată mai ales pentru evidențierea vetrelor și a unor zone în care au avut loc incendii, a construcțiilor din cărămidă și a obiectelor din argilă arsă, a zidurilor construite din roci active magnetic (andezite, bazalte și altele).

*Metodele electrometrice* exploatează diferențele de rezistivitate electrică ( $\rho$ ) a materialelor. Sondajul electric vertical (SEV) se bazează pe faptul că

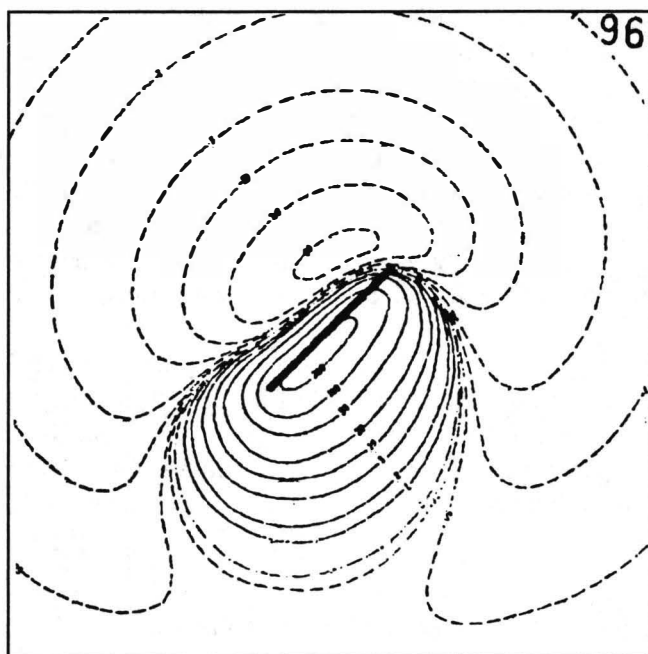


Fig. 2. Efectul magnetic al unei plăci verticale.

adâncimea de pătrundere a curentului electric crește cu creșterea distanței între electrozii prin care se injectează curentul în subsol. Mai multe curbe SEV de-a lungul unui profil generează o imagine numită pseudo-secțiune de rezistivități<sup>7</sup> care arată, calitativ, evoluția rezistivității de-a lungul profilului. Pentru stabilirea rezistivităților și grosimilor reale este necesară o interpretare mai aprofundată, pe calculator. Forma izoliniilor în pseudo-secțiune este foarte distorsionată față de forma reală a corpului care o generează.

*Baza petrofizică* a cercetării geofizice de la Porolissum o constituie susceptibilitatea magnetică mare ( $2000 \times 10^{-6}$  uCGS) a andezitelor și microdioritelor din zonă și rezistivitatea electrică mare a acestora și a gresiilor și conglomeratelor din partea superioară a secțiunii geologice (sub solul coluvial).

<sup>7</sup> E. F. Scurtu, *Geophysical Prospecting* 20, 1971, 3, p. 605–625.

## REZULTATE GEOFIZICE

### *Cercetări magnetometrice*

Cercetările magnetometrice au debutat cu lucrări de recunoaștere, pe o arie de 400 m × 250 m, pe care au fost efectuate măsurători într-o rețea de 10 m × 5 m. Scopul acestor lucrări a fost de a stabili efectul magnetometric al rocilor vulcanice prezente în subsol și de a separa zonele anormale magnetometrice cu surse mai adânci, de cele cu cauze superficiale.

Următoarea etapă a constat în măsurători experimentale, într-o rețea foarte deasă de puncte (1 m × 0,5 m) pe o zonă cu lățimea de 20 m și lungimea de circa 100 m, aleasă la întâmplare, deoarece la suprafață nu există indicații certe de ziduri. După prelucrarea, filtrarea și reprezentarea grafică a rezultatelor am constatat că, în conformitate cu rezultatele modelării matematice pe calculator din faza de proiectare a lucrării, resturile zidurilor aflate în subsol apar pregnant în hărțile finale, sub forma unor aliniamente NV-SE și NE-SV ce se întretaie în unghi drept și sunt aproximativ paralele cu zidurile castrului Pomăt (fig. 3; numerele de pe laturile figurii reprezintă distanțe, în metri, față de o origine arbitrară).

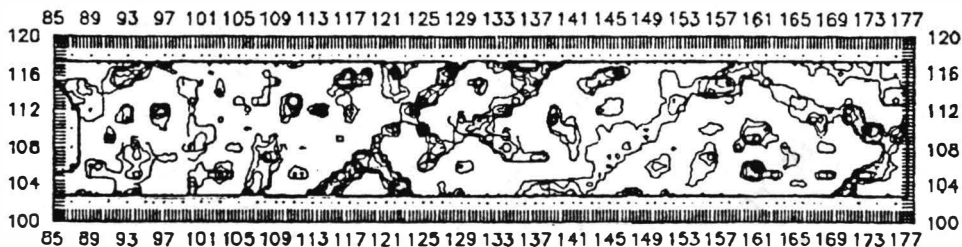
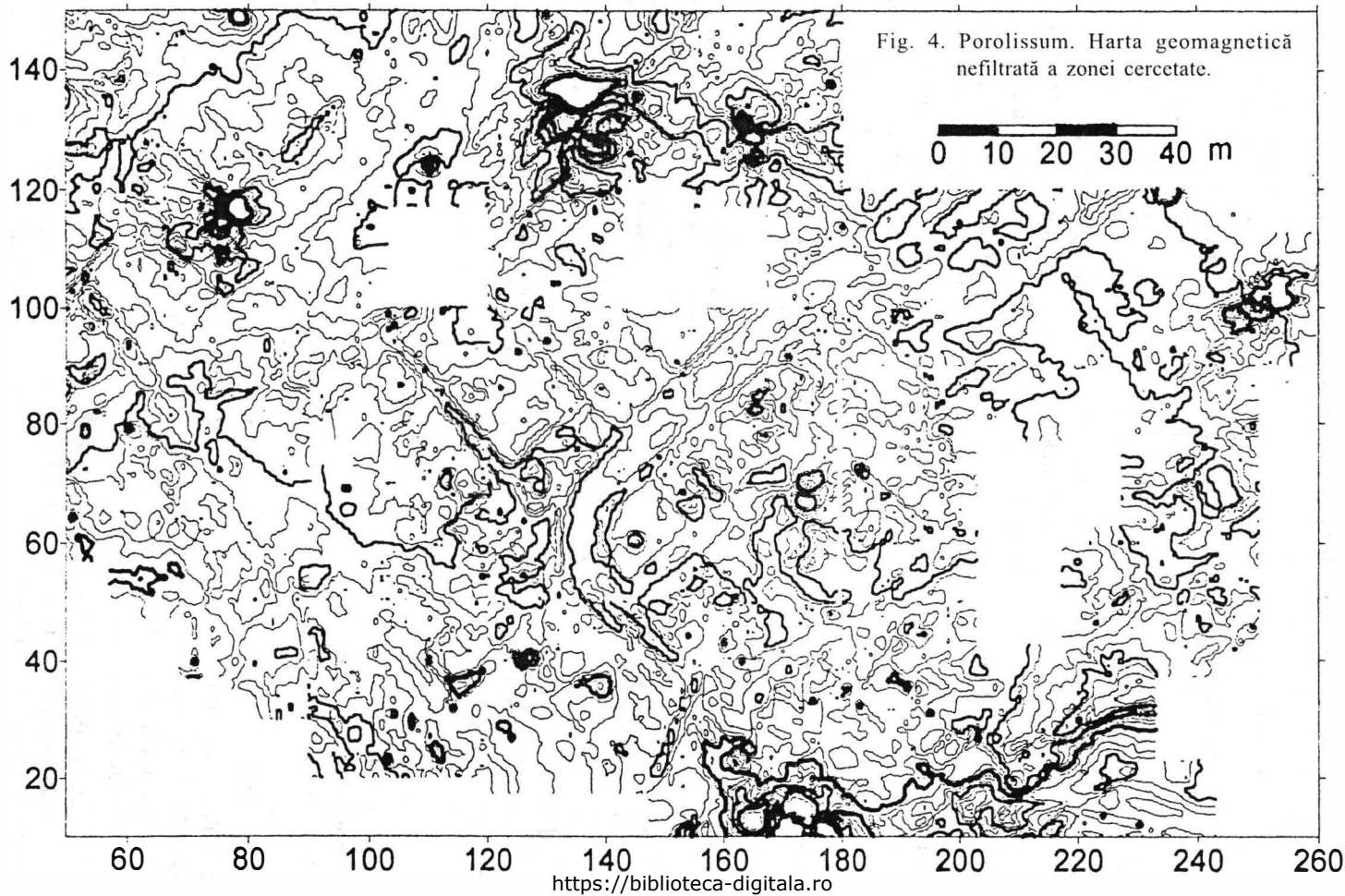


Fig. 3. Porolissum. Rezultatul cercetării magnetometrice experimentale.

Având în vedere faptul că metoda magnetometrică și metodologia de măsurare și prelucrare adoptate de noi și-au confirmat valabilitatea în cazul studiat, am extins aceste măsurători pe o arie mai mare, cu dimensiunile de circa 200 m × circa 140 m, situată imediat la sud de castrul de pe dealul Pomăt (fig. 1).

Datele măsurate, corectate cu efectul variației diurne a câmpului geomagnetic, sunt prezentate în fig. 4. Pe această figură se constată existența unor tendințe ce sugerează prezența unor construcții în partea sa central-vestică, precum și a unui drum ce face o curbă de 90° imediat la sud de construcțiile menționate mai sus, dar această hartă este încă foarte confuză.

După corectarea acestei hărți ținând seama de efectul variației câmpului geomagnetic cu latitudinea geografică și de anomaliile magnetometrice generate de prezența maselor de roci andezitice intruse în sedimentar, valorile obținute



au fost filtrate matematic prin filtre succesive (unele dintre acestea proiectate special pentru acest caz) pentru a se obține o imagine cât mai elocventă a fostelor construcții. Această imagine este prezentată în fig. 5, în care se poate constata cu mare ușurință prezența în subsol a zeci de ziduri, orientate preponderent NV–SE sau NE–SV.

Dintre acestea, cele mai frapante sunt următoarele:

1. Două ziduri paralele, la distanță de circa 7 metri între ele, care delimitează probabil un drum roman ce urcă din zona de la sud de perimetru (dinspre valea Pomătului) pe direcția aproximativă SE–NV, apoi, după ce avansează circa 70 m pe această direcție, virează la 90°, spre NE, continuând astfel încă circa 80 m, și apoi iese din limitele zonei cercetate de noi. Având în vedere faptul că acest drum este împărțit longitudinal, printr-un zid median, în două părți aproximativ egale (după cum se poate vedea mai ales în porțiunea sa sudică) și că *porta principalis dextra* a castrului este și ea împărțită în același mod pentru a permite circulația vehiculelor prin compartimentul vestic și a pietonilor prin compartimentul estic<sup>8</sup>, probabil că acest drum continuă spre NE până la *porta principalis dextra*.

2. Imediat la NV de drumul menționat mai sus, începând cu zona de curbură a acestuia, se remarcă o construcție cu dimensiunile exterioare de 70 m × 40 m (care include o încăpere de 52 m × 40 m în partea estică, o alta de 32 m × 18 m și trei camere de câte 6 m × 6 m fiecare). Imaginea geofizică este suficient de clară pentru a se putea localiza chiar și intrările în camere; în interiorul încăperii celei mai mari (de 52 m × 40 m) pare a se contura (în partea dinspre drum) o încăpere mai mică (28 m × 18 m) care fie că se află la subsolul clădirii, fie că este construită din cărămidă, fie că a fost demolată aproape în întregime, deoarece efectul ei în câmpul geomagnetic este mult mai slab decât al celorlalte ziduri; o variantă de interpretare ar putea fi aceea că presupusele ziduri ale acestei ultime încăperi ar reprezenta de fapt aliniamente de stâlpi de sprijin, din cărămidă, pentru *hypocaustum*, aflați sub pavimentul încăperii mai mari.

3. Zidul nord-vestic al clădirii de 52 m × 40 m menționată mai sus pare să se întrerupă cam pe la mijlocul său, lăsând locul unei *rozete constituite din 7 posibile postamente de statui* așezate pe circumferința unui cerc cu diametrul de 15 m, în centrul cercului existând de asemenea un postament; această imagine poate prezenta un interes cu totul deosebit în contextul existenței unui element de decor frecvent întâlnit la Porolissum pe multe tipuri de monumente, însoțind inscripții onorifice, funerare, votive: *o rozetă cu șapte petale*, ce apare de cele mai multe ori în poziție centrală pe fața inscripției și pare caracteristic pentru acest oraș<sup>9</sup>. Nu este exclus ca partea sudică a postamentului central să fie construită din trepte ce ar putea coborî în subsolul clădirii.

<sup>8</sup> M. Moga, SCIV I, 1950, I, p. 131–135.

<sup>9</sup> Gudea, *op. cit.*, p. 200.

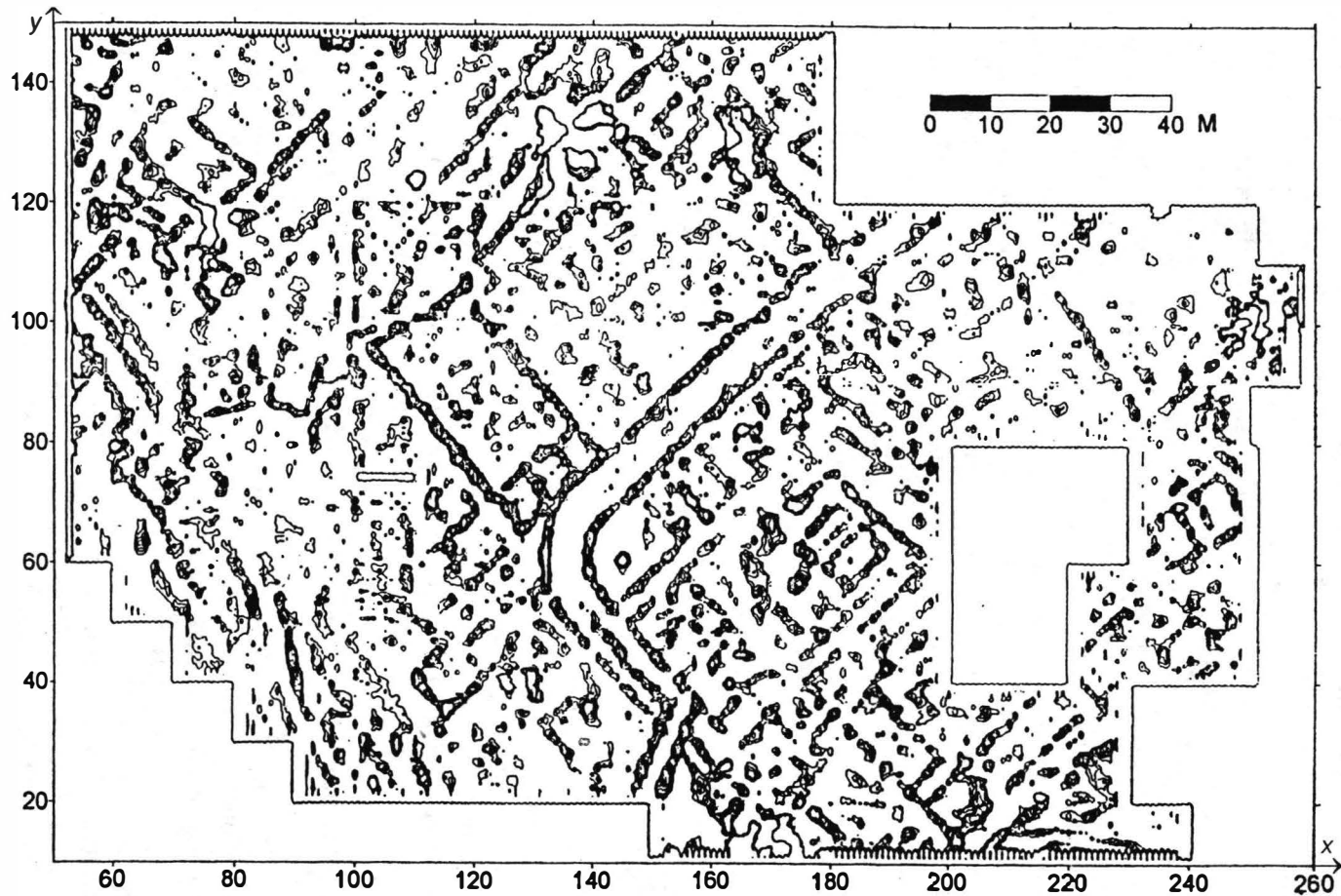


Fig. 5. Porolissum. „Radiografia” geofizică a zonei de la sud de castrul roman de pe dealul Pomăt.  
<https://biblioteca-digitala.ro>



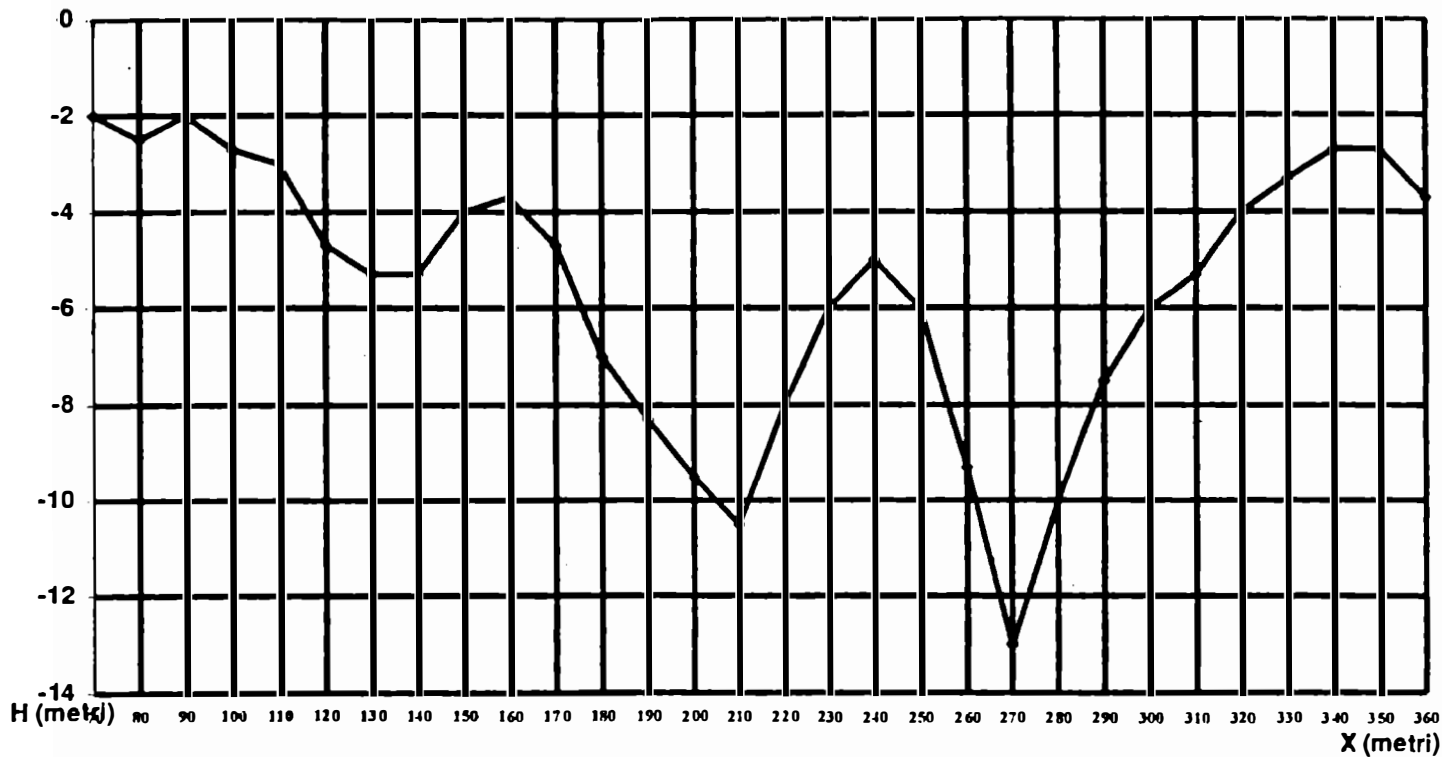


Fig. 6. Porolissum. Variația grosimii orizontului permecabil superficial de-a lungul profilului AB din fig. 1.

4. În interiorul arcului de cerc care racordează cele două segmente ale drumului roman, la circa 10 m est de acesta, pare să existe, de asemenea, un postament de statuie, sau poate o fântână, cu diametrul de circa 2 m.

5. La est de drum se constată un număr foarte mare de clădiri și străzi, multe dintre clădiri prezentând colțuri rotunjite în arc de cerc.

6. La vest de drum se constată de asemenea prezența mai multor clădiri, cu o latură de circa 10 m, iar cealaltă de 6, 10 sau 18 m, dar orientarea acestor clădiri este variabilă și mult diferită de cea generală (NV-SE sau NE-SV) a clădirilor din zona estică, care este mult mai organizată.

*Cercetările electrometrice* au fost realizate în principal de-a lungul unui profil (AB în fig. 1) ce traversează harta magnetometrică de la vest spre est, depășind limita estică a acestei hărți ( $X = 250$  m) cu circa 100 m. Aceste măsurători au constat în primul rând în sondaje electrice verticale și secundar în profilare electrică Wenner.

Interpretarea cantitativă a sondajelor electrice verticale arată (fig. 6) că grosimea rocilor permeabile din vecinătatea suprafeței este variabilă de-a lungul acestui profil, de la 2-3 m în partea cea mai vestică a zonei, la circa 5 m în partea centrală a hărții ( $X = 130$  m - 140 m), ajungând din nou la 3 m pentru  $X = 160$  m și având două zone cu grosime maximă (peste 10 m) pentru  $X = 190$  m - 210 m și mai ales  $X = 270$  m (imediat la est de limita estică a hărții magnetometrice). În continuare, relieful fundamentului urcă din nou spre est, ajungând la adâncimea de circa 3 m în extremitatea estică a profilului.

Aceste date ne arată că relieful fundamentului impermeabil (probabil grezos-calcaros) al zonei este destul de neregulat, ceea ce a putut permite existența unor zone de acumulare a apei freactice în zonele depresionare ale acestui relief și deci alimentarea cu apă a așezării chiar din subsolul acesteia, prin fântâni de relativ mică adâncime.

## CONCLUZII

Cercetările geofizice (magnetometrice și electrometrice) efectuate de noi în anul 1996 la Porolissum, la sud de castrul roman de pe dealul Pomăt, au permis evidențierea unui mare număr de construcții, care sunt absolut insesizabile la suprafața terenului, dar apar extrem de detaliat în imaginile geofizice.

Cel mai spectaculos rezultat al acestor cercetări este harta dedusă din rezultatele măsurătorilor magnetometrice (de fapt această hartă este un plan foarte exact al construcțiilor din vechiul oraș, părăsit de romani în urmă cu mai mult de 17 secole!). Datele rezultate din cercetările electrometrice (efectuate, din cauza timpului insuficient, pe o zonă foarte restrânsă) le completează pe cele magnetometrice și aduc informații interesante privind structura geologică a zonei din apropierea suprafeței terenului.

Aceste rezultate au fost obținute prin utilizarea judicioasă a magnetometriei și electrometriei în cazul dat (de fapt fiecare obiectiv arheologic este un „caz”, care trebuie tratat individual), pornind de la proiectarea corectă a lucrărilor geofizice în funcție de specificul obiectivului și continuând cu efectuarea măsurătorilor în condiții de maximă acuratețe, cu prelucrarea corespunzătoare a rezultatelor măsurătorilor de teren și cu interpretarea computerizată a acestora, utilizând mijloacele matematice cele mai adecvate.

Cercetările geofizice, absolut nedestructive, rapide și rezonabil de ieftine, vor trebui extinse pe o arie cât mai mare, astfel încât să putem desena planul întregului oraș Porolissum, posibilă capitală a provinciei romane Dacia Porolissensis. Pentru obținerea unui astfel de rezultat, cercetării arheologice clasice, prin săpături, i-ar trebui probabil un secol, fără să mai punem la socoteală distrugerea terenului prin decopertarea acestei mari suprafețe. Desigur, săpăturile arheologice sunt absolut necesare, ele vor trebui însă proiectate în comun de arheolog și de geofizician (care poate exploata în continuare, în profunzime, rezultatele obținute prin metode geofizice), astfel încât eficiența lor să fie maximă.

## THE GEOPHYSICAL IMAGE OF A PART OF THE ROMAN TOWN POROLISSUM

### ABSTRACT

Ancient Porolissum was a piece of the long chain of forts built up by the Romans along the north *limes* of the Roman empire.

The ruins of the fort show that it was about 300 m long and about 200 m wide. About 5000 soldiers stayed in the fort<sup>2</sup>. Roman amphitheatre was also found at a small distance of the fort walls.

A civil settlement of about 20 000 inhabitants<sup>5</sup> was built up Around the military fort over the years. Few (5–6) buildings were found by the archaeological works east of the fort, but no trace of buildings is visible in the area geophysically studied by us, south of the fort (fig. 1).

The walls of the aedificia are built essentially in blocks of andesite (magnetic susceptibility of about 2000  $\mu$ Cgs). The electrical resistivity of the sediments of Quaternary age is of about 20 ohmmeters, much less than that of underlying sandstones and conglomerates.

In a first step a magnetic survey in a very dense grid was used in order to check the possibilities of the method. The results obtained in a small area of 20 m by about 90 m showed that the method works very well, walls and rooms being clearly represented in the image (see figure 3, where labels show distances in metres), after all the geophysical corrections (diurnal variation,

geographical variation and geological variation) and the needed mathematical filtering were applied.

In a second step, a larger area, of about 2.2 ha, was studied using the same methodology. Fig. 5 shows the geomagnetic map of the area when only the diurnal variation was removed from the field data. It is rather intricate and only few trends are visible.

The final map (fig. 6) is the result of successive mathematical filterings. The image is spectacular: a Roman road of about 7 m wide and 150 m long (including its change of direction at 90°), a lot of buildings between 6 m by 6 m and 40 m by 40 m in dimensions, streets, fountains and platforms of monuments appear very clearly on the geophysical image, which is, in fact, an actual and very detailed map of the ancient town left by the Romans 17 centuries ancient ago.

The resistivity measurements (most of them vertical electrical soundings) show that the people living there could find the necessary groundwater under their feet.

#### CAPTION OF THE FIGURES

Fig. 1. Porolissum. Position of the area of geophysical survey.

Fig. 2. Magnetic effect of a vertical slab.

Fig. 3. Porolissum. Results of the experimental magnetic survey.

Fig. 4. Porolissum. Not-filtered magnetic map of all the survey area.

Fig. 5. Porolissum. Geophysical "radiography" of the zone south of the Roman fort on Pomăt Hill.

Fig. 6. Porolissum. Variation of the thickness of the shallow permeable zone along the AB profile in fig.1.