

## PETROGRAPHICAL HERITAGE OF THE CHEILE BICAZULUI – HĂȘMAȘ NATIONAL PARK (THE EASTERN CARPATHIANS – ROMANIA)

**PORUMBESCU Constantina, CIOACĂ Vlad,  
TUDOR Elena, GHEUCĂ Ion**

**Abstract.** This paper presents the petrographic heritage of the Cheile Bicazului – Hășmaș National Park (CBHNP). Here are presented lithological types in a geochronological classification. Each lithotype is briefly presented by its physical attributes, age, content, and petrologic features. This work is a result of documentation for the whole of geological heritage.

**Keywords:** petrography, Hășmaș, National Park.

**Rezumat. Patrimoniul petrografic al Parcului Național Cheile Bicazului – Hășmaș (Carpații Orientali – România).** Lucrarea prezintă patrimoniul petrografic al Parcului Național Cheile Bicazului – Hășmaș. Aici sunt prezentate tipurile litologice într-o clasificare geocronologică. Fiecare litotip este prezentat pe scurt prin atributele sale fizice, vârsta, conținutul și caracteristicile petrologice. Aceasta este un rezultat al muncii de documentare pentru întregul patrimoniu geologic al PNCBH.

**Cuvinte cheie:** petrografie, Hășmaș, Parc Național.

### INTRODUCTION

In the framework of GEOBIOHAS Project, there were made some studies on the petrography of the Cheile Bicazului – Hășmaș National Park. Also, one of the purposes was that of completing the documentation in what concerns the geology of this National Park. In this matter we consider useful this present paper, which upgrades all information on this National Park heritage. The area documented comprises Hășmaș Massif (the East Carpathians) built up mainly of sedimentary rocks. Limestone is the most present rock here, which gives the reason for a geochronological approach of the lithological terms.

#### Lithostratigraphy in the CBHNP

##### **Precambrian and Palaeozoic**

1. Crystalline schist (Fig. 1). This group includes different type of rocks: muscovite and biotite micaschists, biotitic paragneisses, white gneiss (and amphibolites. Age is Proterozoic.

Occurrence: west of Hășmaș Massif (Suhardul Mare, Licaș, Calu, Ciofronca mountains; the Olt and the Hășmaș/(Oii) valley.

References: BĂNCILĂ, 1941; SĂNDULESCU, 1969, 1975; KRAUTNER & BINDEA, 1995.

2. Hășmaș Granite (KRAUTNER & BINDEA, 1995). In this area, there are known: gneisses, granodiorites and massive granodiorite with pink felspar.

Age is Proterozoic. Occurrence: west of Ocem Mountain, the Javardi Valley, Lacu Roșu (Calul Mountain)

References: KRAUTNER & BINDEA, 1995; SĂNDULESCU, 1975, 1984; PANĂ et al., 2000.

##### **Triassic**

3. Seisiene conglomerate. Oligomictic conglomerate, microconglomerate, and sandstone, light stratification with siliceous matrix (cement), equigranular texture, well sorted. Colours are from white-yellowish to reddish. Thickness is of 5-30 m. Age is Seisian.

Occurrence: the Bicaz Valley, the Suhard Valley, Surduc Mountain (pit).

References: BĂNCILĂ, 1941; SĂNDULESCU, 1969, 1975.

4. “Werfen Beds” (marls and sandstone). Alternating layers of marl (muscovitic) and diaclastic sandstones and sometimes nests of pink calcite; the layers are centimetric. The marls are grey-bluish satin and the sandstone is grey. There are stacks of maximum 10 m. Fossil contents: bivalves (*Myophoria costata*). Age is Werfenian.

Occurrence: the Hășmaș (Oii) Valley, the Ciofronca Valley.

References: HERBICH, 1878; GRASU, 1970a; SĂNDULESCU, 1975.

5. Dolomites (stratified). Calcareous grey-yellowish dolomite in slabs – highly bedded; they are pelmicrite, intrapelmicrite, and biosparite. Thickness of maximum 400 m. Fossil contents: bivalves (*Myophoria costata*). Age is Werfenian.

Occurrence: the Calului Valley, the Ciofronca Valley, the Fagu Oltului Valley.

References: ATANASIU, 1928; BĂNCILĂ, 1941; PEDA & PELIN, 1963; GRASU, 1970a; SĂNDULESCU, 1975.

6. Massive dolomite and magnesian limestone (Fig. 2). Massive dolomite white-yellowish with siderolithic alteration; are pelmicrite, intrapelmicrite. Are of maximum 400 m thickness. Age is Campilian-Anisian.

Occurrence: the Hășmaș (Oii) Valley, the Ciofronca Valley, Lacu Roșu, the Suhard Valley, the Hășmașul Negru Valley, west of Piatra Unică Mountain.

References: ATANASIU, 1928; BĂNCILĂ, 1941; SĂNDULESCU, 1975; LAZĂR & GRIGORE, 2008.

7. "Campil Schist". Schistose limestone light and arenaceous; they are grey-yellowish. Stacks of max. 10 m. Age is Campilian.

Occurrence: the Fagu Oltului Valley.

References: SĂNDULESCU, 1975.

8. Massive limestone. Compact limestone white-yellowish, with diaclasis; they are micrite, intra-biomicroite, intrabiosparite. Fossil content: dasycladaceae (*Diplopora anulata*). Thickness: max. 180 m. Age is Ladinian.

Occurrence: west of Piatra Unică Massif and Hășmașul Mare (the Fagu Oltului Valley); Lacu Roșu.

References: SĂNDULESCU, 1975.

9. Limestone with *Daonella* - red arenaceous limestone. Fossil contents: bivalves (*Daonella*). Age is Ladinian.

Occurrence: west of Hășmașul Mic (Ocem) Mountain.

References: BĂNCILĂ, 1941; SĂNDULESCU, 1975.

10. Radiolarite. Cryptocrystalline siliceous mass; the green ones contain chlorite on fissures; the red ones contain hematite pigment. Thin arenitic interlayer. Thickness of maximum 10 m. Fossil contents: radiolarians and rarely foraminifers and crinoids.

Occurrence: Cupaș Mountain, the Suhard Valley, the Hășmașul Negru Valley.

References: ATANASIU, 1928; SĂNDULESCU, 1975, 1969.

11. Hallstatt Limestone. Compact fine and red limestone, with dissolution in thin plates, resembling lithographic ones; are pelmicrite. Fossil contents: ammonites, brachiopods. Age is Carnian-Norian.

Occurrence: the Fagu Oltului Valley, between Piatra Unică Massif and Hășmașul Mic.

References: MOJSISOVICS, 1875; HERBICH, 1866, 1878; SĂNDULESCU, 1975.

12. "Limestone with filaments". Layered limestone with transition to dolomite or dolomite in alternation; biomicroite or dismicrite; haematitic seams and colours are red (limestone) and pink (dolomite). Fossil contents: bivalves (*Halobia*), dasycladaceae, radiolarians, *Globochaete alpine*. Age is Ladinian - Carnian.

Occurrence: the Lazăr Valley, the Cioflec Valley, Lacu Roșu.

References: SĂNDULESCU, 1969, 1975.

13. Arenaceous grey limestone. Grey calcarenite with irregular surfaces of stratification; stack max. 5 m, in centimetric layers. Fossil contents: bivalves (*Monotis*). Age is Norian.

Occurrence: south of Hășmașul Mare (Curmătura).

References: HERBICH, 1878; SĂNDULESCU, 1975.

14. Green limestone with *Rhaetina gregaria*. Thin bedded limestone of greenish colour, containing *Rhaetina gregaria*. Age is Rhetian.

Occurrence: the Pârâul Sec (rivulet).

References: HERBICH, 1878.

15. Basalt (and pillow-lava structure). The groundmass consists mainly of small clinopyroxene, plagioclase, and Fe-oxides. The texture ranges from aphyric, sparsely phyrlic to highly porphyritic. Age is Triassic.

Occurrence: Bicaz Gorges.

References: SĂNDULESCU & RUSSO-SĂNDULESCU, 1981; SĂNDULESCU, 1984; HOECK et al., 2008.

### Liassic

16. Adneth Limestone. Argillaceous limestone in plates (calclutite) with intercalations of argillite - micritic cement - contains - Fe oxides, rolled quart (~ 1-15 mm), oolites on biogenic fragments or ferruginous; stack max. 5 m, has decimetric layers. The colour is red. It is a marine facies. Stack max. 5 m, presents decimetric layers. Fossil contents: ammonites and micro - forams, fragmentary bivalves, radioles echinoids, crinoids, brachiopods, gastropods, belemnites. Age is Early Liassic (Sinemurian).

Occurrence: south of Piatra Unică.

References: HERBICH, 1878; VADASZ, 1915; BĂNCILĂ, 1941; GRASU, 1970b; SĂNDULESCU, 1975.

17. Oolitic haematitic limestone ("Hierlatz facies"). Calcarenites (oolitic) light stratification - micritic and haematitic cement - contains - hematite, rolled quart (~ 1-15 mm), oolites on biogenic fragments or ferruginous oolites. Colours are from red to yellowish. It is a marine facies. Thickness of 5-10 m, presents decimetric layers. Fossil contents: belemnites, bivalves, foraminifers, rare ammonites, radioles echinoids, crinoids, brachiopods, gastropods. Age is Early Liassic (Sinemurian - Carixian).

Occurrence: the Cioflec Valley, the Ghilcoș Valley, the Bicaz Valley, the Hășmașul Negru Valley.

References: ATANASIU & RĂILEANU, 1952; GRASU & TURCULEȚ, 1967; SĂNDULESCU, 1975; LAZĂR & GRIGORE, 2008.

18. Conglomerate and sandstone ("Gresten facies"). Conglomerate with calcareous cement (calcirudite) and elements: quart, crystalline schist and micaceous sandstone. Colour is grey. Stack maximum of 10 m, in decimetric layers. Fossil contents: brachiopods, bivalves, belemnites. Age is Domerian.

Occurrence: the Ghilcoș Valley

References: PEDA & PELIN, 1969; PEDA, 1976; GRASU, 1970c; SĂNDULESCU, 1975.

**Dogger**

19. Arenaceous limestone and sandstone. Arenaceous limestone or sandstone well stratified, with silty interbeds or marly, some layers are micro-conglomeratic; very rare with silicolites. Calcareous cement and elements: quartz, muscovite, dolomite, limestone; layers about 10-50 cm. Fossil content: bivalves, ammonites, brachiopods, belemnites, plants debris. Age is Aalenian-Bajocian.

Occurrence: Lacu Roșu, the Ghilcoș Valley, Ocem Mountain.

References: HERBICH, 1878; ATANASIU, 1928; BĂNCILĂ, 1941; PELIN, 1967; GRASU & TURCULEȚ, 1967; PATRULIUS et al. 1969.

20. Oolitic limestone (/ limonitic). Oolitic ferruginous (limonitic) limestone with yellow to reddish colour; they have limonitic crusts. Fossil contents: bivalves, brachiopods, ammonites, belemnites, echinoids (lumachelle). Age is Bathonian (Callovian?).

Occurrence: Lacu Roșu.

References: HERBICH, 1878; NEUMAYR, 1873; VADASZ, 1915; JEKELIUS, 1921; ATANASIU, 1928; BĂNCILĂ, 1941; PELIN, 1967; GRASU & TURCULEȚ, 1967; PATRULIUS et al. 1969; PREDĂ, 1976.

**Malm**

21. Jasper (Fig. 5). Red or green radiolarites in thin layers (4-7 cm), with marls interbeds; they contain chlorite or hematite. Fossil contents: radiolaria. Is (Callovian?) – Oxfordian in age.

Occurrence: west of Hășmașul Mare Massif, Pietra Unică Mountain, Ghilcoș Mountain (Lacu Roșu).

References: BĂNCILĂ & PAPIU, 1953; SÂNDULESCU, 1969, 1975; GRASU, 1969a; DRAGASTAN, 1975; DUMITRICĂ, 1994.

22. Limestone with crinoids (Fig. 10). Red limestone, perirecific facies; represents pelmicrites and oolitic lime; with red silty interbeds. Fossil contents: crinoids, crabs, brachiopods, bivalves, gastropods. Age is Oxfordian – (Tithonian?).

Occurrence: in the base of all massifs of limestone (especially in western sides).

References: LAZĂR & GRIGORE, 2008.

23. Nodular limestone (Figs. 4, 9, 17). Layers of 10 to 60 cm width, with vary-dimensional nodules and carbonaceous or silty matrix; colours are red or grey-greenish. Maximum stocks are 6 m. Fossil contents: ammonites, brachiopods and other invertebrates (are lumachellic). Age is Kimmeridgian.

Occurrence: western Ghilcoș, the Cheia Valley (Ciofronca), tunnel of Bicz Gorges.

References: HERBICH, 1878; JEKELIUS, 1921; BĂNCILĂ, 1941; PATRULIUS, 1960; PELIN, 1967, 1976; GRASU, 1969a; PREDĂ, 1973; SÂNDULESCU, 1975; DRAGASTAN, 1975, 1980; GRIGORE, 2000, 2002, in press.

24. Glauconitic sandstone and marls (Fig. 3). Alternated layers of 10 to 60 cm width, with sandstone and marls, more or less glauconitic; colours are grey-greenish to yellowish. Maximum stocks are of 15 m. Fossil contents: ammonites, brachiopods, bivalves, gastropods, plants. Age is Kimmeridgian - Early Tithonian.

Occurrence: on the northwestern slope of Ghilcoș and its western wall.

References: PATRULIUS, 1960; PREDĂ, 1973; GRIGORE, 2002, in press.

25. "Massive" limestone (Figs. 7, 8, 11, 15, 16). Area included various types of facies: bio-cumulated (with pachiodontes (Urgonian), "Nerinea", crinoids), or bio-constructed (algal and reef (Stramberck). They represent various types of micro-facies: oncolithic, micritic, pelsparitic, pelmicritic, stromatolitic, biolytic, oolitic etc. Grey and red are the predominant colours. Maximum thickness is about 800 m. Fossil content is variable (sponges, corals, algae, gastropods, bivalves, brachiopods, ammonites, forams, calpionellids). Age is Tithonian – Neocomian.

Occurrence: all mountings of the CBHNP.

References: HERBICH, 1870; BĂNCILĂ, 1941; PATRULIUS, 1960; GRASU, 1969a; DRAGASTAN, 1975, 1980,

**Cretaceous**

26. Marls (from Wildflisch Formation, by SÂNDULESCU, 1975). They are thin bedded marls of grey to brown colour and friable. Age is Barremian - Aptian.

Occurrence: the Bicăjel Valley,

References: GRASU, 1969b; SÂNDULESCU JANA, 1969; SÂNDULESCU, 1969, 1975.

27. Bârnadu. Conglomerate (SÂNDULESCU, 1969) (Figs. 12, 13). Oligomictic and polymictic conglomerate with marls and sandstone interbeds. Fossils: forams (*Rotalipora greenhornensis*, *Epistomina supracretacea*, *Lenticulina* sp. etc.). Age is Vraconian - Cenomanian.

Occurrence: the Bicz Valley, the Bicăjel Valley, the Hășmaș (Oii) Valley.

References: HERBICH, 1878; BĂNCILĂ, 1941; SÂNDULESCU JANA, 1969; SÂNDULESCU, 1969, 1975.

**ACKNOWLEDGMENTS**

This study was financially supported by National Centre for Projects Management (CNMP) in the GEOBIOHAS Project (31-059 CTR/2007).



Figure 1. Crystalline schist (gneiss) – Palaeozoic. Figure 2. Triassic dolomites (near Lacu Roșu). Figure 3. Sandstones and marls interbeds – Late Jurassic. Figure 4. Nodular limestone (Kimmeridgian) – Ghilcos wall. Figure 5. Jasper – Oxfordian (Lacu Roșu).

Figure 6. Sandstones with plants debris (Lacu Roșu) – Dogger. (Photos: 1, 2, 5, 6 – Gheuca Ion; 3 – Lazăr Iuliana; 4 – Constantinescu Adriana).

Figura 1. Șisturi cristaline (gnais) – Paleozoic. Figura 2. Dolomite triasice (lângă Lacul Roșu). Figura 3. Interstratificații de gresii și marne – Jurasicul Superior. Figura 4. Calcar nodular (Kimmeridgian) – Peretele Ghilgoș. Figura 5. Jasp – Oxfordian (Lacu Roșu). Figura 6. Gresii cu resturi de plante (Lacu Roșu). (Foto: 1, 2, 5, 6 – Gheuca Ion; 3 – Lazăr Iuliana; 4 – Constantinescu Adriana).

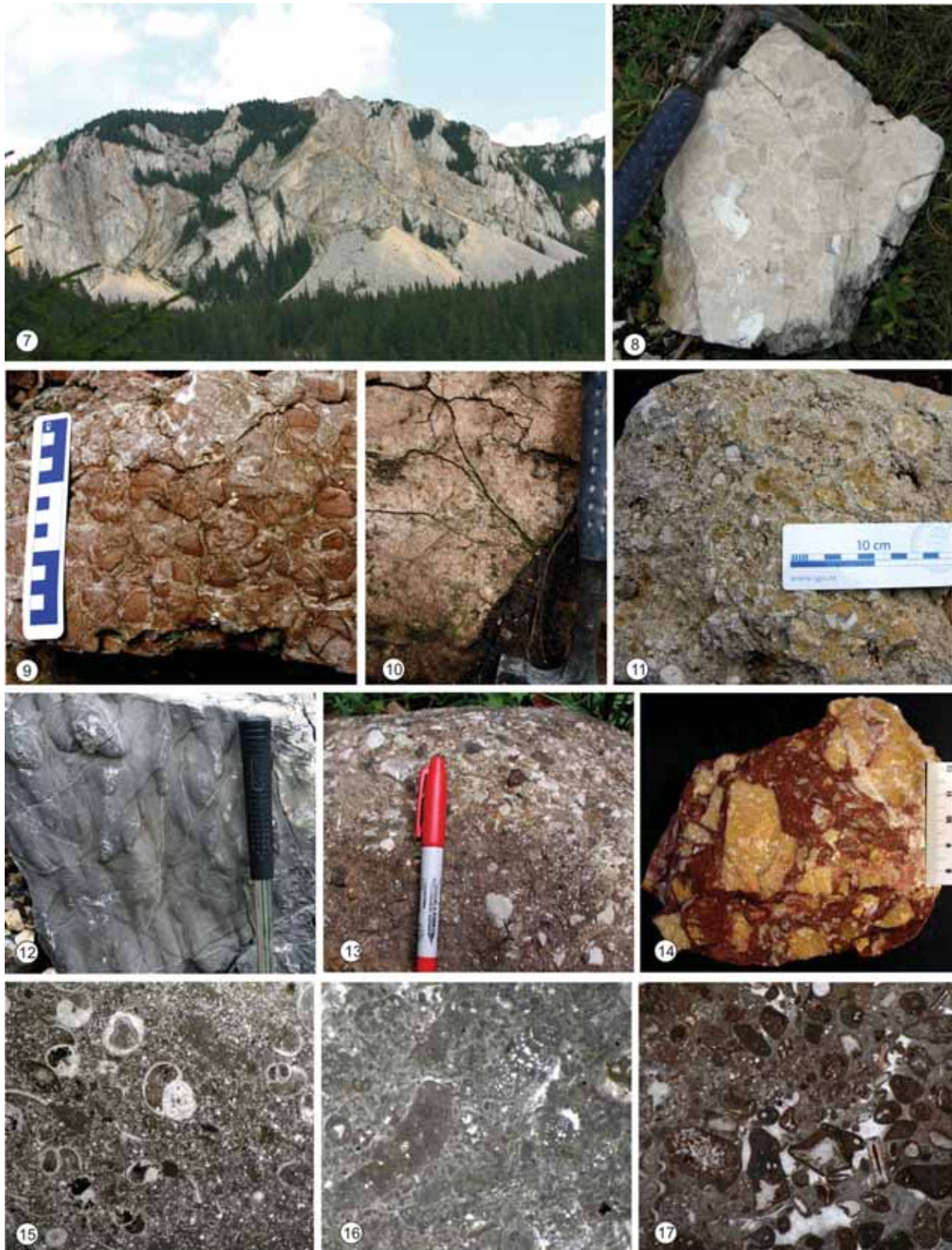


Figure 7. Hășmașul Mic Massif – Tithonian-Neocomian limestone. Figure 8. Carbonaceous breccias – Neocomian. Figure 9. Limestone with brachiopodes – Kimmeridgian. Figure 10. Limestone with crinoids – Oxfordian. Figure 11. Limestone with algal nodules – Berriasian. Figure 12. “Sinaia Beds” with ripple marks. Figure 13. Micro-conglomerate – Vraconian. Figure 14. Liassic breccias. Figure 15. Limestone with *Nerinea* – Late Tithonian (thin section). Figure 16. Algal limestone – Neocomian (thin section). Figure 17. Biomicrite – Kimmeridgian (thin section). (Photos: 7, 8, 12 – Constantinescu Adriana; 9-11 and 13-17 Lazăr Iuliana).  
 Figura 7. Masivul Hășmașul Mic – calcar din Tithonian Neocomian. Figura 8. Brezii carbonatice neocomiene. Figura 9. Calcar cu brahiopode – Kimmeridgian. Figura 10. Calcar cu crinoide – Oxfordian. Figura 11. Calcar cu noduli algal – Berriasian. Figura 12. “Strate de Sinaia” cu ripple marks. Figura 13. Microconglomerate – Vraconian. Figura 14. Brezii liasice. Figura 15. Calcar cu *Nerinea* – Tithonianul superior (secțiune subțire). Figura 16. Calcar de origine algală – Neocomian (secțiune subțire). Figura 17. Biomicrit – Kimmeridgian (secțiune subțire). (Foto: 7, 8, 12 – Constantinescu Adriana; 9-11 and 13-17 Lazăr Iuliana).

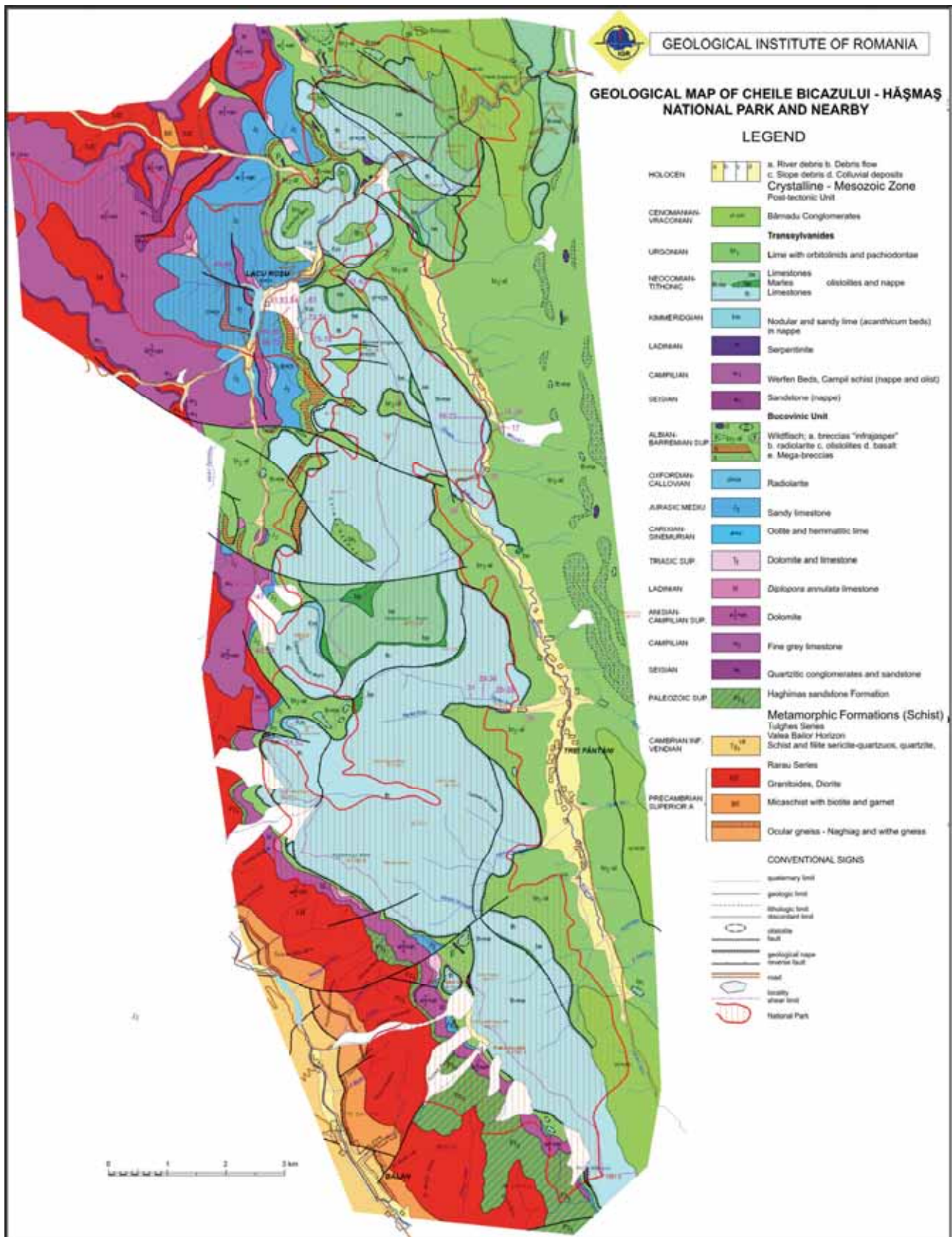


Figure 18. Geological map of Cheile Bicazului – Hășmaș National Park (after SĂNDULESCU et al., 1975, 1:50000 revised here).  
 Figura 18. Harta geologică a Parcului Național Cheile Bicazului – Hășmaș (după SĂNDULESCU et al., 1975, 1:50000 revizuită aici).

## REFERENCES

- ATANASIU I. 1928. *Recherches géologiques dans les environs de Tulghes*. Anuarul Institutului Geologic al României. București. **13**: 1-170.
- ATANASIU I. & RAILEANU G. 1952. *Contribuții la cunoașterea Liasicului din Munții Hăghimaș*. Buletin Științific, Seria Geologie Geografie Biologie Științe Tehnice și Agricole, Edit. Academiei R.P.R. București. **2**(5): 275-290.
- BĂNCILA I. 1941. *Etude géologique dans les monts Hăghimaș-Ciuc (Carpatés Orientales)*. Anuarul Institutului Geologic al României. București. **21**: 1-118.
- BĂNCILA I. & PAPIU C. V. 1953. *Les jaspers triasique de Pojorâta*. Buletin Științific al Academiei, Secția Biologie, Agronomie, Geologie, Geografie. București. **4**: 675-694.
- DRAGASTAN O. 1975. *Upper Jurassic and Lower Cretaceous microfacies from the Bicaz valley Basin (East Carpathians)*. Memoriile Institutului de Geologie și Geofizică. București. **21**: 1-87.
- DRAGASTAN O. 1980. *Alge calcareoase din Mezozoicul și Terțiarul României. VIII. Faciesuri algale în formațiunile geologice din România. Munții Hăghimaș - Jurassic*. Edit. Academiei R. S. R. București: 1-200.
- DUMITRICĂ P. 1994. *Biostratigraphy of the radiolarites at Pojorâta (Rarău syncline, East Carpathians)*. Mémoires Géologique. Lausanne. **23**: 907-914.
- GRASU C. 1964. *Contribuții la studiul faunei Jurassicului superior din Munții Hăghimaș*. Analele Științifice ale Universității „Al. I. Cuza” Iași. Geologie Geografie. Iași. **10**(2b): 71-78.
- GRASU C. & TURCULEȚ I. 1967. *Câteva date noi asupra Liasicului din împrejurimile Lacului Roșu*. Comitetul Geologic. Societatea de Științe Naturale – Geografie. București. **4**: 1-43.
- GRASU C. 1969a. *Faciesurile Malmului din sinclinalul mezozoic Tulgheș - Hăghimaș - Ciuc*. Lucrările Stațiunii de Cercetări Biologice Geologice și Geografice „Stejarul”. Piatra Neamț. **2**: 7-12.
- GRASU C. 1969b. *Asupra prezenței neocomianului în sinclinalul mezozoic al Hăghimașului*. Lucrările Stațiunii de Cercetări Biologice Geologice și Geografice „Stejarul”. Piatra Neamț. **2**: 13-18.
- GRASU C. 1970a. *Contribuții la cunoașterea Triasicului din sinclinalul Hăghimaș*. Lucrările Stațiunii "Stejarul", Geologie-Geografie. Piatra Neamț. **3**: 22-31.
- GRASU C. 1970b. *Observații asupra Liasului de Adneth de la Curmătura (Hăghimaș)*. Lucrările Stațiunii "Stejarul", Geologie-Geografie. Piatra Neamț. **3**: 32-40.
- GRASU C. 1970c. *Câteva observații asupra Liasicului mediu și superior din sinclinalul Hăghimaș*. Buletinul Societății Geologice din România. București. **12**: 45-57.
- GRIGORE D. 2000. *Kimmeridgian and Lower Tithonian sequences from East and South Carpathians – Romania*. Anuarul Institutului Geologic al României. București. **72**(2): 37-45.
- GRIGORE D. 2002. *Formațiunea cu Acanthicum din regiunea Lacu Roșu (Msv.Hăghimaș-Carpații Orientali) - posibil hipostratotip al limitei Kimmeridgian – Tithonic. Stratigrafie.Paleontologie*. Teză doctorat, Univ. „Al. I. Cuza” Iași. 347 pp.
- GRIGORE D. 2009. *Aulacostephanids species (Sutneria genus) from “Acanthicum Beds” of Ghilcoș Massif (The Eastern Carpathians – Romania)*. Oltenia. Studii și Comunicări. Științele Naturii. Muzeul Olteniei Craiova. **25**: 366-374.
- GRIGORE D. in press. *Kimmeridgian – Lower Tithonian Ammonite Assemblages from Ghilcoș – Hăghimaș Massif (Eastern Carpathians – Romania)*. Acta Palaeontologica Romaniae. Cluj Napoca. **7**.
- GRIGORE D., LAZAR IULIANA, GRASU C., GHEUCA I., CIOBANETE DIANA, CONSTANTINESCU ADRIANA, MARCU IULIA 2009. *Paleontological sites from Cheile Bicazului – Hăghimaș National Park*. Oltenia. Studii și Comunicări. Științele Naturii. Muzeul Olteniei Craiova. **25**: 355-365.
- HERBICH F. 1866. *Eine geologische Excursion von Bălan an den Vorosto, nach bekas, Zsedan Patak*. Verhandlungen und Mittheilungen Siebeburger, verf. Naturwiss. Hermanstadt (Sibiu). **18**(10): 1-80.
- HERBICH F. 1870. *Hallstatter – Kalk in Ost – Siebenburgen – Strambergkalk bei Thoroczko*. Verhandlungen kaiserliche und koenigliche geologische Reichsanstalt Abhandlungen. Wien. **12**: 1-227.
- HERBICH F. 1878. *Das szeclerland mit Berücksichtigung der Angrenzenden Landesteile*. Mittheilungen aus dem Jahrbuch der Koeniglichen Ungarischen geologischen Reichsanstalt in Budapest. **5**: 19-363.
- HOECK V., IONESCU CORINA, BALINTONI I., KOLLER F. 2008. *The Eastern Carpathians “ophiolites” (Romania): Remnants of a Triassic ocean*. Lithos. Elsevier Science. Amsterdam. **108**: 151-171.
- JEKELIUS E. 1921. *Der mittlere und obere Jura in Gebiet des Hăghimașul Mare in Siebeburgen*. Bulletin de la Section Scientifique de l'Academie Roumaine. Bucharest. **7**(10): 1-127.
- KRAUTNER H. & BINDEA G. 1995. *The Ditrău alkaline intrusive complex and its geological environment. Guide Excursions*. III<sup>th</sup> Symposium Mineralogy, 25–29 Aug. Romanian Journal of Mineralogy. București. **77**(3): 1-18.
- LAZĂR IULIANA & GRIGORE D. 2008. *New data concerning the Mesozoic deposits outcropping in the western flank of the Haghimas Mountains (East Carpathians)*. Studia Universitatis Babeș-Bolyai. Series Geologia. Cluj Napoca: 41-43.
- MOJISOVICS E. 1875. *Ueber norische Bildungen in Siebenburgen*. Verhandlungen der kaiserliche und koenigliche geologische Reichsanstalt. Wien. **8**: 142-145.

- NĂSTĂSEANU AURELIA. & SOLCAN M. 1963. *Asupra prezenței zonei cu Hildoceras bifrons în sinclinalul Hăghimaș-Ciuc*. Comunicările Academiei R.P.R. Edit. Academiei R.P.R. București. **13**(12): 1089-1093.
- NEUMAYR M. 1873. *Die Fauna der Schichten mit Aspidoceras acanthicum*. Abhandlungen der kaiserliche und koenigliche geologische Reichsanstalt. Wien. **5**(6): 141-257.
- PANĂ D., BALINTONI I., HEAMAN L. 2000. *Precise U–Pb zircon dating of the syenite phase from the Ditrău alkaline igneous complex*. Studia Universitatis Babeș-Bolyai. Geologia. Cluj-Napoca. **65**(1): 79-89.
- PATRULIUS D. 1960. *La couverture mésozoïque des massifs cristallins des Carpates Orientales*. Annales Instituti Géologici Publici Hungarici. Budapesta. **49**(1): 123-152.
- PATRULIUS D., POPA E., POPESCU I. 1969. *Structura pânzei bucovinice în partea meridională a masivului cristalin Moldav (Carpații Orientali)*. Anuarul Comitetului Geologic. București. **37**: 71-107.
- PELIN M. & PEDA I. 1964. *Contribuții la cunoașterea geologiei Cheilor Bicazului*. Analele Universității București, Seria Științele Naturii Geologie-Geografie. București. **8**(1): 16-25.
- PELIN M. 1965. *Asupra brachiopodelor portlandiene de pe Pârâul Fagul Oltului Culmea Piatra Roșie (Masivul Hăghimaș)*. Analele Universității București. Seria Științele Naturii. Geologie-Geografie. București. **14**(2): 73-84.
- PELIN M. 1967. *Studiu geologic al depozitelor mezozoice din Munții Hăghimaș, între Lacul Roșu și Piatra Unică*. Rezumat al tezei de doctorat. București. 57 pp.
- PELIN M. 1976. *Asupra jurasicului superior de la izvoarele Pârâului Hăghimaș (Carpații Orientali)*. Studii și Cercetări de Geologie, Geofizică și Geografie, Geologie. București. **21**: 113-130.
- PEDA I. & PELIN M. 1969. *Contribuții la cunoașterea Liasicului din regiunea Lacul Roșu (Carpații Orientali)*. Buletinul Societății de Științe Geologice din R.S.R. București. **10**: 269-281.
- PEDA I. 1973. *Variațiile de facies și biostratigrafia Jurasicului superior din Munții Hăghimaș*. Studii și Cercetări de Geologie, Geografie și Biologie. Seria Geologie Geografie. Piatra Neamț. **2**: 11-21.
- PEDA I. 1976. *Contribuții la cunoașterea Liasicului și Doggerului din munții Hăghimaș (Carpații Orientali)*. Anuarul Muzeului de Științe Naturale Piatra Neamț. Seria Geologie-Geografie. Piatra Neamț. **3**: 19-41.
- SÂNDULESCU JANA. 1969. *Contribuții micropaleontologice la cunoașterea Cretacicului din Sinclinalul Hăghimaș*. Dări de Seamă ale Institutului Geologic al României. București. **34**(2): 1-38.
- SÂNDULESCU M. 1969. *Structura geologică a părții centrale a Sinclinalului Hăghimaș*. Dări de Seamă ale Ședințelor. Institutul de Geologie și Geofizică. București. **44**(3): 227-263.
- SÂNDULESCU M. 1975. *Studiul geologic al părții centrale și nordice a sinclinalului Hăghimaș (Carpații Orientali)*. Anuarul Institutului de Geologie și Geofizică. București. **55**(1): 1-200.
- SÂNDULESCU M. 1984. *Geotectonica României*. Edit. Tehnică. București. 336 pp.
- SÂNDULESCU M., MUREȘAN M., MUREȘAN GEORGETA. 1975. *Harta geologică a României scara 1:50000, Foaia Dămuc*. Institutul de Geologie și Geofizică. București.
- SÂNDULESCU M. & RUSSO-SÂNDULESCU D. 1981. *The ophiolites from the Rarău and Hăghimaș synclines—their structural position, age and geotectonic evolution*. Dări de Seamă. Institutul de Geologie și Geofizică. București. **66**(5): 103-114.
- VADASZ E. 1915. *Geologische Beobachtungen im Persanyer und Nagybagymas Gebirge*. Sonderabdruck aus den Mitteilungen aus dem Jahresbericht der koeniglichen ungarischen Geologische Reichsanstalt. Budapest: 264-298.

**Porumbescu Constantina, Cioacă Vlad, Tudor Elena, Gheucă Ion**

Geological Institute of Romania,

Caransebeș str. 1<sup>st</sup>, Bucharest 012721, Romania.

E-mail: tatiana0906@yahoo.com; bonjuk@yahoo.com

E-mail: gt\_elena2004@yahoo.com; i\_gheuca@yahoo.com

Received: April 30, 2010

Accepted: September 8, 2010