

## Rezultate preliminare ale cercetărilor geofizice și de teledetecție de la Coldău, jud. Bistrița Năsăud

### *Preliminary results of the geophysical and teledetection researches at Coldău, Bistrița Năsăud*

Dan Ștefan<sup>1</sup>  
Alexandru Popa<sup>2</sup>

**Cuvinte cheie:** Transilvania, Epoca Bronzului, exploatarea sării, sisteme de fortificare  
**Key words:** *Transylvania, Bronze Age, salt exploitation, fortification systems*

#### ABSTRACT

The study presents the results of a series of interdisciplinary researches conducted in the area of Coldău fortification, especially through methods specific for aerial archaeology of low and medium altitude, as well as geophysical measurements and investigations. These were meant to complete the already known data from previous archaeological diggings conducted by N. Vlassa in 1967. The fortification's rampart is not visible in height, but is marked on the surface with quite visible, large, brown or brick-red boulders. Their structure is very different of the soil's matrix. The boulders have a high density, compact texture, many gaseous inclusions and a glass-like gloss. A first evaluation of the fortification system was done through measuring the soil's magnetic susceptibility (2012). Later (2012, 2015) the geophysical studies were continued on larger surfaces, by using magnetometry. The site at Coldău belongs to the wider frame of vitrified forts. These stand out by having, inside the rampart, a nucleus that went through strong structural changes due to extreme thermic conditions. Both the rampart and the surrounding ditch are well visible in the magnetic map processed during our researches. The geophysical data show that they both had the same dimensions throughout the entire surface we measured: the ditch was approx. 8 m wide and the rampart approx. 11 m.

The fortification system is not the only element that requires reopening the discussion about the site at Coldău. Based on the magnetometric maps one can easily notice that the inner part of the site does not totally lack magnetic anomalies. These are quite many in the western part of the site. They could be interpreted as traces of degraded prehistoric complexes. Nevertheless, the small density of these magnetic anomalies does not offer proper support for any scenery in which the site could have been the host of intense human activity in the past.

In order to decode the role of the fortification at Coldău in the economic and cultural landscape of this region at the end of the Bronze Age we need to conduct further interdisciplinary researches and, maybe even extend the archaeological diggings, especially in the areas where we already detected geophysical anomalies.

La mică distanță față de marile centre preindustriale de exploatare a sării de la

Băile Figa, Săsarm și Căila<sup>3</sup> este cunoscută o cetate ce ocupă platoul proeminent înălțat pe malul drept al Someșului Mare,

<sup>1</sup> Muzeul Național al Carpaților Răsăriteni, Sf. Gheorghe, danstefan00@gmail.com.

<sup>2</sup> Muzeul Național al Carpaților Răsăriteni, Sf. Gheorghe, alex.popa@live.de.

<sup>3</sup> HARDING, KAVRUK 2013, HARDING, KAVRUK 2013, p. 41-154 cu bibliografia mai veche.

imediat în aval de confluența cu pârâul Meleș, la intrarea în satul Coldău, jud. Bistrița-Năsăud (Pl. I). Până de curând, situl a fost cunoscut, în special, prin săpăturile arheologice de mică amploare conduse în 1967 de către Nicolae Vlassa<sup>4</sup>. Aceste cercetări au documentat un sistem de fortificare extrem de elaborat<sup>5</sup> ce închide o suprafață de aproximativ 2 Ha, dar în care săpăturile arheologice<sup>6</sup> nu au reușit să pună în evidență complexe individuale și, cu atât mai puțin, să delimiteze un strat de cultură. În baza unui număr restrâns de fragmente ceramice descoperite la baza dinspre interior a valului nordic, fortificația și, implicit, cetatea de la Coldău au fost încadrate în etapa finală a manifestărilor culturale de tip Wietenberg. Pornind de la poziția dominantă și poziționarea în spațiul geografic și în ansamblul economic și cultural al sfârșitului epocii bronzului, a fost analizat un posibil rol de control exercitat de cetatea de la Coldău în cadrul unor circuite comerciale la mare distanță, ce aveau ca scop final schimbul staniului din zona Tisei și a Dunării Mijlocii cu sarea intracarpatică<sup>7</sup>.

Pentru a completa datele cunoscute din săpăturile arheologice mai vechi, au fost efectuate o serie de cercetări interdisciplinare derulate, în special, prin metode specifice arheologiei aeriene de la mică și medie altitudine și prin măsurători și investigații geofizice.

### **Studiul aerian al cetății de la Coldău și a microzonei asociate**

Integrarea la nivelul unei microzone a informațiilor cartografice mai vechi și mai noi împreună cu rezultatele cercetărilor arheologice referitoare la cetatea de la

Coldău a fost realizată în baza principiilor teledetecției aplicate la domeniul arheologiei aeriene de mică și medie altitudine. Pentru aceasta au fost utilizate platforme radiocomandate cu sistem de propulsie multirotor, echipate cu camere foto de mare rezoluție, cu ajutorul cărora au fost înregistrate imagini aeriene perpendiculare și oblice. Misiunile aeriene au fost proiectate și executate în mod autonom și au asigurat o acoperire cu mozaic de imagini aeriene perpendiculare și oblice pe o suprafață de aproximativ 40 Ha. Plafonul de zbor al sistemului multirotor a fost stabilit la 200 m față de punctul de decolare, în centrul cetății de la Coldău. În scopul popularizării sitului arheologic și a cercetărilor de la Coldău, a fost înregistrat și un consistent material videografic aerian.

Pornind de la mozaicul de imagini aeriene a fost posibilă calcularea fotogrammetrică a unui ortofotoplan de mare rezoluție (pl. II). În plus, folosind principiile fotogrammetriei, din aceleași imagini aeriene, a fost posibilă calcularea unui model digital al suprafeței terenului (PL. III – modelul de elevație suprapus de clădiri, structuri antropice aflate la suprafață și vegetație)<sup>8</sup>. Acest model digital, la rândul lui, a stat la baza extragerii unui model de elevație a terenului, fără clădiri și vegetație<sup>9</sup> și a calculării curbelor topografice de nivel (Pl. IV).

Hărțile și datele realizate prin metodele mai sus prezentate permit o solidă documentare spațială a cetății în relație cu mediul natural și antropic actual. Valul cetății se evidențiază clar, prin nuanțele roșii, portocalii și brune în imaginile aeriene. Lățimea maximă a acestei amprente, calculată din ortofotoplan, este de peste 30 m, materialul din care a fost construit valul fiind acum rulat la suprafață prin lucrări agricole. Din interpretarea combinată a

<sup>4</sup> VLASSA 1973.

<sup>5</sup> Secțiunile I și II din săpăturile lui Vlassa.

<sup>6</sup> Secțiunea III din săpăturile lui Vlassa.

<sup>7</sup> KAVRUK 2012, 26-29.

<sup>8</sup> DSM – Digital Surface Model.

<sup>9</sup> DEM – Digital Elevation Model.

ortofotoplanului și a modelelor digitale de elevație putem calcula suprafața totală a cetății, aceasta fiind de 2.1 Ha. Platoul cetății se ridică față de lunca Someșului cu aproximativ 15 m.

### **Investigații geofizice asupra sistemului de fortificare și incintei cetății de la Coldău**

Elementul cel mai proeminent al sistemului defensiv de la Coldău, valul, este prea puțin vizibil în elevație, dar el este indicat astăzi prin bolovani aflați la suprafață, de culoare brună sau cărămizie. Structura acestor bolovani este radical diferită față de matricea solului, fiind caracterizați prin densitate mare, textură compactă, numeroase incluziuni gazoase și luciu sticlos. O primă evaluare a sistemului de fortificare a fost realizată prin metoda măsurării nesistematice a susceptibilității magnetice. Această metodă este cea mai potrivită pentru a evalua, preliminar, tipul de transformări ce au afectat miezul valului, adus acum la suprafață fragmentar prin lucrări agricole și alte procese de eroziune. Măsurătorile au arătat valori foarte mari ale susceptibilității magnetice (în domeniul  $30 \div 70 \times 10^{-3}$  SI). Aceste valori sunt de peste 100 de ori mai mari decât media susceptibilității magnetice a solului de pe platoul cercetat, fiind rezultatul unui tratament termic foarte puternic al valului, în trecut, în urma căruia a fost depășit în mod considerabil pragul temperaturii Curie<sup>10</sup>.

Ulterior, studiile geofizice au fost continuate pe suprafețe extinse cu ajutorul metodei magnetometrice. Aceste investigații au fost realizate în trei sesiuni diferite, respectiv în toamna anului 2012, vara anului 2015 și toamna anului 2016<sup>11</sup>. În toate

aceste sesiuni au fost parcurse mai multe etape<sup>12</sup>, dintre care amintim, pe scurt, următoarele: familiarizarea cu caracteristicile sitului (suprafață, relief, caracteristici pedologice, surse de perturbație a semnalului geofizic), identificarea zonelor accesibile pentru măsurători geofizice, stabilirea strategiei de achiziție a datelor, stabilirea modului și locului amplasării rețelei de măsură și achiziție a datelor, curățarea de deșeuri metalice a suprafețelor selectate, calibrarea și configurarea instrumentelor geofizice, materializarea în teren a rețelei de măsură și înregistrarea coordonatelor topografice ale acestora cu ajutorul receptorilor GPS geodezice, achiziția datelor geofizice, procesarea datelor prin interpolare și filtre specifice, prepararea hărților geofizice, georeferențierea imaginilor raster obținute.

Pentru completarea etapei de achiziție a datelor magnetometrice din 2012, a fost proiectată și materializată în teren o rețea de măsură (grid) compusă din două celule cu latura de 40 m. În această suprafață ( $2 \times 1600 \text{ m}^2 = 3200 \text{ m}^2$ ) au fost măsurate și înregistrate valori ale gradientului componentei verticale a câmpului magnetic terestru. Pentru aceasta a fost utilizat un magnetometru dual Bartington Grad 601-2. Acest tip de magnetometru este proiectat să asigure măsurarea și înregistrarea valorilor gradientului vertical al câmpului magnetic terestru și este înzestrat cu două unități de măsură montate pe un cadru rigid, la distanța de 1 m. Prelucrarea datelor magnetice a relevat o structură complexă a sistemului de fortificare de la Coldău și o relativă lipsă a unor anomalii magnetice în interiorul incintei. Rezultatele astfel obținute în urma investigației magnetometrice din anul 2012 confirmă, în general, datele anterior cunoscute referitoare la tipologia

<sup>10</sup> Pragul termic Curie este de aproximativ 650°C.

<sup>11</sup> Cercetările magnetometrice din anul 2012 și 2016 au fost realizate de o echipă condusă de către D. Ștefan; investigațiile magnetometrice din anul 2015 au fost realizate de o echipă condusă de către Al. Popa.

<sup>12</sup> Pentru exemple de bune practici în acest domeniu a se vedea ȘTEFAN 2012.

sistemului de fortificare, dar aduc informații noi în legătură cu caracterul spațiului cuprins în incinta fortificată. Perimetrul restrâns al acestei prime zone studiată geofizic a fost considerat insuficient pentru a lămuri numeroase alte probleme specifice sitului cercetat.

Din acest motiv, investigația magnetometrică a fost continuată în anul 2015. În cadrul acestei noi sesiuni de achiziție a datelor magnetometrice, s-a folosit o instalație compusă din cinci sonde „Fluxgate”, care măsoară componenta verticală a câmpului magnetic cu o marjă de eroare de circa  $0,1 \pm 0,5$  nT/m. Sondele au fost dispuse pe un suport mobil non-magnetic, la un interval de 0,50 m una de alta, așa încât măsurătorile s-au efectuat în fâșii de 2,50 m lățime. Pe direcția mișcării, intervalul dintre punctele măsurate de fiecare sondă a fost de 0,05 m. Cartarea magnetometrică s-a efectuat în două perimetre rectangulare ( $120 \times 27 \text{ m}^2 = 3240 \text{ m}^2$  și, respectiv,  $77 \times 44 \text{ m}^2 = 3388 \text{ m}^2$ ). Poziția în coordonate absolute a acestora a fost determinată cu ajutorul unui GPS geodezic. Utilizându-se semnalul de corecție în timp real ROMPOS, acest sistem ne-a oferit o precizie oscilând între 0,02-0,04 m. Datele topografice achiziționate au fost stocate în sistemul național de proiecție al României „Stereo 70”.

În anul 2016, suprafața investigată a fost încă o dată extinsă ( $7 \times 900 \text{ m}^2 = 5400 \text{ m}^2$ ), folosindu-se același echipament și strategii de măsură utilizate în campania din anul 2012.

Datele achiziționate cu ajutorul echipamentelor magnetometrice au fost interpolate cu ajutorul algoritmului „patru-later bi-linear” și ulterior compensate prin intermediul filtrului median. Rezultatele interpolării datelor au fost reprezentate sub forma unei hărți magnetice în tonuri de gri. Valorile mici, corespunzătoare unei magnetizări mai scăzute a suprafeței investigate, sunt reprezentate în tonuri mai des-

chise de culoare, cele ridicate – deopotrivă în tonuri mai întunecate. Pentru a asigura un contrast suficient de bun pentru etapa de interpretare, gama de variație dinamică a semnalului magnetic a fost limitată la intervalul  $\pm 12$  nT/m. În final, hărțile magnetice obținute au fost suprapuse peste ortofotoplan (Pl. V) și peste modelul digital de elevație a terenului (Pl. VI).

### **Evaluarea rezultatelor**

În urma săpăturilor, dar și a observațiilor efectuate la suprafață, Nicolae Vlăsa considera latura nordică a fortificației ca fiind compusă din două segmente: un zid vitrificat în jumătatea de răsărit a acestei laturi urmat, în jumătatea de apus, de un parapet de pământ. Autorul amintit considera că aceste două segmente ar fi separate de o poartă, în timp ce parapetul de pământ din jumătatea de vest ar trebui să fie continuat și pe latura vestică a platoului. Concluziile autorului săpăturilor de la Coldău sunt completate și parțial combătute de rezultatele investigațiilor magnetometrice recente. Se pare că acestea indică mai degrabă un aspect unitar al fortificației, fără variații structurale importante pe direcția est-vest. Răspunsul magnetic extrem de puternic din zona valului indică faptul că întreaga latură de nord a acestuia are în componență sau este în întregime executată din elemente care au suferit puternice transformări la temperaturi foarte mari. Mai mult de atât, în harta magnetică se observă că pe traiectoria valului există numeroase anomalii lineare de maxim magnetic. Acestea se întrepătrund în unghi drept și formează o rețea de casete, din care se pare că ar fi alcătuit valul.

Tipul de fortificație de la Coldău se înscrie în cadrul mai larg al fortificațiilor cu miez vitrificat. Acest fapt reieșea și din săpătura din 1967 a lui Vlăsa (secțiunea lui 1 este amplasată undeva în perimetrul investi-

gat magnetic de noi în 2012). Acest model este destul de puțin discutat în literatura de specialitate din România<sup>13</sup>, dar el preocupă de mai bine de un secol arheologii din vestul și centrul Europei. Fortificațiile de acest tip se remarcă prin existența în val a unui nucleu ce a suferit, în condiții termice extreme, puternice transformări structurale. Denumite, în general, *vitrified forts sau vitrified walls în literatura engleză*<sup>14</sup> sau *Schlackenwall în literatura germană*<sup>15</sup>, acestea sunt întâlnite în numeroase situri din epoca bronzului, epoca fierului, epoca romană și din perioada feudală, fiind răspândite, practic pe întregul continent. Revenind la exemple cunoscute în România, observăm că cea mai apropiată fortificație cu nucleu ars se află la Ciceu Corabia<sup>16</sup>, amplasată pe un platou înalt din Dealurile Ciceului. O altă fortificație cu nucleu ars se află și ea, la mică distanță, în amonte pe Someșul Mare, în cadrul cetății din prima și a doua epocă a fierului de la Sărățel<sup>17</sup>. Această cetate este amplasată în imediata apropiere a unor manifestări saline la suprafață, de-a lungul și în legătură cu apa Șieului, înainte de vărsarea acestuia în Someșul Mare.

Revenind la Coldău, observăm că șanțul de apărare, în exteriorul valului, este cu certitudine evidențiat atât în cele două secțiuni arheologice, dar și în suprafață, în harta magnetică. Datele geofizice indică, pentru întreaga suprafață măsurată, dimensiuni asemănătoare pentru șanț (aproximativ 8 m) și pentru val (aproximativ 11 m).

Sistemul de fortificare nu este singurul element pentru care se impune o reluare a discuțiilor despre situl de la Coldău. La momentul săpăturilor arheologice efectuate de Vlăsa, lipsa urmelor de locu-

ire din interiorul incintei a fost explicată prin caracterul de refugiu al fortificației. Această soluție de interpretare este mai puțin potrivită cu rolul pe care ne-am aștepta să-l fi jucat această cetate, ținând cont de poziția pe care o ocupă în cadrul natural și cultural anterior menționate. Investigațiile geofizice contribuie cu elemente noi la această discuție. Din hărțile magnetice se observă destul de bine faptul că interiorul incintei nu este total lipsit de anomalii magnetice. Unele dintre acestea (intense sau extrem intense, circulare, bipolare, cu margini net delimitate) sunt generate de bolovani desprinși din miezul ars și împrăștiați la suprafață sau la mică adâncime (primii 0.2 m). Alte anomalii magnetice au proprietăți diferite (intensitate mică, circulare sau liniare, monopolare, difuze) și, de aceea, trebuie explicate diferit, fiind generate de surse de perturbație magnetică aflate în profunzimea solului, undeva între adâncimea de pătrundere a plugului și până la 1 m. Numeroase mai ales în partea de vest a incintei, acestea pot fi interpretate întemeiat drept urme ale unor complexe preistorice degradate. Totuși, densitatea redusă a acestor anomalii magnetice nu oferă suport nici unui scenariu în care situl ar fi fost gazda unor activități umane intense în trecut. Cercetările viitoare urmează a explica această distribuție (puțin densă și neuniformă a complexelor arheologice).

Decodificarea rolului, jucat de situl fortificat de la Coldău în ansamblul economic și cultural al sfârșitului epocii bronzului din această regiune, necesită noi cercetări interdisciplinare și eventual extinderea săpăturilor arheologice, în special în zonele în care au fost detectate și înregistrate anomalii geofizice.

<sup>13</sup> O sinteză la nivelul anului 1979 la MOSCALU 1979.

<sup>14</sup> KRESTEN 2004.

<sup>15</sup> BAITINGER, KRESTEN 2012; ZEEB-LANZ 2010.

<sup>16</sup> VASILIEV, GAIU 1980.

<sup>17</sup> VLASA, DĂNILĂ 1962, secțiunea II, p. 344.

## Bibliografie / Bibliography

### **Florea, Vaida, Suciu 2000**

Florea G, Vaida L., Suciu L., *Fortificații dacice din nord-estul Transilvaniei (un stadiu al cercetărilor)*, în *Istros*, X, p. 221-230.

### **Baitinger, Kresten 2012**

Baitinger H., Kresten P., *Geoarchäologie zweier hessischer „Schlackenwälle“: Glauberg und Altkönig*, în *Archäologisches Korrespondenzblatt* 42, p. 493-508.

### **Harding, Kavruk 2010**

Harding A., Kavruk, V., *A prehistoric salt production site at Băile Figa, Romania, in Eurasia Antiqua: Zeitschrift Für Archäologie Eurasiens*, 16, p. 131-167.

### **Harding, Kavruk 2013**

Harding A., Kavruk, V., *Explorations in salt archaeology in the Carpathian Zone*. Budapest, Archaeolingua Alapítvány.

### **Kavruk 2012**

Каврук, В., Олово и соль в Карпатском бассейне в бронзовом веке. *Revista Arheologică (Chișinău) Serie nouă* 8, 1-2, 2012, 16-36.

### **Kresten 2004**

Kresten, P., *The vitrified forts of Europe: saga, archaeology, and geology*, în Peccio, M., et al. (Eds.), *Applied Mineralogy. Developments in Science and Technology*. ICAM-Br, p. 355-357

### **Marinescu 2010**

Marinescu G.G., *Vestigii hallstattiene timpurii și mijlocii din nord-estul Transilvaniei*, în *Revista Bistriței* XXIV, p. 41-128.

### **Moscalu 1979**

Moscalu, E. *Probleme ale cetăților cu „val vitrificat, în Cercetări Arheologice. Muzeul Național de Istorie III*, p. 339-51.

### **Ștefan 2012**

Ștefan D., ArheMAG. Aplicații ale metodei magnetice în arheologie. Manual de bune practici, Ed. Istros, Brăila.

### **Vasiliev, Gaiu 1980**

V. Vasiliev, C. Gaiu. Așezarea fortificată din prima vârstă a fierului de la Ciceu-Corabia, jud. Bistrița-Năsăud. *ActaMN XVII* (1980), 31-63.

### **Vlassa 1973**

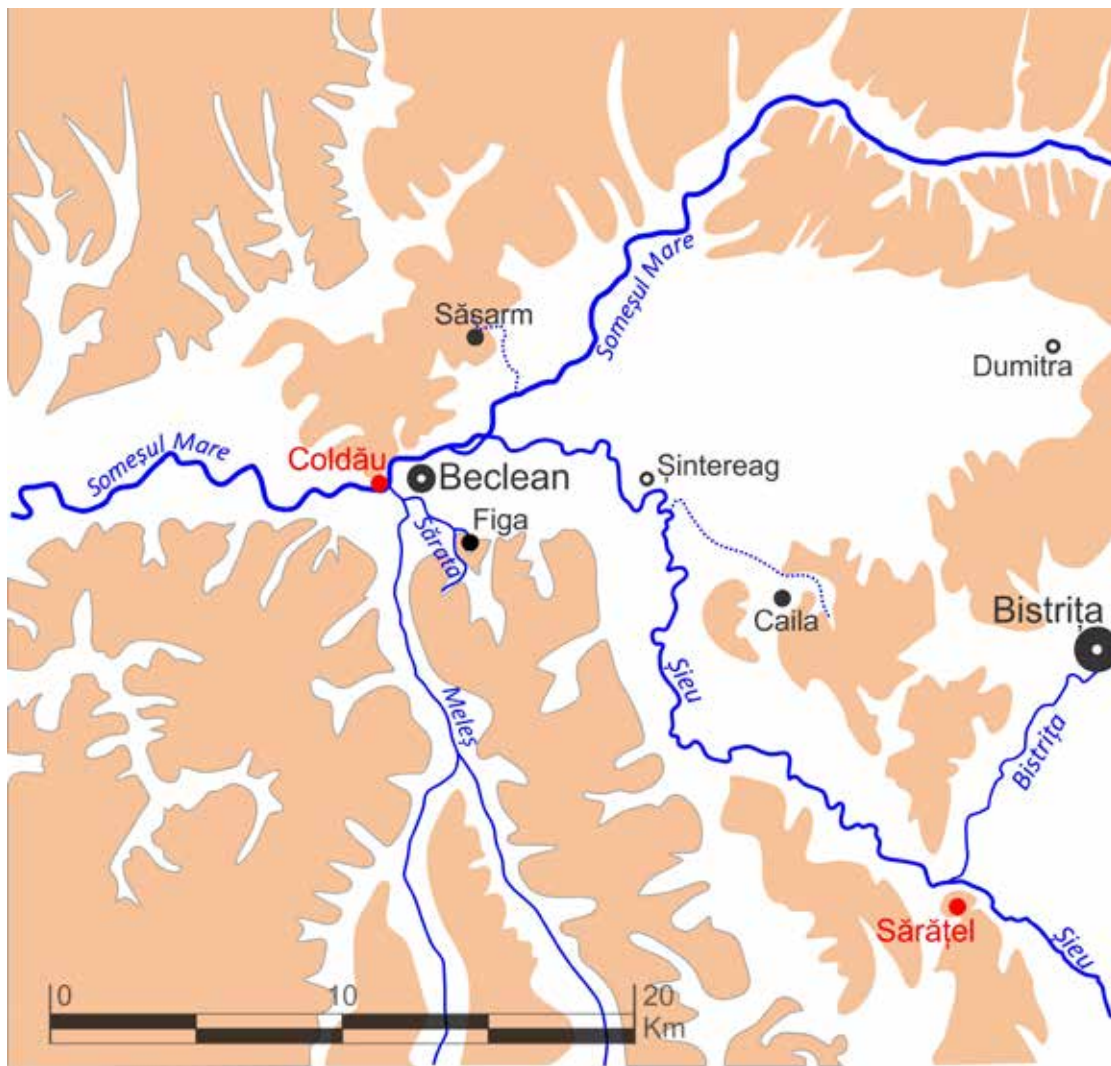
Vlassa N., Cercetările arheologice de la Col-dău (jud. Bistrița-Năsăud), în *Acta Musei Napocensis*, p. 11-37.

### **Vlassa, Dănilă 1962**

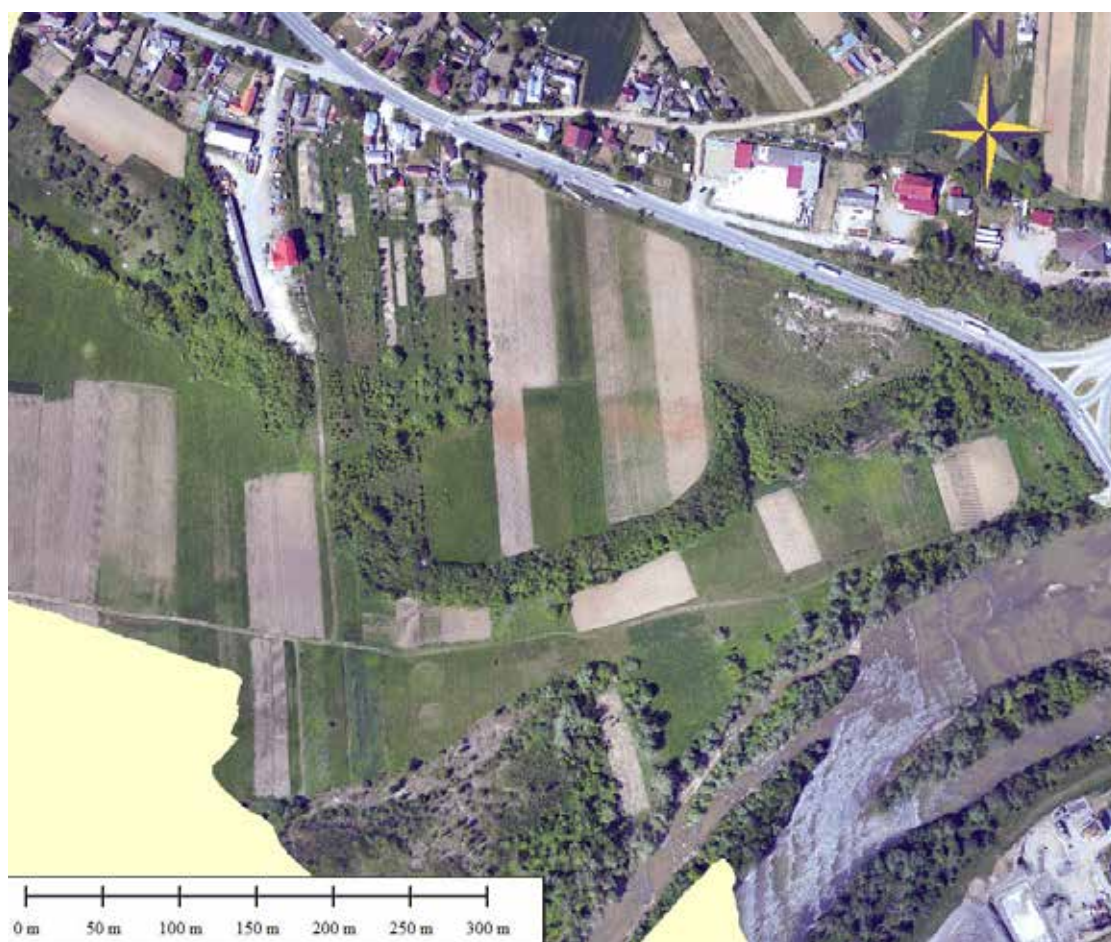
Vlassa N., Dănilă Șt., Săpăturile arheologice de la Sărățel, în *Materiale și Cercetări Arheologice*, VIII, p. 341-347.

### **Zeeb-Lanz 2010**

Andrea Zeeb-Lanz, *Das keltische Oppidum auf dem Donnersberg (Donnersbergkreis, Rheinland-Pfalz). Die Mauern der spätkeltischen Stadtanlage und neue Erkenntnisse zum sog. Schlackenwall*, în: S. Fichtl (ed.), *Murus celticus. Architecture et fonctions des remparts de l'âge du Fer. Actes de la table ronde à Glux-en-Glenne les 11 et 12 octobre 2006*. Coll. Bibracte 19, p. 229-242.

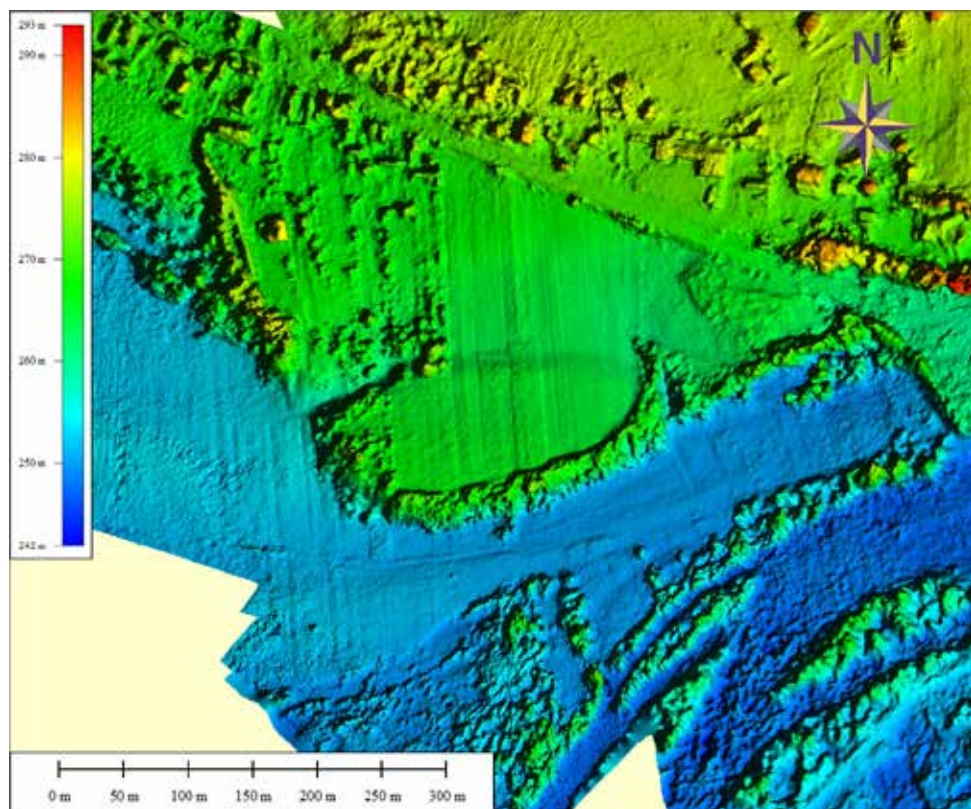


Pl. I – Harta siturilor arheologice menționate în text.

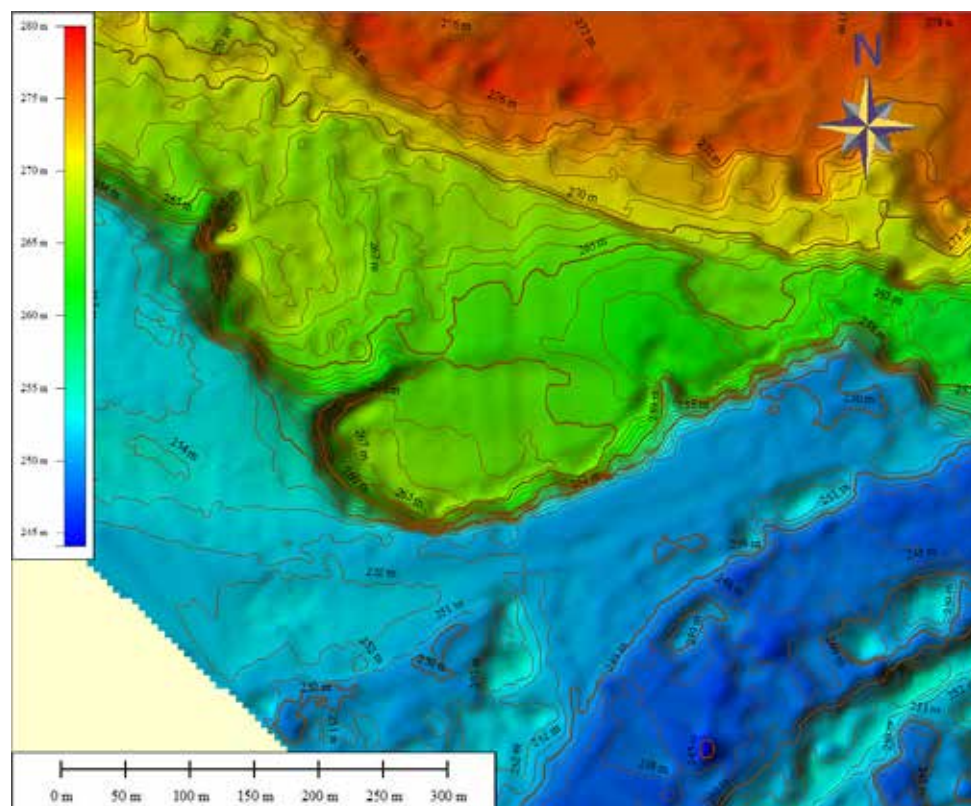


Pl. II – Ortofotoplan de mare detaliu al sitului de la Coldău.





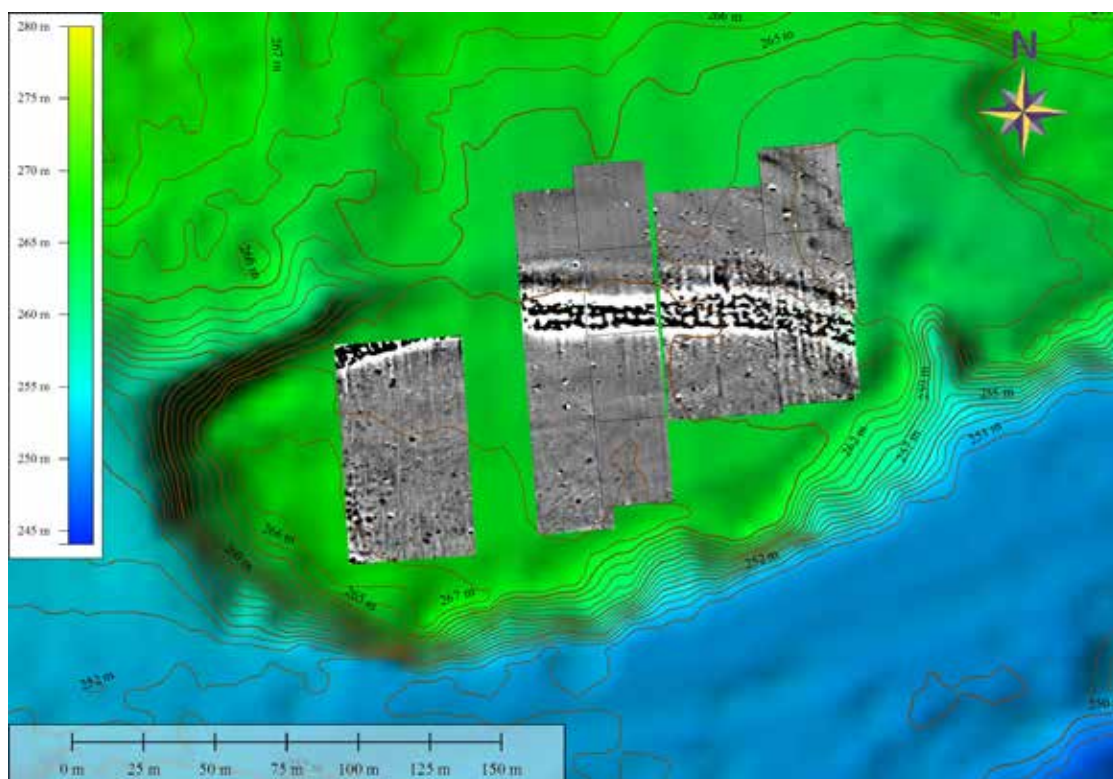
PI. III – Model digital al suprafeței terenului (DSM).



PI. IV – Model digital de elevația a terenului (DEM) suprapus de curbe de nivel cu echidistanța de 1 m.



Pl. V – Harta magnetică suprapusă (overlay) peste ortofotoplan.



Pl. VI - Harta magnetică suprapusă peste modelul digital de elevație a terenului.