



Surse de materii prime pentru construcțiile de pe acropola cetății dacice de la Ardeu – *Dealul Cetățuie*. Cercetări interdisciplinare

Sources of raw materials
for the constructions built on
the acropolis of the Dacian
fortress at Ardeu – *Cetățuie Hill*.
Interdisciplinary research

Această lucrare a fost realizată și în cadrul unui grant la Ministerul Cercetării și Inovației, CNCS - UEFISCDI, număr de proiect PN-III-P4-ID-PCE-2016-0353, în cadrul PNCDI III.

This work was supported also by a grant of Ministry of Research and Innovation, CNCS - UEFISCDI, project number PN-III-P4-ID-PCE-2016-0353, within PNCDI III.

Valentina Cetean
Iosif Vasile Ferencz
Aurel Rustoiu



Cuvinte-cheie: resurse minerale, piatră, daci, cariere, cetate.

Rezumat: Una dintre puținele cetăți dacice cunoscute în partea sudică a Munților Apuseni este situată în satul Ardeu, fiind construită pe dealul *Cetățuia*. Cercetări arheologice au vizat acest obiectiv începând de la sfârșitul secolului al XIX-lea, însă amploarea lor a crescut la începutul secolului XXI. Anul 2016 a reprezentat pentru investigațiile la Ardeu debutul unei noi direcții de cercetare. Au fost publicate primele rezultate ale analizelor din perspectiva tipurilor petrografice, componenților mineralogici și caracteristicile lor de durabilitate. Cu acest prilej ne propunem să supunem atenției comunității științifice o nouă etapă a cercetării geologice, anume analiza unor surse posibile pentru materiale de construcție și pentru artefacte din piatră. A fost vizat arealul apropiat și ușor de exploatat, fiind identificate surse care au putut fi cu foarte mare probabilitate exploatate în epoca regatului dac și în alte perioade istorice pentru procurarea unor materii prime. Nu a fost identificată încă o sursă pentru calcarul oolitic din care sunt realizate blocurile fasonate utilizate pentru construcția bazei turnului-locuință. Din acest motiv, cercetările vor fi îndreptate spre cariere exploatate în antichitate și în evul mediu, cum sunt cele de la Călan, Ighiu și altele.

Keywords: mineral resources, stone, Dacians, quarries, fortress.

Abstract: One of the few Dacian fortresses known in the southern part of the Apuseni Mountains is situated in the Ardeu village, where it was built on the Cetățuia Hill. Beginning with the end of the 19th century, the site was a subject of archaeological research, the extent of which grew, however, only at the beginning of the 21st century. The year 2016 marked the establishment of a new research direction at Ardeu and the publication of the first results following the analyses of the petrographic types, mineralogical components and their durability characteristics. On this occasion, we would like to draw attention to a new phase of the geological research, namely the analysis of several probable source areas for the building materials and stone artefacts. The present study has focused on the nearby area which was easy to exploit, thus identifying the most probable sources used for the procurement of raw materials during the Dacian Kingdom and at other historical periods. The source for the oolitic limestone from which the blocks forming the basis of the tower house were carved could not be located. Consequently, the research will be directed towards the quarries exploited during the Antiquity and the Middle Ages, such as those at Călan, Ighiu and others.

Introducere

Cercetările arheologice vizând dealul *Cetățuia* de la Ardeu au debutat la sfârșitul secolului al XIX-lea (Ferencz 2012, 70), dar extinderea și diversificarea direcțiilor de cercetare a fost posibilă doar începând cu secolul XXI (Ferencz, Roman 2010, vezi și: Ferencz et al. 2010; Ferencz et al. 2011; Ferencz et al. 2014; Ferencz et al. 2015; Ferencz et al. 2016; Ferencz et

Introduction

The archaeological research on the Ardeu – *Cetățuia* Hill began at the end of the 19th century (Ferencz 2012, 70), but the extension and diversification of the research directions were possible only beginning with the 21st century (Ferencz, Roman 2010; see also: Ferencz et al 2010; Ferencz et al 2011; Ferencz et al 2014; Ferencz et al 2015; Ferencz et al. 2016; Ferencz et al. 2017). In 2016,



Fig. 1. Imagine dinspre est către dealul Cetățuie-Ardeu (prim-plan) și versantul Pleșa Mare (plan secund) (foto A. Rustoiu).

Fig. 1. Image from east to the Cetățuie-Ardeu hill (close-up) and the Pleșa Mare high (second plan) (photo A. Rustoiu).

al. 2017). În anul 2016 au fost publicate primele informații cu privire la unele tipuri de roci identificate în perioada 2015-2016 pe șantierul arheologic Ardeu – *Cetățuie*, din perspectiva tipurilor petrografice, componenților mineralogi și caracteristicile lor de durabilitate (Cetean, Ferencz 2016).

Probele de rocă analizate au provenit din blocurile și dalele de piatră utilizate ca materiale de construcție (ziduri, drumuri), dar și din diverse fragmente recoltate de pe platoul superior al dealului (Cetean, Ferencz 2016, 48-52). Ca urmare a concluziilor acestei cercetări preliminare s-au conturat direcțiile de aprofundare a investigărilor multidisciplinare, respectiv determinarea unor posibile arii-sursă

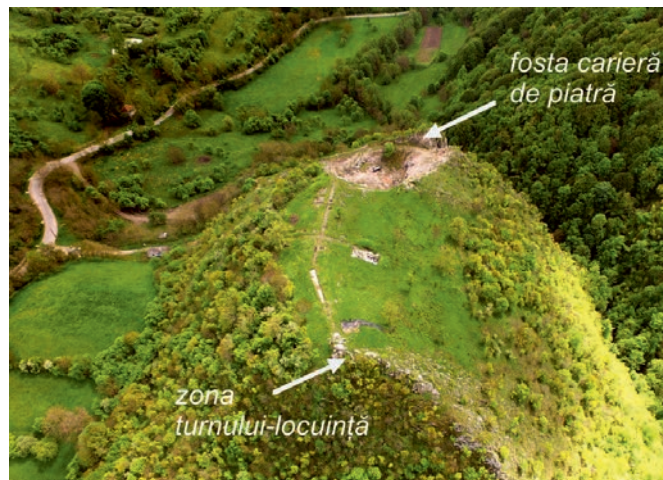


Fig. 2. Imagine aeriană dinspre nord a dealului Cetățuie (foto D. Ștefan).

Fig. 2. North aerial view of the Cetățuie Hill (photo D. Ștefan).

the first data about several types of stones identified during 2015-2016 at the archaeological site Ardeu – *Cetățuie* was published, referring to the petrographic types, mineralogical components and their durability (Cetean, Ferencz 2016).

The stone samples were obtained from the blocks and stone slabs used as building material (walls, roads) and from various fragments collected from the upper plateau of the hill (Cetean, Ferencz 2016, 48-52). Based on the conclusions of this preliminary research, the directions of a more thorough multidisciplinary investigation have been outlined, namely, the identification of possible source-areas for the initially highlighted lithic elements, and the addition of the stone elements discovered during the later



Fig. 3. Vedere dinspre sud a platoului cetății dacice Ardeu – Cetățuie (foto I.V. Ferencz).

Fig. 3. South view of the Dacian fortress Ardeu – Cetățuie plateau (photo I.V. Ferencz).

pentru elementele litice puse în evidență inițial, dar și extinderea numărului de probe analizate din rocile regăsite în săpăturile arheologice ulterioare (Cetean, Ferencz 2016, 52).

Prezentul articol detaliază atât rezultatele obținute în a doua etapă de cercetare pe acropola dealului Ardeu – Cetățuie, prin descrierea petrografiei și mineralogiei probelor recoltate din formațiunile geologice aflate în proximitatea cetății dacice, cât și interpretarea tuturor informațiilor rezultate din cercetarea interdisciplinară, prin marcarea elementelor de similitudine dintre aceste depozite și probele regăsite în zona șantierului arheologic.



Fig. 4. Suprafața Sp6 în zona turnului-locuință pe dealul Cetățuie (foto C.C. Roman).

Fig. 4. Sp6 surface on the tower-house area from Cetățuie hill (photo C.C. Roman).

archaeological excavations to the number of analyzed samples (Cetean, Ferencz 2016, 52).

This paper not only describes the results obtained during the second phase of the research conducted on the acropolis of the Ardeu – Cetățuie Hill, detailing the petrography and mineralogy of the samples collected from the geological formations adjacent to the site, but also incorporates the interpretation of all data acquired during the interdisciplinary research, thus signalling the similarities between these deposits and the samples gathered from the area of the archaeological site.

1. Cadrul arheologic

Dealul *Cetățuie* de la Ardeu, precum și zona învecinată, în special spre sud și est, a constituit mediul propice în care au locuit comunități umane diverse, în epoci istorice diferite (Ferencz, Roman 2010, 173; Cetean, Ferencz 2016, 47). Cele mai consistente urme însă aparțin civilizației dacice. Dacii au fost cei care au amenajat dealul *Cetățuie* (fig. 1, 2) și zona alăturată, sub forma unei reședințe aristocratice, dezvoltând o așezare pe terase și în lunca Văii Ardeului (Ferencz, Roman 2010, 173). Zona de interes pentru cercetările de detaliu privitor la tipurile de roci o constituie însă platoul superior al *Cetățuiei*, arealul de pe care au fost recoltate mostrele de rocă analizate în perioada 2015-2016 (Cetean, Ferencz 2016), completate cu probele recoltate în anul 2017 în perioada campaniei de săpături.

Cea mai importantă clădire pusă în evidență prin cercetări arheologice pe culmea dealului *Cetățuie* este turnul-locuință. Amplasată în partea nord-vestică a platoului, pe o porțiune mai ridicată în formă de mamelon, construcția domina prin poziție și prin arhitectura monumentală. Avea baza realizată din blocuri de calcar oolitic (Ferencz et al. 2015, 28; Ferencz et al. 2016, 18; Cetean, Ferencz 2016, 48-49, fig. 40) zidite sub forma a două paramente, unite între ele cu bârne fixate în canale realizate sub formă de „coadă de rândunică” (fig. 11/c), între care spațiul a fost umplut cu piatră locală și pământ (Pupeză 2011, 148). La Ardeu, în spațiul dintre cele două paramente, au fost amplasate și blocuri masive de calcar oolitic (Ferencz et al. 2016, 18). Elevația, așa cum rezultă

1. The archaeological context

The *Cetățuie* Hill at Ardeu and the neighbouring area, particularly to the south and to the east, provided a favourable environment, inhabited by various human communities at different historical periods (Ferencz, Roman 2010, 173; Cetean, Ferencz 2016, 47). However, the most consistent traces belong to the Dacian civilization. The Dacians were the ones to convert the *Cetățuie* Hill (fig.1, 2) and the adjacent area into an aristocratic residence and to develop a settlement on the terraces and in the meadow of the Ardeu stream valley (Ferencz, Roman 2010, 173). Still, the detailed research on the stone types focused on the upper plateau of the *Cetățuie* Hill, from where the stone samples analyzed in 2015-2016 and those obtained during the archaeological campaign in 2017 were collected (Cetean, Ferencz 2016).

The most important building revealed by the archaeological excavations carried out on the crest of the *Cetățuie* Hill is the tower house. The construction, located on a raised hillock-shaped area in the north-western part of the plateau, dominates both by its position and its monumental architecture. The foundation was built using oolitic limestone blocks (Ferencz et al 2015, 28; Ferencz et al. 2016, 18; Cetean, Ferencz 2016, 48-49, fig. 40), arranged in two outer faces, held together by wood tie beams fixed in dovetail shaped joints (fig. 11/c). The space between the outer faces was filled with local rock and soil (Pupeză 2011, 148). At Ardeu, massive blocks of oolitic limestone were added to the filling (Ferencz et al. 2016, 18). The superstructure revealed so far by the archaeological research appears to have been made of wood, as well as the roof.

din cercetările arheologice efectuate până în prezent, pare să fi fost realizată din lemn, iar acoperișul, de asemenea, din material lemnos.

Suprafața dealului a fost terasată, astfel încât să poată să fie amplasate o serie de locuințe de mici dimensiuni, destinate probabil membrilor suitei nobilului (Ferencz, Hegy 2014, 16; Ferencz 2014, 124). De asemenea, au fost identificate urmele unui atelier în care erau desfășurate activități complexe de fierărie și prelucrare a bronzului și a materiilor dure animale (Ferencz, Hegy 2014, 15-16; Ferencz 2014, 124). Lucrările de amenajare au necesitat nu numai dislocări manuale ale rocii calcaroase din care este alcătuit dealul, dar și depunerea unei cantități însemnate de material de umplutură cu rol în structura de susținere sau rezistență. Acesta a avut caracter grosier, cum sunt clastele de natură aluvionară tip pietriș (fig. 14) sau fragmentele de roci andezitice sau breicioase similare celor din zonă (fig. 13/d, e), dar și de liere (pământ) (Cetean, Ferencz 2016, 52).

Întreg platoul superior a fost fortificat cu zid din piatră locală, având grosimea de cca 2 m. Acesta a fost regăsit pe latura estică, unde a fost secționat pe o lățime de 2 m și s-a putut constata că se păstrează o înălțime de cca 1 m (Ferencz 2014, 118-121, fig. 5, 7). Poarta se găsea probabil în partea sud-estică a platoului, acolo unde ajungea un drum săpat în roca dealului, al cărui traseu poate fi urmărit în mare măsură și în prezent (Ferencz, Căstăian, Socol 2016, 267, fig. 3). Existența altor edificii sau amenajări, cum sunt ruinele porții, nu poate fi exclusă, însă în stadiul

The surface of the hill was terraced in order to accommodate a series of small houses, probably built for the members of the noble's retinue ('nobiliary court') (Ferencz, Hegy 2014, 16; Ferencz 2014, 124). Additionally, the research exposed the traces of a workshop where complex activities of iron-working, bronze-working and working of osseous materials took place (Ferencz, Hegy 2014, 15-16; Ferencz 2014, 124). The land improvement works required not only manual dislocation of the limestone which composes the hill but also the addition of a significant quantity of filling material in order to ensure the support or the resistance structure. The latter was both coarse (gravel clasts – fig. 14) andesitic or breccious rock fragments similar to the ones from the surrounding area (fig. 13/d, e) and bounding (clayey materials) (Cetean, Ferencz 2016, 52).

The entire upper plateau was fortified with a wall about 2 m thick built of local stone. Its traces were identified on the eastern side, where it was sectioned on a 2 m width. It was observed that it is still preserved about 1 m high (Ferencz 2014, 118-121, fig 5, 7). The gate was probably on the south-eastern side of the plateau. Here reached a path cut into the hill. Even today, its route can be traced to a significant degree (Ferencz, Căstăian, Socol 2016, 267, fig. 3). The existence of other constructions or land improvements, such as the ruins of the gate, cannot be excluded, but at the current state of the research more detailed information is unavailable.

actual al cercetărilor nu sunt disponibile informații mai detaliate.

Pentru alte tipuri de amenajări, dar și pentru confecționarea unor anumite obiecte (cum sunt cutele pentru ascuțit) au fost folosite gresii subcuartoase (fig. 12) (Cetean, Ferencz 2016, 49-52). Alte obiecte (probabil râșnițe – fig. 14/b), prezente în descoperirile arheologice, au fost realizate din andezit cu biotit (fig. 13/a, c) (Cetean, Ferencz 2016, 52).

2. Geografia și geomorfologia zonei

Perimetrul Ardeu - dealul Cetățuie se dispune într-un meandru strâns format de pâraul Ardeu imediat în aval de localitatea cu același nume (fig. 5). Acesta are un curs nord-sud, aproape paralel cu văile Geoagiu și Băcăia, cu care se unește în dreptul satului Bozeș și apoi se varsă în zona localității Geoagiu ca afluent de dreapta al Mureșului, căruia îi este tributar hidrologic.

Din punct de vedere geografic, perimetrul cu calcare de la Ardeu aparține părții sudice a Munților Apuseni de Sud, respectiv zonei sudice a Munților Metaliferi, în apropiere de culoarul Mureșului. Geomorfologic, arealul prezintă un relief dezvoltat pe formațiuni vulcanice, cu munți nivelați (cu altitudini de 600-1000 m), dezvoltăți pe eruptiv mezozoic și fliș, dominați de resturi calcaroase (cum este martorul de eroziune pe care este amplasată cetatea dacică de la Ardeu) și aparate vulcanice cu aspect de măguri.



Fig. 5. Amplasarea administrativă a zonei Ardeu și elemente topometrice (Harta topografică 1:25 000, L-34-71-C-d, 1979).

Fig. 5. Administrative location of the Ardeu area and topometric elements.

For other types of land improvement and for the manufacture of several objects (such as whetstones) sub-quartzitic sandstones were selected (fig. 12) (Cetean, Ferencz 2016, 49-52). Other objects (probably the quern stones – fig. 14/b) discovered during the archaeological excavations were made of andesite with biotite (fig. 13/a, c) (Cetean, Ferencz 2016, 52).



Fig. 6. Reprezentarea zonei Ardeu - Vf. Pleșa Mare pe Harta Josefînă a Transilvaniei 1769-1773 (www.mapire.eu).

Fig. 6. Representation of the Ardeu-Pleșa Mare Peak on Josephinische Landaufnahme 1769-1773 (www.mapire.eu)



Fig. 7. Imagine 3D a zonei cetății dacice Ardeu, cu evidențierea poziției de relict de eroziune (Captură Google Earth, vizualizat 15.01.2018).

2. The geographic and geomorphological layout of the area

The perimeter Ardeu – Cetățuia Hill is located inside a narrow meander formed by the Ardeu stream, immediately downstream from the village with the same name (fig. 5). The stream flows north-south, almost parallel with the valleys of Geoagiu and Băcăia. After it reunites with the latter two at the village Bozeș, it flows into the Mureș, as one of its right-side hydrologic tributaries, close to the settlement Geoagiu.

Geographically, the limestone perimeter of Ardeu belongs to the southern part of the Southern Apuseni Mountains, and respectively the southern area of the Metaliferi Mountains, close to the Mureș corridor. From a geomorphologic perspective, the area is characterised by a landform developed on volcanic formations, with flattened mountains (600-100 m high) formed on Mesozoic eruptive and flysch and dominated by limestone remnants (such as the erosion remnant on top of which the Dacian fortress at Ardeu is located) and volcanic apparatus hillock-like.

The hypsometric curve of the limestone peak raises almost 100 m above the level of the Ardeu valley (Ferencz, Florea 2013, pl. III) (fig. 2, 5), with accentuated abrupt slopes, up to almost 460 m high in the area of the archaeological site. At less than 1 km away, the highest neighbouring landform is the Pleșa Mare Peak (also named Cornet), with 711.7 m.

Fig. 7. 3D image of the area of the Dacian fortress Ardeu, highlighting its relict erosion position of it (after Google Earth).

Hipsometric, piscul calcaros se ridică cu aproape 100 m față de valea Ardeului (Ferencz, Florea 2013, pl. III) (fig. 2, 5), cu versanți abrupti accentuați, până la aproape 460 m altitudine în zona sitului arheologic. La mai puțin de 1 km depărtare, cea mai mare înălțime în apropierea perimetrului aflat în studiu de detaliu este Vf. Pleșa Mare (numit și Cornet), cu 711,7 m.

3. Elemente de geologie a zonei

Ca parte din Munții Apuseni de Sud – denumiți geografic și Munții Metaliferi – perimetrul sitului Ardeu aparține geologic învelișului sedimentar prelaramic, reprezentat prin depozite grezoase și carbonatate de vârstă Jurasică. Calcarele se dispun într-un zăcământ de formă masivă, cu direcție preponderentă NE-SW și cu structură compactă (fig. 8).

Tributară unei tectonici rupturale bine exprimată, zona extinsă include, însă, mai multe formațiuni, diverse ca tip, vârstă și origine:

- spre sud și sud-est, Unitatea de Bozeș – cu depozite flișoide grezos-marnoase (Strate de Bozeș, strate de Geoagiu);
- spre nord-est, nord și nord-vest, *zona magmatitelor mezozoice* (ofiolite), cu o gamă largă de roci de la bazine la acide (bazalte, andezite, +/- dacite, riolite), atât sub formă de corpuri înrădăcinate sau curgere, cât și piroclastite nediferențiate, extinse ca suprafață și cu grad ridicat de transformare; aproape limitrof perimetrului Ardeu, spre nord-est

3. The geological elements of the area

As part of the Southern Apuseni Mountains - geographically named also the Metaliferi Mountains - the perimeter of the Ardeu site belongs to the pre-Laramic sedimentary cover, represented by siliciclastic and carbonate deposits. The limestone lays in a massive deposit with a compact structure, orientated preponderantly NE-SW (fig. 8).

However, the larger area, connected with well-evidenced rupture tectonic manifestations, includes several formations, diverse in type, age and origin:

To the south and south-east, *Bozeș Unit* – with marly siliciclastic flysch (Bozeș Strata, Geoagiu Strata);

To the north-east, north and north-west, *the area of the Mesozoic igneous* (ophiolites), with a large spectrum, ranging from basic to acid rocks (basalts, andesites, +/- dacites, rhyolites), occur not only as rooted bodies or magma flows, but also as undifferentiated pyroclastics rocks, widened of the surface and manifesting a high degree of transformation; to the north-east, almost bordering the Ardeu perimeter, marly-silty deposits of the *Curechiu-Techereu Unit* were identified as well;

To the west (including the area of the perimeter Ardeu-*Cetățuie Hill*), the *Ardeu Unit*, with an exclusively carbonate character (bio-calcarenite, reef and peri-reef limestone, red nodular limestone), Jurassic and Cretaceous deposits age; further, different types of Miocene gravels, named the *continental red beds formation*, are located;

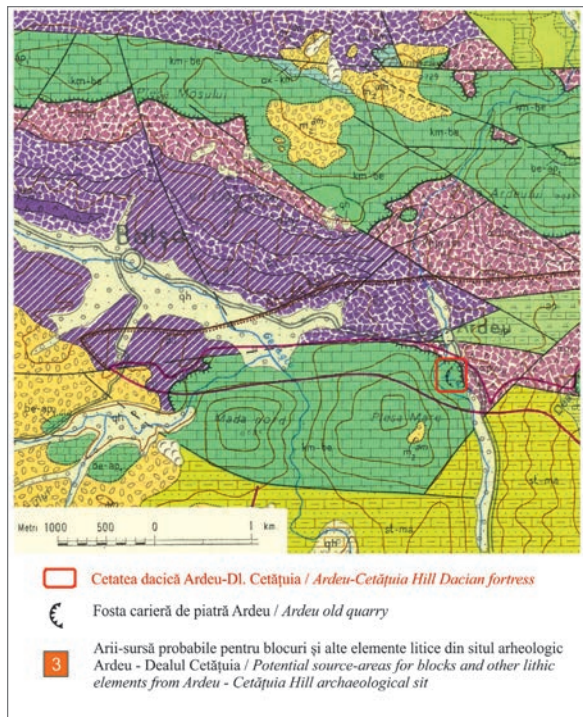
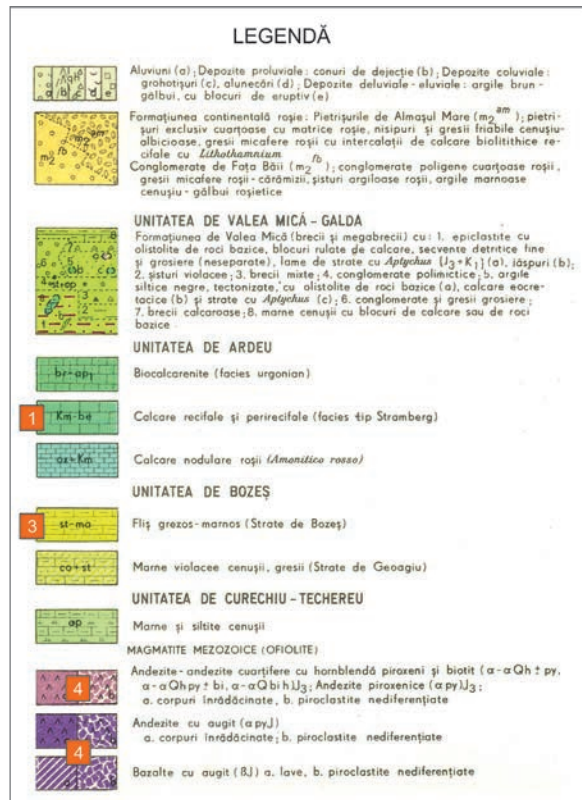


Fig. 8. Harta geologică a zonei Ardeu, sc. 1:50 000.

Fig. 8. The geological map of the Ardeu area, sc. 1:50 000.

au fost identificate și depozite marnoase-siltice ale *Unității de Curechiu-Techereu*;

- spre vest (inclusiv zona perimetrului Ardeu - dealul Cetățuia), *Unitatea Ardeu*, cu caracter exclusiv carbonatic (biocalcarenite, calcare recifale și perirecifale, calcare nodulare roșii) și vârste ale depozitelor Jurasice și Cretacice; dincolo de aceasta, se dispun pietrișuri de diferite tipuri de vârstă Miocenă, denumită *formațiunea continentală roșie*;



To the north-east, after the calcareous deposits and the Mesozoic igneous rocks, extends the *Valea Mică - Gâlda Unit*, with detrital to marly calcareous features.

The most widespread probability, emerging from the *site catchment analysis* applied on diverse perimeters once inhabited by human populations is the procurement of resources available at the closest distance, if they could fit the purpose of a certain activity. Based on this observation,

- spre nord-est, dincolo de depozitele calcarose și magmatitele mezozoice, se extinde *Unitatea de Valea Mică - Gâlda*, detritică până la marnos-calcaroasă.

Cea mai larg răspândită probabilitate, rezultată din *site catchment analysis* pentru diverse perimetre locuite cândva de populații, este utilizarea resurselor aflate cel mai aproape ca distanță, dacă corespund scopurilor unei activități specifice. Urmând această observație, cercetarea inițială geologic-arheologică din dealul Cetățuie a parcurs, în etape succesive, analiza probelor din perimetru și ulterior recoltarea de probe din zone geologic probabile și aflate în proximitate, analiza acestora în laborator, coroborarea datelor și determinarea similitudinilor petrografico-mineralogice.

După etapele de cercetare interdisciplinară desfășurate în perioada 2015-2018, pentru patru din cele cinci categorii de roci descrise în zona cetății dacice Ardeu au fost identificate în proximitate formațiuni ce se puteau constitui în arii-sursă potențiale:

- *calcarele* care alcătuiesc dealul Cetățuie – utilizate pentru zonele de acces, material de umplură (fig. 4, 11/b) sau chiar confecționare de proiectile (fig. 14/c);
- *gresiile* subcuartoase (fig. 12) – regăsite ca elemente de pavaj pentru căi de acces sau interioare (probabil), dar și pentru obiecte cum sunt cutele de ascuțit;
- *rocile andezitice* masive sau piroclastice (brecioase) (fig. 13/a, d), dintre care anumite sortimente au

the initial geological-archaeological research covered, in consecutive phases, the analysis of the samples from the perimeter, the collection of samples from the neighbouring probable geologic sources, the laboratory analysis of the samples, the corroboration of the data and the identification of the petrographic-mineralogical similarities.

Following the phases of the interdisciplinary research carried out during the 2015-2018 period there were identified in the proximity of the site geological deposits which could be potential source-areas for four of the five rock categories described for the Ardeu Dacian fortress area:

- *limestone* that composes the Cetățuie Hill - used for the access zones, as filling material (fig. 4, 11/b) or even for the manufacture of projectiles (fig. 14/c);
- *sub-quartzitic sandstones* (fig. 12) – identified as elements of pavement for the access ways or interiors (probably), but also in the composition of objects such as whetstones;
- massive or pyroclastic (breccious) *andesitic rocks* – fig. 13/a, d, several types were used as filling for different set-ups, whereas others provided the material for the manufacture of household objects, such as the quern stones (fig. 14/b);
- *gravels* (unconsolidated alluvial deposits – fig. 14/a) – as filling material, subordinated in volume.

However, the most representative stone elements in the area of the Dacian fortress on the Cetățuie Hill are the blocks of *oolithic limestone* (fig. 10, 11). This petrographic variety has not been detected in the adjacent prospected areas, nor mentioned in the professional papers (Borcoș et al 1985).

fost utilizate ca material de umplutură pentru diferite amenajări, iar altele, poate provenind din surse aflate la distanțe mai mari, pentru obiecte casnice, manufacturate, cum sunt râșnițele (fig. 14/b);

- *pietrișuri* (depozite neconsolidate de natură aluvionară – fig. 14/a) – ca material de umplutură, subordonat volumetric.

Însă cele mai reprezentative elemente de piatră din zona cetății dacice din dealul Cetățuie sunt blocurile de *calcar oolitic* (fig. 10; 11). Această varietate petrografică nu a fost identificată în zonele adiacente prospectate și nici nu sunt referințe în bibliografia de specialitate (Borcoș et al. 1985).

În următoarele capitole este prezentată sinteza rezultatelor cercetărilor multidisciplinare din perioada 2015-2017, desfășurată în două etape de investigări în teren și recoltări de probe.

4. Geologie și arheometrie în situl arheologic Ardeu – dealul Cetățuie

4.1. Roca de fundament

Roca (carbonatică) din perimetrul Ardeu de vârstă Cretacică (fig. 8 - legendă, pct. 1) a fost studiată anterior în vederea utilizării. Acestea au fundamentat deschiderea unei cariere de piatră (fig. 2) în versantul sudic al dealului Cetățuie, cu două trepte de exploatare cu lungimea de 50-60 m. Pentru o perioadă de timp, cariera a constituit o sursă de piatră concasată

The following chapters present the synthesis of the multidisciplinary research of 2015-2017, carried out in two phases of field investigations and sample collection.

4. The geology and archaeometry at the archaeological site Ardeu - Cetățuie Hill

4.1. Bedrock

The Cretaceous carbonate rock from the Ardeu perimeter (fig. 8 - legend, point 1) was previously studied in the idea of an economic use. The results justified the establishment of a stone quarry (fig. 2) on the southern slope of the Cetățuie Hill, with two 50-60 m long exploitation benches. For a certain period of time, the quarry was a source of crushed stone for the infrastructure (for buildings or road infrastructure upgrade) and, subordinate to it, of flux for smelting. The characteristic colour of the rock is described as a variation from grey-orange to yellowish, yellowish brown and light-brown. Concerning the physical-mechanical characteristics, the rock has good properties for a limestone: real density 2.682 g/cm³, compactness 97.62% and resistance to compression in a dry state 1175 N/mm².

Within the current research, six macroscopic samples collected in 2015 and 2017 have been analysed for the bedrock (fig. 9), from which two thin sections have been cut for mineralogical analysis using optical microscopy. The results thus obtained are succinctly described below.

Rock type according to the mineralogical-petrographic definitions: allochemical (pelletal - sub-fossiliferous) sparite limestone. Collection point: the units of the

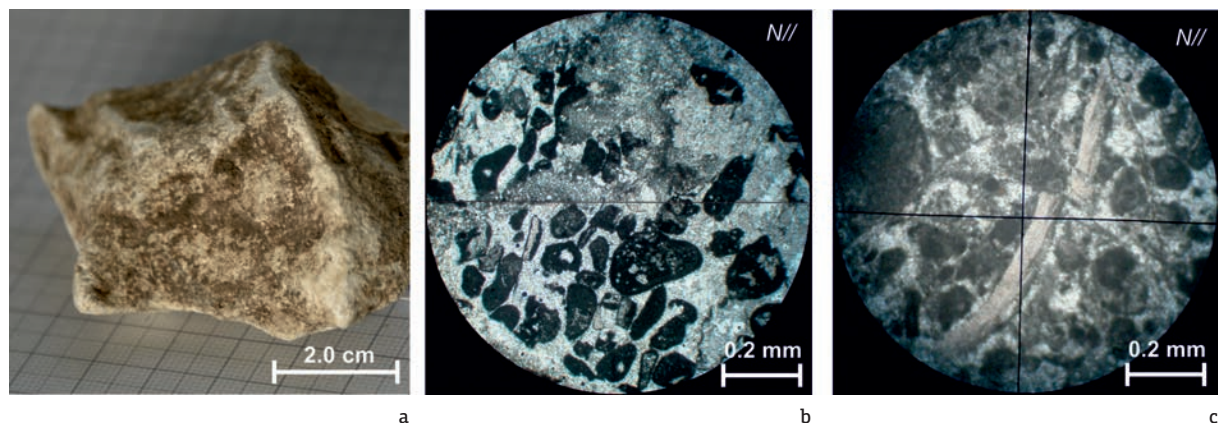


Fig. 9. Calcar alochemic (peletal sub-fosilifer) sparitic din fundamentul dealului Cetățuia (foto V. Cetean).

Fig. 9. Sparitic allochemic limestone (peletal subfossiliferous) from the Cetățuia Hill basement (photo V. Cetean).

pentru infrastructură (la clădiri sau întreținerea și modernizarea drumurilor) și subordonat, ca fondant în turnătorie. Culoarea caracteristică a rocii a fost descrisă ca variind de la crem la gălbui, gălbui-marونیu și cărămiziu. În ceea ce privește caracteristicile fizico-mecanice, acestea descriau o rocă cu bune proprietăți pentru un calcar: densitate absolută 2,682 g/cmc, compactitate 97,62% și rezistența la compresiune în stare uscată de 1175 N/mm².

În cadrul cercetării prezente, din roca de bază s-au descris șase probe macroscopice recoltate în 2015 și 2017 (fig. 9), realizându-se două secțiuni subțiri pentru analize mineralogice prin microscopie optică. Rezultatele obținute sunt descrise succint mai jos.

archaeological research investigated during 2016-2017 (Ferencz et al. 2017; Ferencz et al. 2018) and fragments found on the surface of the site. *Abundance on the archaeological site*: the bedrock of the archaeological site. *Form found on the site*: bedrock (massive or fragments). *Structure*: of precipitation and partially biogen. *Texture*: granular and accretionary microcrystalline texture for the ovoid, spherical or irregular pellets and micrite-sparitic for the cement. *Compactness*: high. *Porosity*: low (voids/pores <3-5% of the rock volume). *Workability*: moderate. *Durability*: good; processes of superficial alteration can occur, with depositions of limonite, clay minerals and, more rarely, recrystallized calcite; the mechanical degradation can be accentuated in the areas where the integrity of the rock was previously affected by the blasting method of quarrying used in the immediate proximity of the archaeological site.

Tip rocă conform încadrărilor mineralogico-petrografice: **calcar alochemic (peletal-subfossilifer) sparitic**. *Punct de recoltare:* Suprafața Sp7/2016, din nivelul vegetal (Ferencz et al. 2017). *Abundență în situl arheologic:* constituie fundamentul pentru situl arheologic. *Forma sub care se regăsește în sit:* rocă de bază (nedetașată sau fragmente); *Structură:* de precipitație și parțial organogenă. *Textură:* microcristalină grăunoasă și acreționară pentru peletele ovoidale, sferice sau neregulate și micrit-sparitică pentru liant. *Compactitate:* ridicată. *Porozitate:* mică (goluri/pori <3-5% din volumul rocii). *Lucrabilitate:* medie. *Durabilitate:* bună; se pot întâlni procese de alterare superficială, cu depuneri de limonit, minerale argiloase și mai rar calcit recristalizat; dezagregarea fizică poate fi accentuată în zonele în care integritatea rocii a fost afectată de metoda de exploatare prin pușcare imediat limitrof sitului arheologic. *Grad de similitudine cu aria-sursă:* total (recoltare inclusiv in situ din zona șantierului arheologic).

Descriere succintă a elementelor arheologice: Roca locală a fost utilizată pentru umplerea spațiilor între paramenții zidurilor „turnului-locuință” și pentru construcția zidului de incintă al fortificației (Ferencz 2014, 118-121, fig. 5, 7). Piatra sub formă de spărtură a rezultat nu numai din lucrările de terasare și de amenajare a drumului de acces, dar foarte probabil o mare cantitate a fost extrasă special pentru aceste scopuri, undeva, la baza dealului. O altă categorie o reprezintă proiectilele de piatră găsite în sit (Ferencz, Căstăian, Socol 2016, 269, fig. 6, 7), deocamdată reduse ca număr (2 piese), realizate pentru a fi aruncate

Similarity to the source-area: total (including in-situ sample collection from the area of the archaeological site).

Brief description of the archaeological features: The local rock was used to fill the space between the outer faces of the walls of the ‘tower house’ and for the construction of the enclosure wall of the fortification (Ferencz 2014, 118-121, fig. 5, 7). The crushed stone resulted not only from the terracing of the hill and setting out of the access road, but also from somewhere at the foot of the hill, where very likely a large quantity was extracted particularly for these purposes. Another category is the stone projectiles found at the site (Ferencz, Căstăian, Socol 2016, 269, fig. 6, 7), counting only two finds, produced for being thrown with the slingshot or even with the hand. One of them is made from a limestone similar to the bedrock (fig. 14/c).

4.2. Stone blocks used for the masonry of the Dacian fortress Ardeu - Cetățuia Hill

At the Ardeu site the most important as presence and volume are represented by the stone blocks used for the construction of the walls. They were well distinguished in the area of the ‘tower house’ (fig. 4), but also in the composition of the other masonry structures (probably part of the defence system of the Dacian settlement) built on the Ardeu fortress’ plateau (fig. 11/b, c).

The multidisciplinary investigations carried out up to now have identified several fragments scattered on the surface of the hill and preponderantly inside the archaeological trenches opened in the area of the ‘tower house’ and in its vicinity. They were arranged in alignments with a clearly distinguishable constructive structure, in layers (rows), in

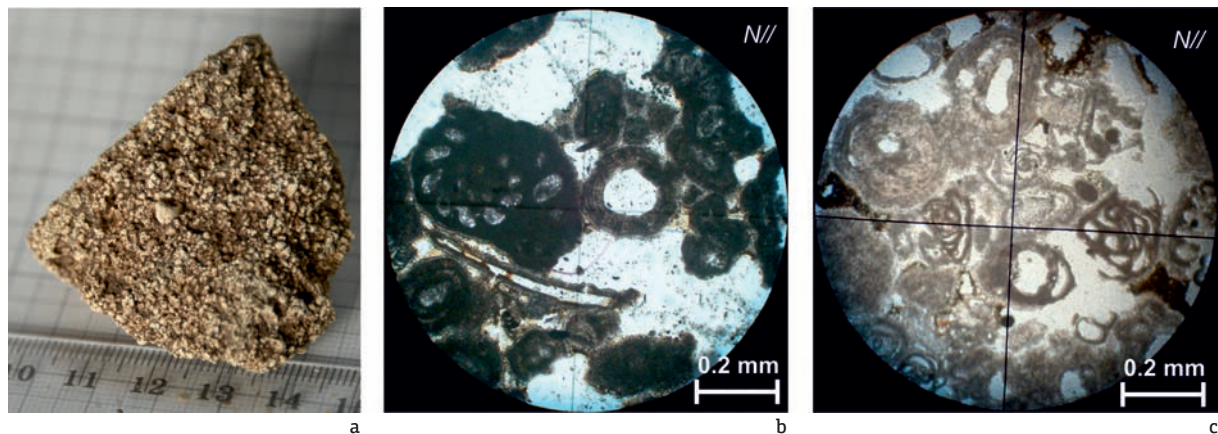


Fig. 10. Calcar oolitic-fosilifer utilizat la zidăria cetății Ardeu - dealul Cetățuie (foto V. Cetean).

Fig. 10. Oolitic-fossiliferous limestone used for walls at Ardeu - Cetățuie Hill (photo V. Cetean).

cu praștia sau chiar cu mâna. Dintre acestea, una este confecționată din calcar asemănător celui din fundament (fig. 14/c).

4.2. Blocuri de piatră utilizate la zidăria cetății dacice Ardeu – dealul Cetățuie

Cele mai importante ca prezență și volumetrie în situl Ardeu sunt blocurile de piatră utilizate la construcția zidurilor. Acestea fost bine puse în evidență în zona turnului-locuință (fig. 4, 11/b, c).

Investigațiile multidisciplinare desfășurate până în prezent au identificat prezența lor în fragmente răspândite pe suprafața dealului, dar preponderent în unitățile de cercetare arheologică cercetate în zona „turnului-locuință” și în apropierea acestui

two outer faces bound by transversal wood tie beams, fixed at each end into special joints called ‘babe’. The space between the outer faces was filled with an emplecton made of stone and compressed soil (Pupeză 2011, 148). The shaping process and the arrangement of the blocks suggest their role as an element of resistance and load.

The petrography of twelve samples obtained from the blocks was analysed. Three samples were selected for microscopic analyses within the mineralogical study.

Rock type according to the mineralogical-petrographic definitions: oolitic-fossiliferous limestone (bio-oolithic limestone). Collection point: the archaeological trenches opened in 2016-2017 and block fragments found on the surface of the site. Abundance on the archaeological site: moderate. Form found on the site: dimensioned masonry



a



b



c

Fig. 11. a - Calcar oolitic-fosilifer utilizat la zidărie (foto V. Cetean); b - blocuri dimensionate de calcar oolitic-fosilifer (foto C.C. Roman); c - canelură în formă de „coadă de rândunică” pentru tiranții de sprijin intern ai paramentelor (foto C.C. Roman).

Fig. 11. a - Oolitic-fossiliferous limestone used for walls (photo V. Cetean); b - Oolitic-fossiliferous limestone blocks (photo C.C. Roman); c - "Swallow tail" groove for internal support strings of paraments (photo C.C. Roman).

edificiu. Ele se dispun în aliniamente cu structură constructivă clar delimitabilă, în asize (rânduri), cu două paramente, legate între ele cu bârne transversale din lemn, fixate la capete în lăcașuri speciale numite „babe”, având între ele un emplecton din pietre și pământ bătut (Pupeză 2011, 148). Forma de prelucrare și poziționarea blocurilor susțin rolul acestora de element de rezistență și încărcare.

blocks. *Structure*: oolitic and partially organogenous. *Texture*: in-equigranular arenite-rudite oolitic for the grains, and respectively micrite-microcrystalline for the cement. *Compactness*: high. *Porosity*: moderate (voids/pores >10-20% of the rock volume). *Workability* – good. *Durability*: good – processes of alteration manifested as secondary micritisation, limonitisation and argillisation did not radically affect the integrity and resistance properties – only partially the visual properties and the degree of friability of the surfaces exposed to weathering, reaching until 2-5 mm deep into the rock. *Similarity to the probable source-area*: undetermined at this stage of the research.

Au fost analizate petrografic 12 probe din blocuri, fiind selectate trei dintre ele pentru analize microscopice în vederea studiului mineralogic.

Tip rocă conform încadrărilor mineralogico-petrografice: **calcar oolitic-fosilifer (bio-oolitic).**

Punct de recoltare: extremitatea nordică a S4M', recoltat de la suprafața solului în anul 2016.

Abundență în situl arheologic: medie. *Forma sub care se regăsește în sit:* blocuri dimensionate de zidărie.

Structură: oolitică și parțial organogenă. *Textură:* inechigranulară arenit-ruditică oolitică pentru corpusculi, respectiv micritic-microcristalină pentru liant. *Compactitate:* ridicată. *Porozitate:* medie (goluri/pori >10-20% din volumul rocii. *Lucrabilitate:* bună. *Durabilitate:* bună – procesele de alterare de tipul micritizărilor secundare, limonitizărilor și argilizărilor n-au afectat drastic proprietățile de integritate și rezistență, ci doar parțial cele vizuale și gradul de friabilitate pe suprafețele expuse factorilor exogeni, pe o adâncime în rocă până la 2-5 mm. *Grad de similitudine cu aria-sursă probabilă:* necunoscută la stadiul actual al cercetărilor.

Descriere succintă a elementelor arheologice: blocuri dimensionate de formă prismatică, cu lungimi de 40-70 cm și lățimi de 25-40 cm/ înălțimi de 35-50 cm. Blocurile sunt fasonate pe cinci dintre cele șase fețe, cea din interior, dinspre emplecton, fiind sumar prelucrată (fig. 11/b, c). O parte din blocuri prezintă canelură trapezoidală (în formă de coadă de rândunică) de sprijin pentru bărnele prin care erau conectate cele două paramente.

Brief description of the archaeological features: prismatic dimensioned blocks, 40-70 cm long and 25-40 cm wide / 35-50 cm high; the blocks are finished on five out of six sides - the sixth, on the inside, towards the emplecton, is only roughly worked (fig 11/b, c). Part of the blocks still preserves the traces of a trapezoidal joint (dovetail shaped) that fixed the wood tie beams binding the outer faces of the wall.

4.3. Other lithic elements found in the archaeological site at Ardeu Cetățuie Hill

4.3.1. Sandstones

Consolidated clastic rocks of the sandstone type were found on the Ardeu site, following a prospecting campaign in the area carried out, aimed to identify similar geological formations. Six samples were collected and petrographically analysed (two from the site and four from the outcrops of the Bozeș Strata (fig. 12/a-c and fig. 8, legend, point 3). Three samples were selected for mineralogical microscopic analyses (fig. 12/d, e).

Rock type according to the mineralogical-petrographic definitions: **polymictic sandstone and/or sub- quartzitic sandstone.** *Collection point:* the archaeological trenches opened in 2015-2016 and outcrops along the Ardeu stream valley, upstream from the Bozeș village. *Abundance on the archaeological site:* moderate. *Form found on the site:* angular fragments probably used for pavement, and respectively to obtain tools for sharpening metal objects (Cetean, Ferencz 2016, p. 49-50). *Structure:* detrital. *Texture:* psammitic; the grain size is fine to very fine sandstones. *Compactness:* medium. *Porosity:* low (voids/pores <5% of the rock volume). *Workability:* good. *Durability:* moderate;



a



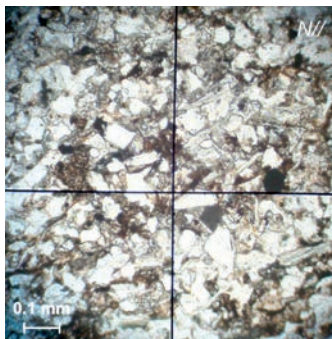
b



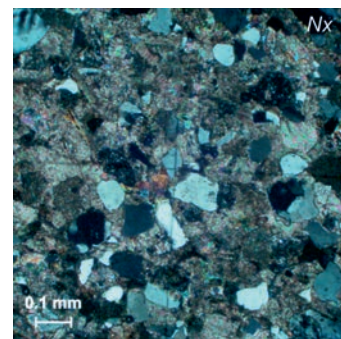
c

Fig. 12. Gresii polimictice și/sau subcuartzoase din zona Ardeu: a - din dealul Cetățuia (foto V. Cetean); b - din stratele de Bozeș (foto I.V. Ferencz); c - afloriment în stratele de Bozeș (foto I.V. Ferencz); d, e - imagini microscopice în lumină polarizată (foto V. Cetean).

Fig. 12. Polimictic and/or subquartzitic sandstones from Ardeu: a - Cetățuia Hill (photo V. Cetean); b - from Bozeș strata (photo I. Ferencz); c - Bozeș strata outcrop (photo I.V. Ferencz); d, e - polarized light microscopic images (photo V. Cetean).



d



e

4.3 Alte elemente litice în situl arheologic Ardeu - dealul Cetățuie

4.3.1. Gresii

Rocile detritice consolidate de tipul gresiilor se regăsesc în situl Ardeu – Cetățuie, ulterior realizându-se o prospecțiune în zonă pentru identificarea unor formațiuni similare. S-au recoltat și au fost analizate petrografic șase probe (două din șantier și patru din aflorimente din Stratele de Bozeș – fig. 12/a-c și fig. 8, legendă, pct. 3), fiind selectate trei dintre ele pentru analize microscopice în vederea studiului mineralogic (fig. 12/d, e).

Tip rocă conform încadrărilor mineralogico-petrografice: **gresie polimictică și/sau gresie subcuartoasă.**

Punct de recoltare: Sp6/2016 și aflorimente de pe valea pârâului Ardeu, amonte de localitatea Bozeș.
Abundență în situl arheologic: medie. *Forma sub care se regăsește în sit:* fragmente angulare utilizate probabil pentru pavaje, respectiv unelte pentru ascuțit obiecte metalice (Cetean, Ferencz 2016, 49-50). *Structură:* detritică. *Textură:* psamitică, granulometric fiind gresii fine până la foarte fine. *Compactitate:* medie. *Porozitate:* redusă (goluri/pori <5% din volumul rocii. *Lucrabilitate:* bună. *Durabilitate:* medie, procesele de alterare putând determina desprinderi locale de material carbonatic și o creștere a friabilității în special pe liniile marcate de paielele de muscovit. *Grad de similitudine cu aria-sursă probabilă:* mare; chiar dacă probele din formațiunea flișoidă de Bozeș prezintă granulație ușor mai mare, tipul și caracteristicile constituenților petrografici alogeni sunt asemănătoare, ca și natura cimentului și procesele secundare.

the processes of alteration caused local detachment of the carbonatic material and the increase of the friability, especially on the lines marked by the muscovite laminae (sheets). *Similarity to the source-area:* high; even if the samples from the flysch formation of Bozeș have a slightly higher granulation, the type and characteristics of the allogenic petrographic constituents are similar, and so is the nature of the cement and the highlighted secondary processes.

Brief description of the archaeological features: isolated fragments of sandstone, generally without a determined functionality; but for some of them still showing specific traces originating from the sharpening of tools and weapons.

4.3.2. Igneous rocks (andesites, ± basalts, pyroclastic rocks)

Although reduced in proportion amongst the lithic elements on the Ardeu site, these rocks are abundant in the area, as a result of the volcanic lava flows or eruptions occurring at different geological periods. They appear both as consolidated rocks (A) and pyroclastic products (B) of andesitic/basaltic composition or undifferentiated. During the archaeological excavations, fragments of small dimensions were found, both as compact and solid rock (fig. 13/a), and as highly altered breccious clasts (fig. 13/d, e). Subsequently, the prospecting carried out in search of the geological source formations facilitated the collection of supplementary samples from the area. These were petrographically (nine samples), and respectively mineralogically (four thin sections) analysed.

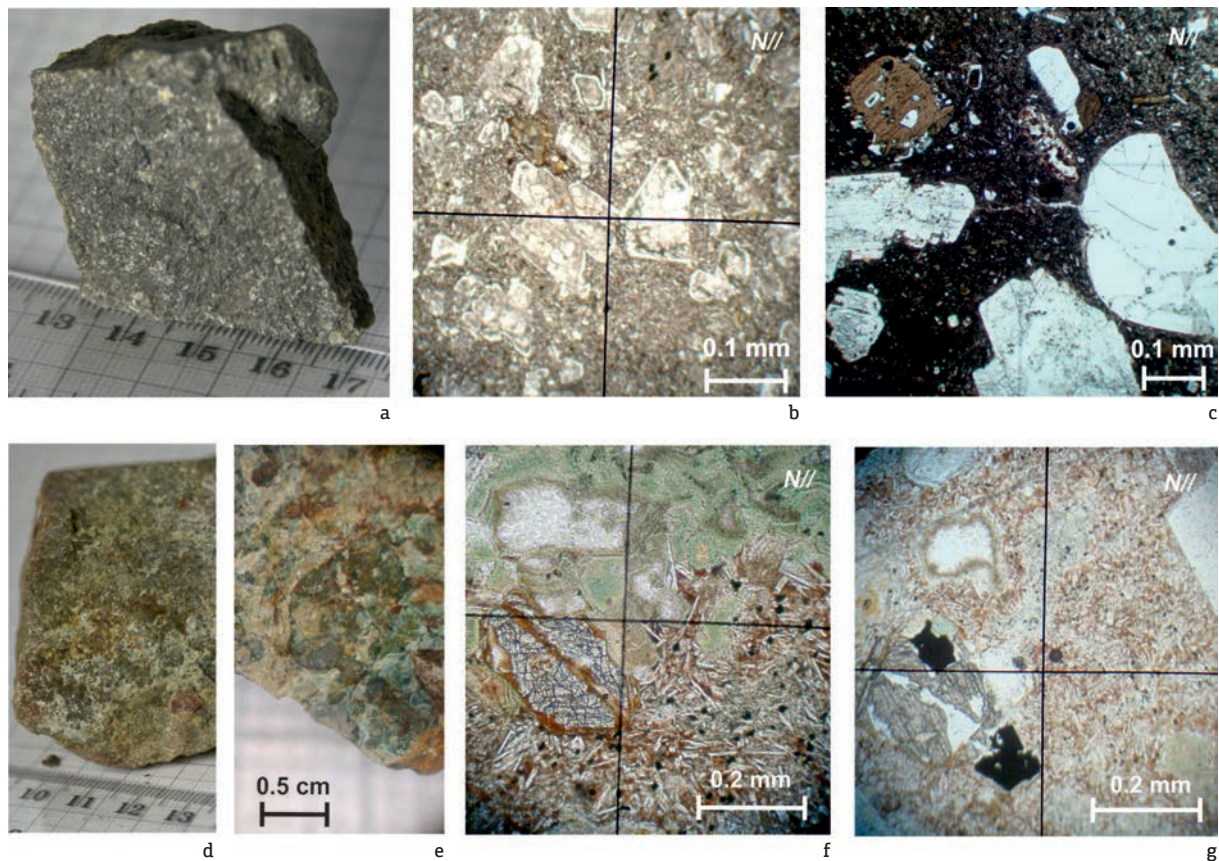


Fig. 13. Formațiuni magmatice – elemente litice în șantierul Ardeu - dealul Cetățuia și în aria limitrofă (foto V. Cetean): a, b - andezit cu augit; c - andezit cuarțitic cu piroxeni și biotit; d-g - tuf lapilic andezitic (roci piroclastice).

Fig. 13. Magmatic rocks – lithic elements on the Ardeu – Cetățuia Hill site and in the neighbourhood (photo V. Cetean): a, b - andesite with augite; c - quartzitic andesite with pyroxenes and biotite; d-g - andesitic lapillic tuff (pyroclastic rocks).

Descriere succintă a elementelor arheologice:

fragmente izolate de gresii, în general fără identificări sigure de utilizare, însă unele dintre ele păstrează urme specifice ustensilelor folosite pentru ascuțitul uneltelor și armelor.

4.3.2. Roci magmatice (andezite, ± bazalte, roci piroclastice)

Deși reduse ca proporție de elemente litice în situl Ardeu, aceste roci apar în abundență în zonă, ca rezultat al curgerilor sau erupțiilor vulcanice din mai multe perioade geologice. Ele apar atât ca roci consolidate (A), cât și ca produse piroclastice (B) de compoziție andezitică/bazaltică sau nediferențiate. Pe perioada săpăturilor au fost găsite fragmente de mici dimensiuni, atât ca rocă compactă și solidă (fig. 13/a), cât și fragmente cu aspect brecios foarte alterate (fig. 13/d, e). Ulterior, prospecțiunea realizată pentru evidențierea formațiunilor geologice de origine a facilitat recoltarea de probe suplimentare din zonă, pe care s-au realizat analize petrografice (nouă probe), respectiv mineralogice pe patru secțiuni subțiri.

Tip rocă conform încadrărilor mineralogico-petrografice:

A) andezit cuarțitic cu biotit și piroxeni, andezit cu augit (fig. 13/a-c) *Punct de recoltare:* De pe suprafața platoului superior, passim; *Forma sub care se regăsește în sit:* fragmente mici, în zona de copertă sau umplutură; *Abundență în situl arheologic:* mică. *Structură:* afanitică; *Textură:* masivă până la fluidală local; *Compactitate:* foarte ridicată; *Porozitate:* foarte mică, sub 1-2%; *Lucrabilitate:* -. *Durabilitate:* bună;

Rock type according to the mineralogical-petrographic definitions:

A) quartz andesite with biotite and pyroxene, andesite with augite (fig. 13/a-c). *Form found on the site:* small fragments, in the cover of hill or filling. *Abundance on the archaeological site:* low. *Structure:* aphanitic. *Texture:* massive to locally fluid. *Compactness:* very high. *Porosity:* very low, under 1-2%. *Workability:* -. *Durability:* good; the feldspars have suffered processes of argillisation and kaolinisation, which did not significantly alter the characteristics. *Brief description of the archaeological features:* isolated fragments on the surface of the site or inside the archaeological trenches. On the archaeological site, they are identified as fragments of rotary querns.

B) lapilli tuff (fig. 13d-g). *Collection point:* the archaeological trench opened in 2015 and fragments from different outcrops. *Abundance on the archaeological site:* low. *Form found on the site:* small fragments from the cover or filling. *Structure:* mechanical clastic (vitro-crystalloclastic). *Texture:* psephitic, medium. *Compactness:* low to very friable. *Porosity:* high (voids/pores >10-15% of the rock volume). *Workability:* -. *Durability:* very low – intense and advanced secondary transformations through argillisation and zeolitisation, but also chloritisation, albitisation, hematitisation and limonite depositions on the walls of the voids. *Similarity to the source-area:* very high (fig. 8, legend, point 4), namely to the Mesozoic igneous volcanic formations north and north-east of the Pleșa Mare Hill (ex. the prolonged crest named 'Prăguțul Ardeului'), which most probably arrived with the transport of a quantity of material necessary for the building of the terraces.

feldspații prezintă procese de argilizare și caolinizare, fără însă să fie afectate major caracteristicile;
Descriere succintă a elementelor arheologice:
 fragmente izolate pe suprafața sitului sau în săpătura arheologică. În situl arheologic se găsește sub forma unor fragmente ale unor râșnițe rotative.

B) tuf lapilic (fig. 13/d-g). *Punct de recoltare:* De pe suprafața platoului superior, passim și de la baza dealului, în ruptura „Prăguțului Ardeului”. *Abundență în situl arheologic:* mică. *Forma sub care se regăsește în sit:* fragmente mici, în zona de copertă sau umplutură; *Structură:* mecanică clastică (vitro-cristaloclastică). *Textură:* psefitică medie. *Compactitate:* scăzută până la foarte friabilă. *Porozitate:* mare (goluri/pori >10-15% din volumul rocii. *Lucrabilitate:* -. *Durabilitate:* foarte scăzută – transformări secundare intense și avansate de tipul argilizărilor și zeolitizărilor, dar și cloritizare, albitizare, hematitizări și depuneri limonitice pe pereții golurilor. *Grad de similitudine cu aria-sursă probabilă:* foarte mare (fig. 8, legendă, pct. 4), respectiv formațiunile magmatice mezozoice de la nord și nord-est de dealul Pleșa Mare (ex. culmea prelungă numită ”Prăguțul Ardeului”), cel mai probabil antrenate odată cu transportul unei cantități de material necesar amenajării teraselor.

4.3.3. Roci detritice (pietriș fin sau grosier)

O altă categorie de roci identificate în șantierul arheologic din dealul Cetățuia sunt clastele aluvionare (fig. 14/a) rotunjite de roci cuarțitice și magmatice (tip andezite cu biotit sau roci bazaltoide).



Fig. 14. a - Claste de origine aluvionară de roci cuarțite și andezitice (foto I.V. Ferencz); b - râșniță de andezit găsită în săpăturile arheologice de pe acropola cetății dacice Ardeu – Cetățuia (foto I.V. Ferencz); c - proiectil de calcar găsit în situl arheologic (foto V. Cetean).

Fig. 14. a - Alluvial clasts of quartzitic and andesitic rocks (photo I.V. Ferencz); b - andesite grinder found in the archaeological excavations on the acropolis of the Dacian fortress Ardeu – Cetățuia (photo I.V. Ferencz); c - limestone projectile found in the archaeological site (photo V. Cetean).

Tip rocă conform încadrărilor mineralogico-petrografice: **roci detritice (pietrișuri) de natură aluvionară.**

Punct de recoltare: unități de cercetare arheologică cercetate în anul 2014 (Ferencz et al. 2015). *Abundență în situl arheologic:* medie. *Forma sub care se regăsește în sit:* claste subrotunjite și subangulare. *Structură:* detritică mobilă. *Textură:* psefitică. *Compactitate:* mare (claste individuale). *Porozitate:* redusă. *Lucrabilitate:* redusă. *Durabilitate:* bună, chiar dacă sunt procese intense de limonitizare. *Grad de similitudine cu aria-sursă probabilă:* mare (albia pâraului Ardeu).

Descriere succintă a elementelor arheologice: claste izolate în coperta de sol de pe platoul cetății și în umplutura zidurilor, cel mai probabil antrenate odată cu transportul unei cantități de material necesar amenajării teraselor.

Concluzii

Cercetările geo-arheologice desfășurate în perioada 2015-2018 în zona cetății dacice Ardeu – Cetățuie au inclus cartări și probări de suprafață și în secțiunile arheologice deschise, dar și prospectări de detaliu în aflorimentele din zonă și din formațiunile geologice limitrofe care ar fi putut constitui arii-sursă pentru materialul litic. Observațiile de teren coroborate cu analizele petrografice și mineralogice din laborator au pus în evidență prezența a cinci tipuri petrografice de roci în situl istoric, utilizate ca material de construcție, materie primă pentru confecționarea diferitelor obiecte sau utilizarea lor în activități curente sau scopuri militare. Aceste categorii sunt:

4.3.3. Detrital rocks (fine or coarse gravel)

Another category of rocks identified at the archaeological site on the Cetățuie Hill are the rounded alluvial clasts (fig. 14/a) of quartzite and igneous volcanic rocks (biotite-andesite type or basaltic rocks).

Rock type according to the mineralogical-petrographic definitions: A) **detrital rocks (gravel) of an alluvial nature.** *Collection point:* the units of the archaeological research opened in 2014 (Ferencz et al. 2015). *Abundance on the archaeological site:* moderate. *Form found on the site:* sub-rounded and sub-angular clasts. *Structure:* mobile clastic. *Texture:* psephitic. *Compactness:* high (individual clasts). *Porosity:* low. *Workability:* low. *Durability:* good, even though intense processes of limonitisation are detected. *Similarity to the source-area:* high (riverbed of the Ardeu stream).

Brief description of the archaeological features: isolated clasts in the soil cover of the plateau of the fortress and in the wall fillings; which most probably arrived with the transport of a quantity of material necessary for the building of the terraces.

Conclusions

The geo-archaeological research carried out in 2015-2018 in the area of the Dacian fortress at Ardeu Cetățuie Hill included mapping and sampling at the surface and inside the open archaeological trenches, and respectively exploration of the outcrops from the area and in the adjacent geological formations which could be source-areas for the lithic material. The field observations, corroborated

1. *calcare* – sub formă de piatră spartă utilizate în special ca umplutură a zidurilor cu paramente din blocuri de piatră de talie, ca material de construcție pentru zidul fortificației și la drumurile de acces, dar și la confecționarea unor proiectile;

2. *calcare oolitice* – ca blocuri dimensionate și fasonate pentru zidurile turnului-locuință;

3. *gresii* – regăsite subordonat ca fragmente probabil pentru pavarea unor alei sau podele, dar și pentru obiecte manufacturate cum sunt cutele de ascuțit;

4. *roci andezitice* masive (pentru obiecte manufacturate tip râșnițe) sau piroclastice brecioase (probabil ca material de umplutură);

5. *pietrișuri* – ca material de umplutură, subordonat volumetric.

Pentru patru categorii petrografice din cele enumerate, cercetările și analizele realizate au identificat cu grad de certitudine ridicată formațiunile geologice din proximitatea sitului care se puteau constitui în arii-sursă. Acestea sunt:

- *calcarele* sub formă de piatră spartă – identice cu cele care alcătuiesc dealul *Cetățuia*, fiind practic aprovizionare *in situ*;
- *gresiile* regăsite ca elemente de pavaj pentru zonele de acces sau pentru obiecte cum sunt cutele de ascuțit – prezintă grad mare de similitudine cu rocile care formează stratele de Bozeș; această formațiune geologică aflorează, fiind clar vizibilă

with the laboratory petrographic and mineralogical analyses, revealed the presence of five petrographic types of rocks at the ancient site, used for construction, for the manufacture of different objects or for various every-day activities or military purposes. These categories are:

1. *limestone* – occurring as crushed stone, used especially in the filling of the walls with outer faces built with dimensioned stone blocks, as building material for the fortification wall and for the access roads, but also for the manufacture of projectiles;

2. *oolithic limestone* – occurring as dimensioned and shaped blocks used for the masonry of the tower house;

3. *sandstones* – subordinate, identified as fragments used most probably for the paving of some alleys or floors, but also for the manufacture of objects such as whetstones;

4. *andesitic rocks*, massive (used for manufactured objects such as quernstones) or pyroclastic breccia (probably used as filling material);

5. *gravel* – used as filling material, subordinated in volume.

In the case of four petrographic categories listed above, the research and petrographic analyses distinguished to a high degree of certainty the geologic formations in the proximity of the site which could have served as source-areas. These are:

- *limestone* occurring as crushed stone – identical with the bedrock composition of the *Cetățuia* Hill, thus practically providing an in-situ supply;

în versantul stâng al pârâului Ardeu la mai puțin de 2-3 km sud de zona arheologică investigată și puteau să fie exploatate cu ușurință în toate epocile istorice;

- *rocile andezitice* masive sau piroclastice, utilizate probabil ca material de umplură, aflorază imediat la est și nord de dealul Cetățuie, până la maxim 5 km distanță cu condiții eficiente de extracție (fig. 15);
- *pietrișurile* identificate ca și componenți sporadici ai materialului de umplură dintre paramentele zidurilor turnului-locuință și din materialul folosit pentru terasări provin cel mai probabil din albia pârâurilor din zonă, dacă se ia în considerație alcătuirea petrografică și gradul lor de rulare.

Blocurile de *calcare oolitice* pentru zidărie reprezintă cele mai importante elemente constructive ale ansamblului de la Ardeu.

Întrucât varietatea de calcare care alcătuiește substratul dealului Ardeu – Cetățuie, Pleșa Mare-Mada, Cheile Cibului sau Pleșa Ardeului s-a dovedit a fi total diferită de cele din care sunt realizate blocurile de zidărie, cercetările multidisciplinare s-au extins către prospectarea altor areale cunoscute pentru caracteristicile de prelucrabilitate ale rocilor carbonatice, cum este zona carierei de travertin de la Geoagiu (fig. 16). Rezultatele obținute au indicat clar absența acestora din situl arheologic din dealul Cetățuie, însă cercetările viitoare vor avea referințe petrografic-mineralogice pentru identificări și comparații ale materialului arheologic.



Fig. 15. Piroclastice brecioase la Prăguțul Ardeului (foto I.V. Ferencz).

Fig. 15. Precious pyroclastic rocks at Pleșa Ardeului (photo I.V. Ferencz).

- *sandstones* identified as pavement elements for the access areas or as objects such as whetstones – they show a high degree of similarity to the rocks that form the Bozeș Strata; this geologic formation outcrops and is clearly visible on the left slope of the Ardeu stream, no more than 2-3 km away from the researched archaeological area; consequently, it could have been easily exploited during all historical periods;
- massive or pyroclastic *andesitic rocks*, probably used as filling material – outcrop immediately east and north of the Cetățuie Hill, up to maximum 5 km away, offering efficient extraction conditions (fig. 15);
- *gravels* identified as sporadic components of the filling material between the outer faces of the tower house walls and in the material used for terracing – considering the petrographic components and the weathering degree, they originate most probably from the riverbeds of the streams in the area.



Fig. 16. Cariera de travertin de la Geoagiu (foto V. Cetean).

Fig. 16. Geoagiu travertine quarry (photo V. Cetean).

În aceste condiții, interpretarea datelor a implicat și includerea altor informații din bibliografia de specialitate. Absența unor formațiuni geologice cu calcare oolitice în apropierea zonei investigate (până spre 10-20 km) și analiza contextului istoric din perioada de funcționare a cetății Ardeu (Ferencz, Căstăian, Socol 2016, 266) ne-au făcut să lărgim aria de investigație. Zidurile unor construcții sau ansambluri de monumente, cum sunt prezente la cetățile dacice din Munții Orăștiei, sunt realizate în mare parte tot din blocuri fasonate din calcare oolitice. Asemănarea în ce privește natura rocilor din care au fost realizate blocurile de piatră fasonate cu cele din Munții Orăștiei a fost remarcată din momentul descoperirii cetății de la Ardeu (Téglaș 1885, 306; Téglaș 1888, 134).

The blocks of *oolithic limestone* for masonry are the most important constructive elements of the Ardeu constructive assembly.

Due to the fact the limestone bedrock of the Ardeu – *Cetățuie* Hill, Pleșa Mare-Mada, Cheile Cibului or Pleșa Ardeului have proved entirely different from the ones from which the masonry blocks are cut, the multidisciplinary research extended towards prospecting other areas known for the workability characteristics of the carbonate rocks, such as the area of the Geoagiu travertine quarry (fig. 16). The results clearly indicated their absence at the archaeological site on the *Cetățuie* Hill, but they will provide future research with petrographic-mineralogical references for the identification and comparison of the archaeological material.

Under these circumstances, the interpretation of the data also required the analysis of additional information from the professional papers. The absence of oolitic limestone in the geological formations near the researched area (up to 10-20 km away) and the interpretation of the historical context during the habitation of the Ardeu fortress (Ferencz, Căstăian, Socol 2016, 266) shown the necessity to widen the investigation area. The stone masonry of several buildings or complexes of contemporary monuments, such as Dacian fortresses in the Orăștiei Mountains, are built largely with shaped blocks of oolitic limestone. The similarity between the type of stone used for the dimensioned blocks found in ardeu and the situation in the Orăștiei Mountains was noticed already at the moment that the fortress at Ardeu was discovered (Téglaș 1885, 306; Téglaș 1888, 134).

Rezultatele analizelor petrografice și de microscopie optică pe probe recoltate din blocurile de calcare oolitice din situl de la Ardeu-dealul *Cetățuie* au fost comparate informativ cu probe din potențiale arii-sursă. Cariera de la Măgura Călanului este cunoscută ca fiind principala sursă de piatră pentru cetățile dacice din Munții Orăștiei (Glodariu 1985-1986; Cetean, Peșan, 2017). Localizată la o distanță de cca. 50 km față de Ardeu, ne-a motivat ca în următoarele faze să extindem analiza ariilor sursă. Scopul va fi de a stabili dacă Măgura Călanului a constituit o sursă de piatră și pentru blocurile de zidărie la edificiile dacice de pe dealul *Cetățuie* de la Ardeu sau dacă cercetările trebuie îndreptate către o altă zonă pe moment neidentificată.

Etapele viitoare de cercetări vor include și comparația calcarului oolitic din construcțiile de la Ardeu cu calcarele din cariera de la Ighiu, care în epoca romană a reprezentat o importantă sursă de piatră dimensionată pentru o zonă largă. Calcarul de Ighiu a fost identificat în construcții și monumente romane la Zlatna, Buciumi și Roșia Montană (Wollmann 1996, 266-267), la o distanță mai mare de 20-30 km față de sursa de aprovizionare, deci mai departe decât se consideră că se transporta în mod obișnuit piatra în antichitate și în evul mediu. Prin urmare va fi investigată și această sursă potențială de material de construcție, ca și cariera din apropiere de Cricău care se presupune că a fost sursa de piatră pentru cetatea dacică de la Piatra Craivii (Iaroslavschi 1997, 32).

The availability results of petrography and optical microscopy analyses on samples, collected from the oolithic limestone blocks at Ardeu – *Cetățuie* site, were informative interpreted in comparison with other samples from potential source-area. The Măgura Călanului limestone quarry is recognised as the main source of stone for the Dacian fortresses in the Orăștiei Mountains (Glodariu 1985-1986; Cetean, Peșan 2017). Its location at around 50 km away from Ardeu motivated us to include it in the extended site catchment analysis for the next phase. The goal will be to establish if the Măgura Călanului quarry was a source of stone for the masonry at the Dacian edifice on the acropolis of the Ardeu *Cetățuie* Hill, or if the research shall be redirected towards another area which is at the moment undetermined.

The next research phases will include also a comparison between the oolithic limestone used for the stone masonry at Ardeu and the limestone from Ighiu quarry which has been an important source of big-sized stones for a wide area during the Roman time. In Roman constructions and monuments, Ighiu limestone was identified at Zlatna, Buciumi and Roșia Montană (Wollmann 1996, 266-267), at a greater distance than 20-30 km from the supplying source, further than what is considered a normal distance for the transport of stone during the Antiquity and the Middle Ages. Consequently, this potential source of building material will be investigated, as well as the quarry close to Cricău which was presumably a source of stone for Piatra Craivii Dacian fortress (Iaroslavschi 1997, 32), even if the transport routes of the stone to Ardeu are not equal as distance and degree of difficulty.

Prin noutatea și gradul de detaliu al acestei cercetări petrografice și mineralogice sistematice, rezultatele prezentate în această lucrare constituie o etapă științifică importantă în lărgirea cunoașterii cetății dacice de la Ardeu.

Through the novelty and the detail degree of this systematic petrographic and mineralogical research, the above presented results represent an important scientific phase in widening the knowledge concerning the Ardeu Cetățuia Hill Dacian fortress.

Bibliografie / Bibliography

Borcoș et al. 1985: M. Borcoș, I. Berbeleac, S. Bordea, J. Bordea, Gh. Mantea, S. Boștinescu, Harta geologică a României la scara 1:50.000, foaia 74c-Zlatna, Institutul Geologic al României (București 1985).

Cetean, Ferencz 2016: V. Cetean, I.V. Ferencz, Studiu mineralogic preliminar privind tipurile de roci de pe șantierul arheologic Ardeu – *Cetățuia*, jud. Hunedoara. Sargetia S.N VII (XLIII), 2016, 45-67.

Ferencz 2012: I.V. Ferencz, Aproape un secol de uitare. Unele repere istoriografice privind cetatea dacică de la Ardeu. In: (Ed. C. Drăgan, C. Barna) Studii de istorie a Transilvaniei. Volum dedicat istoricului Ioachim Lazăr la 70 de ani (Cluj Napoca/Deva 2012), 70-84.

Ferencz 2014: I.V. Ferencz, The Dacian fortress before the Roman conquest. Case study – the fortress at Ardeu. ActaAC 49, 2014, 115-129.

Ferencz et al. 2010: I.V. Ferencz, C.C. Roman, C.M. Căstăian, C. Dima, C.I. Popa, Ardeu (com. Balșa, jud. Hunedoara). In: CCA, Campania 2009 (Suceava 2010), 28-29.

Ferencz et al. 2011: I.V. Ferencz, C.C. Roman, C.M. Căstăian, C. Dima, C.I. Popa, Ardeu (com. Balșa, jud. Hunedoara). In: CCA, Campania 2010 (Sibiu 2011), 28-29.

Ferencz et al. 2014: I.V. Ferencz, M.C. Căstăian, C. Dima, C.I. Popa, C.C. Roman, Raport privind cercetările arheologice

pe șantierul Ardeu (com. Balșa, jud. Hunedoara). In: CCA, Campania 2013 (Oradea 2014), 18.

Ferencz et al. 2015: I.V. Ferencz, M.C. Căstăian, C.I. Popa, C.C. Roman, Raport privind cercetările arheologice pe șantierul Ardeu (com. Balșa, jud. Hunedoara). In: CCA, Campania 2014 (Pitești 2015), 26-28.

Ferencz et al. 2016: I.V. Ferencz, M.C. Căstăian, C.C. Roman, I.M. Dealmar Socol, Raport privind cercetările arheologice pe șantierul Ardeu (com. Balșa, jud. Hunedoara). In: CCA, Campania 2015 (Tg. Jiu 2016), 17-18.

Ferencz et al. 2017: I.V. Ferencz, M.C. Căstăian, D. Micle, C.C. Roman, I.M. Dealmar Socol, R.E. Stăncescu, Raport privind cercetările arheologice pe șantierul Ardeu (com. Balșa, jud. Hunedoara). In: CCA, Campania 2016 (București 2017), 18-20.

Ferencz et al. 2018: I.V. Ferencz, M.C. Căstăian, D. Micle, C.C. Roman, Raport privind cercetările arheologice pe șantierul Ardeu (com. Balșa, jud. Hunedoara). In: CCA, Campania 2017, în curs de apariție.

Ferencz, Căstăian, Socol 2016: I.V. Ferencz, M.C. Căstăian, I. Socol, Proiectile din piatră descoperite la Ardeu, com. Balșa, jud. Hunedoara. In: (Ed.: D. Micle, A. Stavilă, C. Oprean, S. Forțiu) Interdisciplinaritate în arheologie, Arheovest IV.1. In onoarem Adrian Bejan (Szeged 2016), 265-277.

Ferencz, Florea 2013: I.V. Ferencz, M. Florea, A small silver spiral from Ardeu – România. *Terra Sebus. Acta Musei Sabasiensis* 5, 2013, 227-236.

Ferencz, Hegy 2014: I.V. Ferencz, A. Hegyi, A Few Aspects of the Ancient Habitat at Ardeu from the Perspective of Modern Research Methods. *Sargetia S.N. V*, 2014, 13-26.

Ferencz, Roman 2010: I.V. Ferencz, C.C. Roman, The Dacian fortress from Ardeu – research directions. *Acta Terrae Septencastrensis* 9, 2010, 173-184.

Glodariu 1985-1986: I. Glodariu, Cariere și exploatarea pietrei în Dacia pre-romană. *ActaMN XXII-XXIII*, 1985-1986, 91-100.

Iaroslavschi 1997: E. Iaroslavschi, *Tehnica la daci* (Cluj-Napoca 1997).

Mutihac 2008: V. Mutihac, *Structura geologică a teritoriului României* (București 2008).

Pețan, Cetean 2017: A. Pețan, V. Cetean, Investigații petrografice la cetatea dacică Piatra Roșie, In (Ed. S. Forțiu) *Interdisciplinaritate în arheologie Arheovest*, v. 1. In *honorem Doina Benea* (Szeged 2017), 803-826.

Pețan, Cetean 2017: A. Pețan, V. Cetean, Cercetări interdisciplinare la cariera dacică de calcar de la Măgura Călanului (jud. Hunedoara). *Prezentare la Colloquim-ul de vară „Cercetări interdisciplinare la siturile din epoca fierului în spațiul tiso-nistean”*, Saharna, Republica Moldova, 13-16 iulie 2017.

Pupeză 2011: P. Pupeză, Murus Dacicus, simbol al războiului sau al păcii? *Revista Bistriței XXV*, 2011, 148-158.

Téglas 1885: G. Téglas, Emlékek és leletek. Az Erdőfalvi barlangok. *Archaeologiai Értesítő* 5, 1885, 299-307.

Téglas 1888: G. Téglas, Újabb barlangok az erdélyrészi Érczhegység övéből. *Matematikai és természettudományi Közlemények XIII*, 1888, 134-138.

Wollmann 1996: V. Wollmann, *Mineritul metalifer, extragerea sării și carierele de piatră în Dacia preromană* (Cluj-Napoca 1996).

www.mapire.eu, 2017.

Dr. Valentina Cetean,

Institutul Geologic al României,
București, România
e-mail: valentina.cetean@yahoo.com

Dr. Iosif Vasile Ferencz,

Muzeul Istoriei și Civilizației Dacice și
Romane Deva, România
e-mail: fiosifvasile@yahoo.com

Dr. Aurel Rustoiu,

Academia Română filiala Cluj-Napoca,
Institutul de Arheologie și Istoria Artei,
Cluj-Napoca, România
e-mail: aurelrustoiu@yahoo.com

