



**Academia Română
Institutul de
Geodinamică "Sabba
S. Ștefănescu"**

***Str. Jean-Louis
Calderon, Nr. 19-21,
București-37, România,
R-020032,
fax:(4021)317.21.20, tel.
(4021)317.21.26
e-mail:
inst_geodin@geodin.ro
www.geodin.ro***

Teza de abilitare

Aportul studiilor vulcanologice și petrologice a rocilor vulcanice la
interpretarea proceselor geodinamice

Ioan Seghedi

Rezumat in limba Engleză

The contribution of volcanological and petrological studies in revealing the geodynamic processes

Ioan Seghedi

Summary

The habilitation thesis entitled “The contribution of volcanological and petrological studies in revealing the geodynamic processes” synthesizes the most relevant results of my field and laboratory studies I carried out after obtaining my degree in geology in 1972. Magmatic processes, in general and those shaping volcanic domains, in particular have captured my attention since the beginning of my professional career. After graduation, I started working as exploration geologist at the Prospecriuni Enterprise. Here I was carrying out applied research for three years, doing geological prospecting (including geological mapping and petrographical studies) for mineral resources in magmatic and metamorphic areas of the Apuseni and Banat Mts. (Romania).

In 1975, I moved to the Geological Institute of Romania. Here I got involved in a wide range of fundamental scientific research as well as applied studies in volcanology, petrology and metallogeny, geological mapping in the Neogene and pre-Neogene volcanic areas of Romania, but also in other European countries like Hungary, Ukraine and Spain. My research largely relied on generating lithological and structural maps. After obtaining my PhD degree in 1987 (thesis title: “Petrologic study of the Călimani caldera, East Carpathians”, adviser Prof. Dr. Acad. Dan P. Rădulescu), my research in geological mapping and volcanology in Romania continued within several research teams, either as a member, or project director. I have improved my research methodology in the field of Volcanology and Petrology benefiting of a Fulbright grant in Menlo Park, USA (1997), a Royal Society grant in London, UK (1997-1999), a NATO grant in Madrid, Spain (2002), and an ISES grant in Utrecht, Netherland (2004, 2008, 2009). I have used these opportunities to advance my research by combining geological fieldwork with qualitative and quantitative analytical techniques (e.g. ICP-MS for trace elements and isotope, Laser Ablation ICP-MS for trace element studies, electron microprobe) applied to various volcanic rocks and their associated minerals.

Since 2001, I am working at the Institute of Geodynamics, Romanian Academy where I pursue fundamental scientific research involving principally geodynamic studies focusing on the relationships between magmatism and geotectonic evolution in the Carpathian-Pannonian region, but also in the broader Europe, Anatolia and North America. My main goals were to interpret petrological (petrography, mineralogy, geochemistry) and volcanological processes in terms of geodynamics and perform a series of detailed volcanological mapping and reconstructions.

The habilitation thesis summarizes the results obtained by collaborating with several national and international research groups on volcanology and igneous petrology. The presentation is structured in eight chapters, which address my past contributions as well as the development perspectives of my scientific career including teaching.

The thesis is in the field of Geology. My scientific activity focused on eight major directions, presented here in separated chapters:

1. Geochronology, space-time evolution of the volcanism in Romania and the Carpathian-Pannonian region;
2. Neogene/Quaternary volcanic areas in Romania and the Carpathian-Pannonian region;
3. Paleozoic and Mesozoic volcanic areas in Romania;
4. Volcanic hazard in Romania and adjacent areas;
5. Alteration and mineralization studies of volcanic rocks;
6. Volcanological studies abroad;
7. Petrological studies of volcanic areas in Romania and the Carpathian-Pannonian region;
8. Geodynamic reconstruction based on geochronological, petrological and geotectonic analyses.

The **first chapter** presents my results obtained after 1990. Among the scientific results corresponding to each research topic, several relevant outcomes can be mentioned:

- Documenting the southward migrating volcanic activity in the Călimani-Gurghiu-Harghita range between 10.6-0.03 Ma (1995);
- Elaborating the first (1995) and the second (2006) synthetic work on K-Ar age development in the Carpathian-Pannonian region;
- Dating the last eruption of the Ciomadul volcano at ~ 35 Ka (1995, 1996);
- Dating the volcanism in Apuseni Mountains between 15-7 Ma (2001, 2004);
- Separating six episodes in the generation of Persani Mts. basaltic volcanic field, at 1220, 1142, 1060, ~900? (not yet dated), 800, and 683 Ka (2013, 2016);
- Dating the Gătaia (Banat) lamproite volcano, unique in the Carpathian-Pannonian region, at 1.32 Ma. The published study has been awarded with the LUDOVIC MRAZEC prize of the Romanian Academy (2008);
- The first comprehensive dating of the Neogene felsic volcanism in the Pannonian Basin in three episodes: 21.0-18.5 Ma, 17.5-16.0 Ma and 14.5-13.5 Ma (1998);
- The first dating of the calc-alkaline volcanic activity in Transcarpathian Ukraine at 14.8-9 Ma (2000).

The **second chapter** addresses the topic of volcanology of Neogene/Quaternary age areas in Romania and the Carpathian-Pannonian region. The main achievements are presented in four subchapters:

- (a) Features of volcanic edifices and their associated products
- (b) Studies on tuffs
- (c) Instability of volcanic edifices
- (d) Relationships between volcanism and tectonic activity

Results are the followings:

- a. A new synthesis of Călimani-Gurghiu-Harghita range, based on the facies concept and estimation of migration rates and volumes (1995, 1996, 1997); the first modern volcanological reconstruction of the Ciomadul volcano (2015); the first description of the largest composite volcano in the Apuseni Mts (Bontău) (2010); the first volcanological synthesis of the Neogene-Quaternary volcanism in the Carpathian-Pannonian region (2010); the first and second (improved) volcanological reconstruction of the Perșani Mts. volcanic field (1994. 2016);
- b. First evidence of the ignimbritic character of the “Dej Tuff” sequence from Măgura Ciceului (western Transylvanian Basin) (1991); the study of zeolitization processes of the “Dej Tuff” sequence in the western Transylvania (2000); a discussion of the premises of Quaternary tuff investigations in Romania (1998); the first correlation of the Quaternary tuff sequences from the southern part of Romania with the Campanian tuff (~ 37 Ka) (2002).
- c. Identification of the first two debris avalanche deposits in Romania in the Călimani-Gurghiu-Harghita range, considered to be among the largest of their kind in Europe (2000); identification of other three debris avalanche deposits along the western margin of the Călimani-Gurghiu-Harghita range (2017).
- d. Evidence of contemporaneous generation of the fault system and volcanoes from north to south along the Călimani-Gurghiu-Harghita range, at ~10-0.3 Ma (2005); Tectonic deformations led to the rise of the Călimani-Gurghiu-Harghita volcanic mountains and to the subsidence of the N–S oriented intermontane Borsec/Bilbor–Gheorgheni–Ciuc and Brașov pull-apart basins.

The **third chapter** is dedicated to my volcanological studies on Paleozoic and Mesozoic volcanic areas of Romania. The main achievements are:

- The first volcanological study of the Carapelit formation, assumed Carboniferous in age (1987);
- Characterization of the bimodal Triassic volcanism and tectonic deformations in Consul Unit, North Dobrogea (1990);

- The first modern volcanological reconstruction of the rhyolitic volcanism in Sirinia Basin, South Banat (2011);

The **fourth chapter** presents my contributions to the volcanic hazard in Romania. The study is compiling an inventory of potential volcanic hazard sources for the Romanian territory, irrespective of their location inside or outside the country (2002, 2013). External volcanic sources implying ash-fall hazard from tephra dispersion following explosive volcanic eruptions include the Central Italian field of active volcanoes (e.g. Campii Flegreii and Vesuvius), the active Aegean volcanic arc, the Eifel region of Central Europe (Germany), and Iceland. Geologic evidence of thick tephra deposition from Campi Flegreii caldera (its Campanian ignimbrite eruption ca. 39 Ka ago) found in southern Romania clearly indicates that this type of volcanic hazard is real. Potential internal volcanic source, can be considered the Ciomadul volcano that suggest having a magma plumbing system not yet fully solidified, put in evidence by a well-focused and strongest-in-Romania heat-flow anomaly, crustal and sub-crustal local seismic activity, seismic wave attenuation patterns recorded in seismic tomography images, and most intense “postvolcanic activity”, including mantle-originated gas emanations.

The **fifth chapter** is a short presentation of studies I have authored on the following subjects: alteration and mineralization processes of the intrusive body inside the Călimani Caldera (1985); a synthesis of the metallogenetical particularities of the Călimani-Gurghiu-Harghita range (1994); consideration on the meaning and significance of Golden Quadrangle in the Metaliferi Mts. (2001); unpublished contribution on the mineralization processes in Apuseni Mts. and the Fâncel-Lăpușna Caldera, East Carpathians.

The **sixth chapter** is dedicated to volcanological studies performed abroad, beyond the Carpathian-Pannonian region. The main results include:

- The first modern volcanological description of the Miocene lamproite volcanoes in south-east Spain (2007);

- The first account of petrogenetic processes in a Cambrian kimberlitic diatreme, Tuzo, Canada (2009);

- The first description of two Miocene composite volcanoes in an extensional corridor in the western Turkey (2015);
- The first account of the Kırka-Phrigian Caldera, western Anatolia, Turkey (2016).

The **seventh chapter** is dedicated to petrological studies carried out between 1982 and present:

- The first petrological interpretations of the Caldera Călimani volcanologic and petrologic system (1982);
- The first characterization of the Ciomadul, as a dacite-dominated volcanic complex (1986);
- Co-authoring an article revealing the history of the term „dacite” (1996);
- A first comprehensive study of the acid, dominant rhyolitic rocks from North Dobrogea (1992);
- The first (1995) and the second (2013) modern petrological study of Perșani basalts;
- And - Petrologic study of the Călimani-Gurghiu-Harghita range (1995, 1996);
- Petrologic study of the Miocene volcanism in Ukraine (2001);
- Petrologic study of the Rodna-Bârgău subvolcanic area (2005, 2016);
- Petrologic study of the Gutâi and Oaș volcanic areas (2017);
- Synthetic petrological studies of all volcanic rock types in the Carpathian-Pannonian region (2004, 2015);
- Editing a Special Issue in Lithos, 2013 (with Dejan Prelević): „Magmatic response to the post-accretionary orogenesis within Alpine–Himalayan belt”;
- A comparative study of the volcanism in the Pannonian region and Menderes region (Anatolia) (2013);
- Contributions to the petrology of Paleogene basanites in Poiana Ruscă Mts., western Romania (1995, 2010);

- Contributions to the petrology of Permian bimodal volcanism in the Apuseni Mts. (2014);

Chapter eight presents my contributions to the geodynamic reconstructions of various volcanic areas based on geochronological, petrological and tectonic data. The geodynamic models focusing on the Carpathian–Pannonian region, done in 1998, 2004 and 2011, evolved and gained complexity over time and emphasize the dominantly post-collisional character of the Neogene-Quaternary magmatism.

In the **second**, final part of the thesis, I present my career (professional and scientific) development plan and the main directions of future research.

The development of my scientific research in the field of Geology will continue the research topics I pursued in the past decades: volcanology and petrology of volcanic rocks.

My intention is to constantly continue publishing articles in ISI indexed journals with high impact factor and high relative score of influence. I will continue attending conferences in my field, especially at the international level (ISI indexed, if possible) both in Romania and abroad. I plan to publish specialized books with national and international publishing houses.

The development plan of my research and eventually teaching activity will entail courses and interaction with students. Modern teaching methods will represent central elements of this plan. In this respect, I intend to combine field and laboratory work with modern computational techniques, and will rely on the full involvement of graduate students.

I would like to express my special thanks to the colleagues from the research team, some of which have already retired: Nicolae Ionel, Alexandru Szakács, Mihai Tatu, Péter Luffi, Viorel Mirea, Mădălina Vișan, Răzvan-Gabriel Popa, Luisa Elena Iatan.

I highly appreciate the collaboration with Cristian G. Panaiotu from the University of Bucharest.

My achievements would not have been possible without the support of a series of national and international research grants that I have benefited from over the years. These made possible field studies, sample collection, exchange of scientists and analytical work at different foreign laboratories in the framework of international collaborative agreements.

TEZĂ DE ABILITARE

TITLUL: Aportul studiilor vulcanologice și petrologice a rocilor vulcanice la interpretarea proceselor geodinamice

Domeniul fundamental: Științe Exacte

Domeniul de abilitare: *Geologie*

Autor: Dr. Ioan Seghedi

Teză elaborată în vederea obținerii atestatului de abilitare în scopul conducerii lucrărilor de doctorat în domeniul *Geologiei*

BUCUREȘTI, 15.11.2017

Cuprins

Abstract.....	3
I. Activitate profesională și științifică.....	11
Capitolul 1. Geocronologie, evoluția în spațiu și timp a vulcanismului din România și din aria Carpato-Panonică	11
Capitolul 2. Vulcanologia ariilor de vârstă Neogen/Cuaternare din România și din aria Carpato-Panonică.....	16
Capitolul 3. Vulcanologia ariilor de vârstă Paleozoică și Mezozoică din România.....	23
Capitolul 4. Hazardul vulcanic din România și ariile adiacente.....	25
Capitolul 5. Studii privind procesele de alterare și mineralizare asociate rocilor vulcanice.....	26
Capitolul 6. Studii vulcanologice efectuate în străinătate.....	27
Capitolul 7. Studii petrologice a ariilor cu roci vulcanice din România și din aria Carpato-Panonică.....	31
Capitolul 8. Reconstituiri geodinamice pe bază de date geocronologice, petrologice și geotectonice.....	39
II. Plan de dezvoltare profesională și științifică.....	47
Capitolul 1. Activitate profesională și științifică.....	47
Capitolul 2. Plan de perspectivă.....	53
Bibliografie.....	55



**Academia Română
Institutul de
Geodinamică "Sabba
S. Ștefănescu"**

**Str. Jean-Louis
Calderon, Nr. 19-21,
București-37, România,
R-020032,
fax:(4021)317.21.20, tel.
(4021)317.21.26
e-mail:
inst_geodin@geodin.ro
www.geodin.ro**

**Aportul studiilor vulcanologice și petrologice a rocilor vulcanice la interpretarea
proceselor geodinamice**

Ioan Seghedi

Abstract

The habilitation thesis entitled "The contribution of volcanological and petrological studies in revealing the geodynamic processes" synthesizes the most relevant results of my field and laboratory studies I carried out after obtaining my degree in geology in 1972. Magmatic processes, in general and those shaping volcanic domains, in particular have captured my attention since the beginning of my professional career. After graduation, I started working as exploration geologist at the Prospekțiuni Enterprise.

Here I was carrying out applied research for three years, doing geological prospecting (including geological mapping and petrographical studies) for mineral resources in magmatic and metamorphic areas of the Apuseni and Banat Mts. (Romania).

In 1975, I moved to the Geological Institute of Romania. Here I got involved in a wide range of fundamental scientific research as well as applied studies in volcanology, petrology and metallogeny, geological mapping in the Neogene and pre-Neogene volcanic areas of Romania, but also in other European countries like Hungary, Ukraine and Spain. My research largely relied on generating lithological and structural maps. After obtaining my PhD degree in 1987 (thesis title: "Petrologic study of the Călimani caldera, East Carpathians", adviser Prof. Dr. Acad. Dan P. Rădulescu), my research in geological mapping and volcanology in Romania continued within several research teams, either as a member, or project director. I have improved my research methodology in the field of Volcanology and Petrology benefiting of a Fulbright grant in Menlo Park, USA (1997), a Royal Society grant in London, UK (1997-1999), a NATO grant in Madrid, Spain (2002), and an ISES grant in Utrecht, Netherland (2004, 2008, 2009). I have used these opportunities to advance my research by combining geological fieldwork with qualitative and quantitative analytical techniques (e.g. ICP-MS for trace elements and isotope, Laser Ablation ICP-MS for trace element studies, electron microprobe) applied to various volcanic rocks and their associated minerals.

Since 2001, I am working at the Institute of Geodynamics, Romanian Academy where I pursue fundamental scientific research involving principally geodynamic studies focusing on the relationships between magmatism and geotectonic evolution in the Carpathian-Pannonian region, but also in the broader Europe, Anatolia and North America. My main goals were to interpret petrological (petrography, mineralogy, geochemistry) and volcanological processes in terms of geodynamics and perform a series of detailed volcanological mapping and reconstructions.

The habilitation thesis summarizes the results obtained by collaborating with several national and international research groups on volcanology and igneous petrology. The presentation is structured in eight chapters, which address my past

contributions as well as the development perspectives of my scientific career including teaching.

The thesis is in the field of Geology. My scientific activity focused on eight major directions, presented here in separated chapters:

1. Geocronology, space-time evolution of the volcanism in Romania and the Carpathian-Pannonian region;
2. Neogene/Quaternary volcanic areas in Romania and the Carpathian-Pannonian region;
3. Paleozoic and Mesozoic volcanic areas in Romania;
4. Volcanic hazard in Romania and adjacent areas;
5. Alteration and mineralization studies of volcanic rocks;
6. Volcanological studies abroad;
7. Petrological studies of volcanic areas in Romania and the Carpathian-Pannonian region;
8. Geodynamic reconstruction based on geochronological, petrological and geotectonic analyses.

The **first chapter** presents my results obtained after 1990. Among the scientific results corresponding to each research topic, several relevant outcomes can be mentioned:

- Documenting the southward migrating volcanic activity in the Călimani-Gurghiu-Harghita range between 10.6-0.03 Ma;
- Elaborating the first and the second synthetic work on K-Ar age development in the Carpathian-Pannonian region;
- Dating the last eruption of the Ciomadul volcano at ~ 35 Ka;
- Dating the volcanism in Apuseni Mountains between 15-7 Ma;
- Separating six episodes in the generation of Persani Mts. basaltic volcanic field, at 1220, 1142, 1060, ~900? (not yet dated), 800, and 683 Ka;

- Dating the Gătaia (Banat) lamproite volcano, unique in the Carpathian-Pannonian region, at 1.32 Ma. The published study has been awarded with the LUDOVIC MRAZEC prize of the Romanian Academy;

- The first comprehensive dating of the Neogene felsic volcanism in the Pannonian Basin in three episodes: 21.0-18.5 Ma, 17.5-16.0 Ma and 14.5-13.5 Ma;

- The first dating of the calc-alkaline volcanic activity in Transcarpathian Ukraine at 14.8-9 Ma.

The **second chapter** addresses the topic of volcanology of Neogene/Quaternary age areas in Romania and the Carpathian-Pannonian region. The main achievements are presented in four subchapters:

- (a) Features of volcanic edifices and their associated products

- (b) Studies on tuffs

- (c) Instability of volcanic edifices

- (d) Relationships between volcanism and tectonic activity

Results are the followings:

- a. A new synthesis of Călimani-Gurghiu-Harghita range, based on the facies concept and estimation of migration rates and volumes; the first modern volcanological reconstruction of the Ciomadul volcano; the first description of the largest composite volcano in the Apuseni Mts (Bontău); the first volcanological synthesis of the Neogene-Quaternary volcanism in the Carpathian-Pannonian region; the first and second (improved) volcanological reconstruction of the Perșani Mts. volcanic field;

- b. First evidence of the ignimbritic character of the “Dej Tuff” sequence from Măgura Ciceului (western Transylvanian Basin); the study of zeolitization processes of the “Dej Tuff” sequence in the western Transylvania; a discussion of the premises of Quaternary tuff investigations in Romania; the first correlation of the Quaternary tuff sequences from the southern part of Romania with the Campanian tuff (~ 37 Ka).

- c. Identification of the first two debris avalanche deposits in Romania in the Călimani-Gurghiu-Harghita range, considered to be among the largest of their kind in Europe; identification of other three debris avalanche deposits along the western margin of the Călimani-Gurghiu-Harghita range.
- d. Evidence of contemporaneous generation of the fault system and volcanoes from north to south along the Călimani-Gurghiu-Harghita range, at ~10-0.3 Ma; Tectonic deformations led to the rise of the Călimani-Gurghiu-Harghita volcanic mountains and to the subsidence of the N–S oriented intermontane Borsec/Bilbor–Gheorgheni–Ciuc and Braşov pull-apart basins.

The **third chapter** is dedicated to my volcanological studies on Paleozoic and Mesozoic volcanic areas of Romania. The main achievements are:

- The first volcanological study of the Carapelit formation, assumed Carboniferous in age;
- Characterization of the bimodal Triassic volcanism and tectonic deformations in Consul Unit, North Dobrogea;
- The first modern volcanological reconstruction of the rhyolitic volcanism in Sirinia Basin, South Banat;

The **fourth chapter** presents my contributions to the volcanic hazard in Romania. The study is compiling an inventory of potential volcanic hazard sources for the Romanian territory, irrespective of their location inside or outside the country. External volcanic sources implying ash-fall hazard from tephra dispersion following explosive volcanic eruptions include the Central Italian field of active volcanoes (e.g. Campii Flegreii and Vesuvius), the active Aegean volcanic arc, the Eifel region of Central Europe (Germany), and Iceland. Geologic evidence of thick tephra deposition from Campi Flegreii caldera (its Campanian ignimbrite eruption ca. 39 Ka ago) found in southern Romania clearly indicates that this type of volcanic hazard is real. Potential internal volcanic source, can be considered the Ciomadul volcano that suggest having a magma plumbing system not yet fully solidified, put in evidence by a well-focused and strongest-in-Romania heat-flow anomaly, crustal and sub-crustal local seismic activity,

seismic wave attenuation patterns recorded in seismic tomography images, and most intense “postvolcanic activity”, including mantle-originated gas emanations.

The **fifth chapter** is a short presentation of studies I have authored on the following subjects: alteration and mineralization processes of the intrusive body inside the Călimani Caldera; a synthesis of the metallogenetical particularities of the Călimani-Gurghiu-Harghita range; consideration on the meaning and significance of Golden Quadrangle in the Metaliferi Mts.; unpublished contribution on the mineralization processes in Apuseni Mts. and the Fâncel-Lăpușna Caldera, East Carpathians.

The **sixth chapter** is dedicated to volcanological studies performed abroad, beyond the Carpathian-Pannonian region. The main results include:

- The first modern volcanological description of the Miocene lamproite volcanoes in south-east Spain;
- The first account of petrogenetic processes in a Cambrian kimberlitic diatreme, Tuzo, Canada;
- The first description of two Miocene composite volcanoes in an extensional corridor in the western Turkey;
- The first account of the Kırka-Phrigian Caldera, western Anatolia, Turkey.

The **seventh chapter** is dedicated to petrological studies carried out between 1982 and present:

- The first petrological interpretations of the Caldera Călimani volcanologic and petrologic system;
- The first characterization of the Ciomadul, as a dacite-dominated volcanic complex;
- Co-authoring an article revealing the history of the term „dacite”;
- A first comprehensive study of the acid, dominant rhyolitic rocks from North Dobrogea;

- The first and the second modern petrological study of Perșani basalts;
- Petrologic study of the Călimani-Gurghiu-Harghita range;
- Petrologic study of the Rodna-Bârgău subvolcanic area;
- Petrologic study of the Gutâi and Oaș volcanic areas;
- Petrologic study of the Miocene volcanism in Ukraine;
- Synthetic petrological studies of all volcanic rock types in the Carpathian-Pannonian region;
- Editing a Special Issue in *Lithos*, 2013 (with Dejan Prelević): „Magmatic response to the post-accretionary orogenesis within Alpine–Himalayan belt”;
- A comparative study of the volcanism in the Pannonian region and Menderes region (Anatolia);
- Contributions to the petrology of Paleogene basanites in Poiana Ruscă Mts., western Romania;
- Contributions to the petrology of Permian bimodal volcanism in the Apuseni Mts.;

Chapter eight presents my contributions to the geodynamic reconstructions of various volcanic areas based on geochronological, petrological and tectonic data. The geodynamic models focusing on the Carpathian–Pannonian region evolved and gained complexity over time and emphasize the dominantly post-collisional character of the Neogene magmatism.

In the final part of the thesis, I present my career (professional and scientific) development plan and the main directions of future research.

The development of my scientific research in the field of Geology will continue the research topics I pursued in the past decades: volcanology and petrology of volcanic rocks.

My intention is to constantly continue publishing articles in ISI indexed journals with high impact factor and high relative score of influence. I will continue attending conferences in my field, especially at the international level (ISI indexed, if possible) both in Romania and abroad. I plan to publish specialized books with national and international publishing houses.

The development plan of my research and eventually teaching activity will entail courses and interaction with students. Modern teaching methods will represent central elements of this plan. In this respect, I intend to combine field and laboratory work with modern computational techniques, and will rely on the full involvement of graduate students.

I would like to express my special thanks to the colleagues from the research team, some of which have already retired: Nicolae Ionel, Alexandru Szakács, Mihai Tatu, Péter Luffi, Viorel Mirea, Mădălina Vișan, Răzvan-Gabriel Popa, Luisa Elena Iatan. I highly appreciate the collaboration with Cristian G. Panaiotu from the University of Bucharest.

My achievements would not have been possible without the support of a series of national and international research grants that I have benefited from over the years. These made possible field studies, sample collection, exchange of scientists and analytical work at different foreign laboratories in the framework of international collaborative agreements.

În cele ce urmează voi face o prezentare a principalelor realizări științifice și profesionale obținute pe parcursul activității mele în domeniul geologiei (I), pe care am început-o în anul 1972, după terminarea Facultății de Geologie-Geografie, secția Geologie, ca geolog diplomat. În partea a doua, voi prezenta planul de dezvoltare profesională și științifică (II).

I. Activitatea profesională și științifică

În continuare îmi voi prezenta activitatea într-o serie de opt capitole, subliniind aportul personal adus principalelor domenii ale vulcanologiei și a petrologiei asociate:

1. Geocronologie, evoluția în spațiu și timp a vulcanismului din România și din aria Carpato-Panonică;
2. Vulcanologia ariilor de vârstă Neogen/Cuaternare din România și din aria Carpato-Panonică;
3. Vulcanologia ariilor de vârstă Paleozoică și Mezozoică din România;
4. Hazardul vulcanic din România și ariile adiacente;
5. Studii privind procesele de alterare și mineralizare asociate rocilor vulcanice;
6. Studii vulcanologice efectuate în străinătate;
7. Studii petrologice a ariilor cu roci vulcanice din România și din aria Carpato-Panonică;
8. Reconstituiri geodinamice pe bază de date geocronologice, petrologice și geotectonice.

Capitolul 1. Geocronologie, evoluția în spațiu și timp a vulcanismului din România și aria Carpato-Panonică

Importanța datărilor izotopice pentru înțelegerea fenomenelor și evoluției vulcanologice a unei arii vulcanice sau a unui vulcan individual este esențială pentru reconstrucțiile și modelele vulcanologice. Din anul 1990 am inițiat, pe linie Academică, o

cooperare cu Ungaria pentru determinări de vârstă K-Ar, anume cu Institutul ATOMKI din Debrecen, care a durat până recent. Principalul nostru colaborator a fost și continuă să fie domnul Dr. Pécskay Zoltán.

La început, am abordat aria Călimani-Gurghiu-Harghita, reușind, în timp, să realizăm o bază de date care însumează, în momentul de față, sute de analize. Primele datări K-Ar au vizat vulcanul Cucu din Harghita de sud ([Pécskay et al., 1992](#); [Karatson et al., 1992](#)), apoi o nouă serie de datări au fost extinse în Munții Harghita de sud ([Szakács et al., 1993](#)). Am participat și la primele datări de ^{14}C pe lemn carbonizat dintr-un depozit de curgere piroclastică, care a sugerat vârsta ultimei erupții a vulcanului Ciomadul la 10.7 Ka ([Juvigne et al., 1994](#)) și ulterior la 35 Ka ([Moriya et al., 1995, 1996](#)), cea din urmă datare fiind confirmată de date recente ([Harangi et al., 2015a](#)).

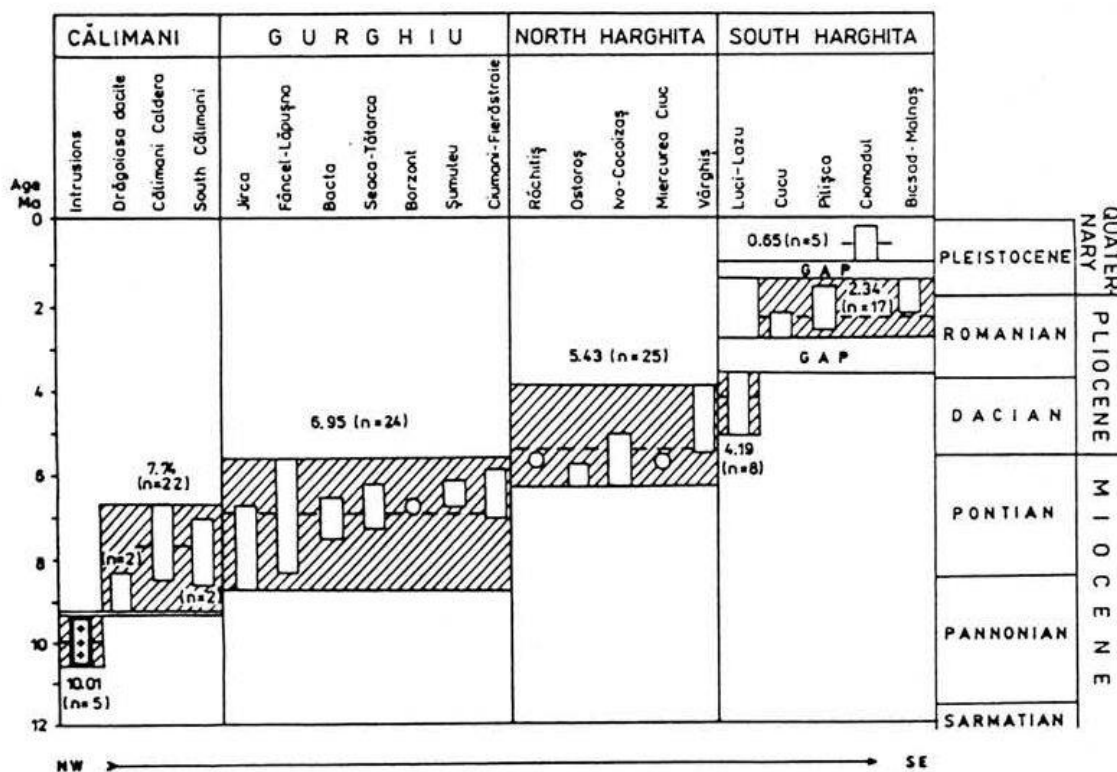


Fig. 1. Migrația în timp și spațiu a vulcanismului Neogen din lanțul vulcanic Călimani-Gurghiu-Harghita (conform [Szakács & Seghedi, 1995a,b](#)).

În 1995 apare prima lucrare de sinteză cu vârste de K-Ar a rocilor vulcanice Neogene din România ([Pécskay et al., 1995a](#)), dar și din aria Carpato-Panonică

(Pécskay et al., 1995b). Conform acestor date, lanțul Călimani-Gurghiu-Harghita s-a generat între 10.6-0.03 Ma, sugerând o pronunțată migrație a activității vulcanice de la nord la sud (Szakacs & Seghedi, 1995a,b) (Fig. 1).

Am participat și la colectarea și interpretarea probelor de vârstă K-Ar ce au demonstrat că vulcanismul Neogen din Munții Apuseni a fost generat în intervalului Badenian-Pannonian (15-7 Ma) (Roșu et al., 2001, 2004).

Studiile pe care le-am efectuat împreună cu colaboratorii mei în aria bazaltelor alcaline din Munții Perșani a sugerat inițial existența a două faze de erupție, una între 1.5-1.2 Ma și alta la ca. 0.670 Ma (Panaiotu et al., 2004). Ulterior, prin realizarea unor noi datări $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ corelate cu date paleomagnetice și vulcanologice, am separat șase episoade de erupție: la 1220, 1142, 1060, ~900? (nedatat), 800, și 683 Ka (Panaiotu et al., 2013; Seghedi et al., 2016) (Fig. 2).

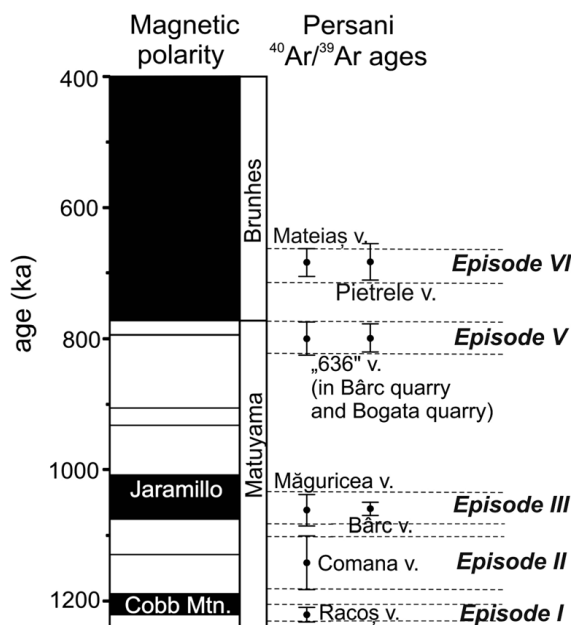


Fig. 2. Scara de polaritate magnetică și intervalele de vârstă izocronă $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ a erupțiilor din Câmpul Vulcanic al Munților Perșani, cu cele cinci episoade datate și unul încă nedatat (IV) (după Seghedi et al., 2016).

Noi datări prin metoda K-Ar au permis o re-evaluare a activității vulcanice din Munții Gurghiu (Seghedi et al., 2004c) și Călimani (Seghedi et al., 2005a).

În 2006 am colaborat la realizarea unei noi sinteze a vârstelor vulcanismului din aria Carpato-Pannonică, folosind, în principal, analizele de K-Ar, care au inclus și o serie de noi datări pe roci vulcanice din România (Pécskay et al., 2006) (Fig. 3).

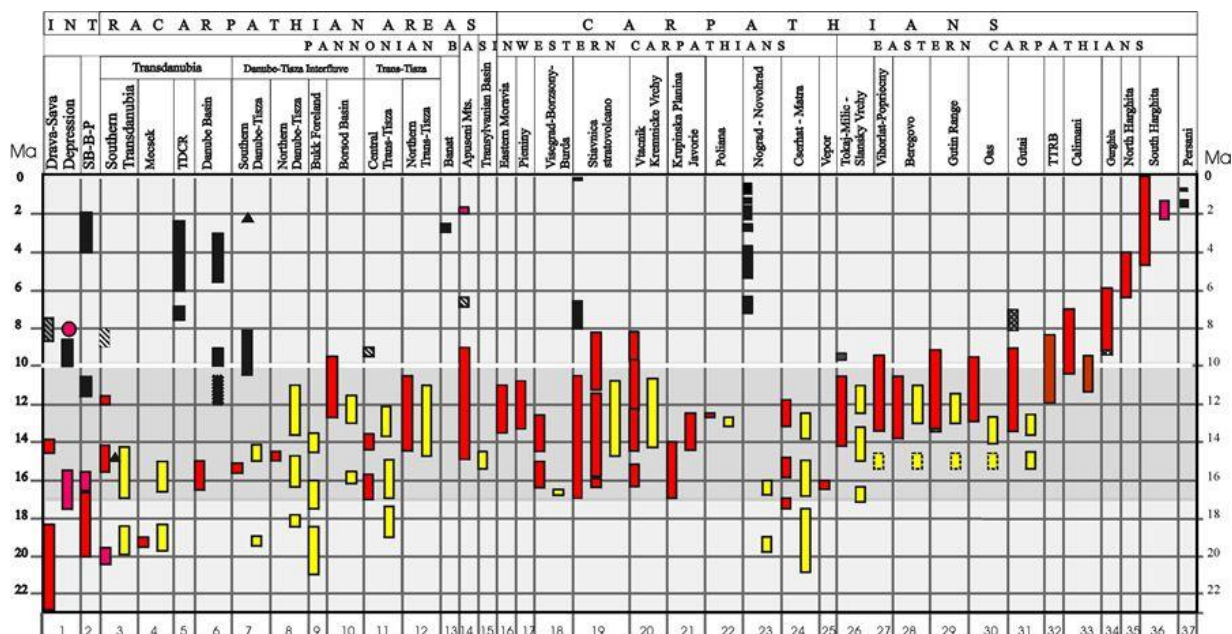


Fig. 3. Evoluția activității vulcanice din aria Carpato-Panonică (după Pécskay et al., 2006). Cu galben sunt reprezentate rocile felsice–dominant riolitice, cu roșu cele subalkaline-dominant andezitice, iar cu negru bazaltele alcaline.

Vârsta de 1.32 Ma a singurei roci de compoziție lamproitică din aria Carpato-Panonică, de la Gătaia (Banat) se încadrează Pleistocenului, iar cu lucrarea ce prezintă date petrografice, mineralogice și geochemice (Seghedi et al., 2008) am fost onorat în anul 2010, împreună cu co-autorii articolului, cu Premiul **LUDOVIC MRAZEC** al Academiei Române.

Datările K-Ar din zona subvulcanică a Carpaților Orientali corespund intervalului 11.5-8 Ma (Pécskay et al., 2009). O serie de patru datări de U-Pb pe cristale de zircon din unele intruziuni din zona subvulcanică Rodna-Bârgău confirmă datele de K-Ar, indicând vârste între 9.29-8.07 Ma (Fedele et al., 2016).

Noi datări ale activității recente a vulcanului Ciomadul la 56–32 ka au folosit în premiera metoda geocronologică combinată U–Th/He și U–Th pe cristale de zircon și

sugerează suprapunerea spațială cu erupția Campaniană a calderii Campi Flegrei (Harangi et al., 2015a) (Fig. 4).

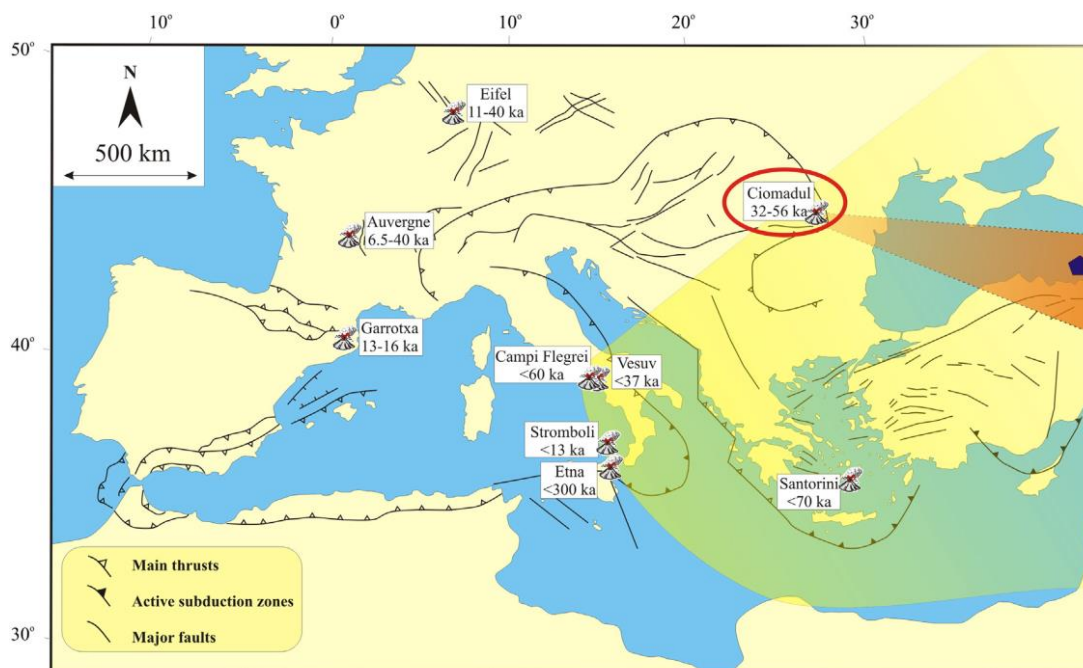


Fig.4. Hartă prezentând erupțiile mai tinere de 100 ka din Europa. Axa presupusă de dispersie de la tefrele de 38.9 ka aparținând vulcanului Ciomadul se suprapune cu tefrele Ignimbritelor Campaniane de vârstă apropiată (Harangi et al., 2015a).

Pe baza datărilor K-Ar și a unor noi observații vulcanologice mi-am adus contribuția la cercetări din afara spațiului României:

(a) la datarea și interpretarea vulcanismului riolitic exploziv din masivul Bükk (Ungaria), unde am distins trei complexe dominant ignimbritice, unul inferior la 21.0-18.5 Ma, unul mediu la 17.5-16.0 Ma și unul superior la 14.5-13.5 Ma (Szakács et al., 1998);

(b) la datarea structurilor vulcanice andezitice din Ucraina Transcarpatică ce corespund intervalului 14.8-9 Ma (Pécskay et al., 2000).

Capitolul 2. Vulcanologia ariilor de vârstă Neogen/Cuaternare din România și din aria Carpato-Panonică

Cercetările relevante pe care le-am efectuat în domeniul vulcanologiei s-au orientat pe:

- (a) caracterizarea edificiilor vulcanice și a produselor asociate;
- (b) studiul tufurilor;
- (c) instabilitatea edificiilor vulcanice;
- (d) relația dintre vulcanism și tectonică.

(a) Caracterizarea edificiilor vulcanice și a produselor asociate

Începutul primelor studii vulcanologice moderne de la noi (era modernă în vulcanologie începe cu studiile erupției complexe a vulcanului Mt. Saint Helens din 18.05.1980, din S.U.A.), le-am efectuat în Munții Harghita prin studii de caz ([Szakács & Seghedi, 1989, 1991](#)). Urmare a noilor concepte privind modelele faciale asociate vulcanilor (proximal, median și distal), am realizat o nouă sistematizare și un nou model al produselor vulcanice asociate vulcanilor compoziți (stratovulcani) din lanțul eruptiv Călimani-Gurghiu-Harghita ([Szakács & Seghedi, 1995a,b, 1996](#)) (Fig. 5). Tot aici am estimat ratele de migrare a activității vulcanice precum și volumul de magmă expulzat ([Szakács et al., 1997](#)). Studiile vulcanologice din Munții Harghita au fost completate și validate de studiile paleomagnetice ([Panaiotu et al., 2012](#)).

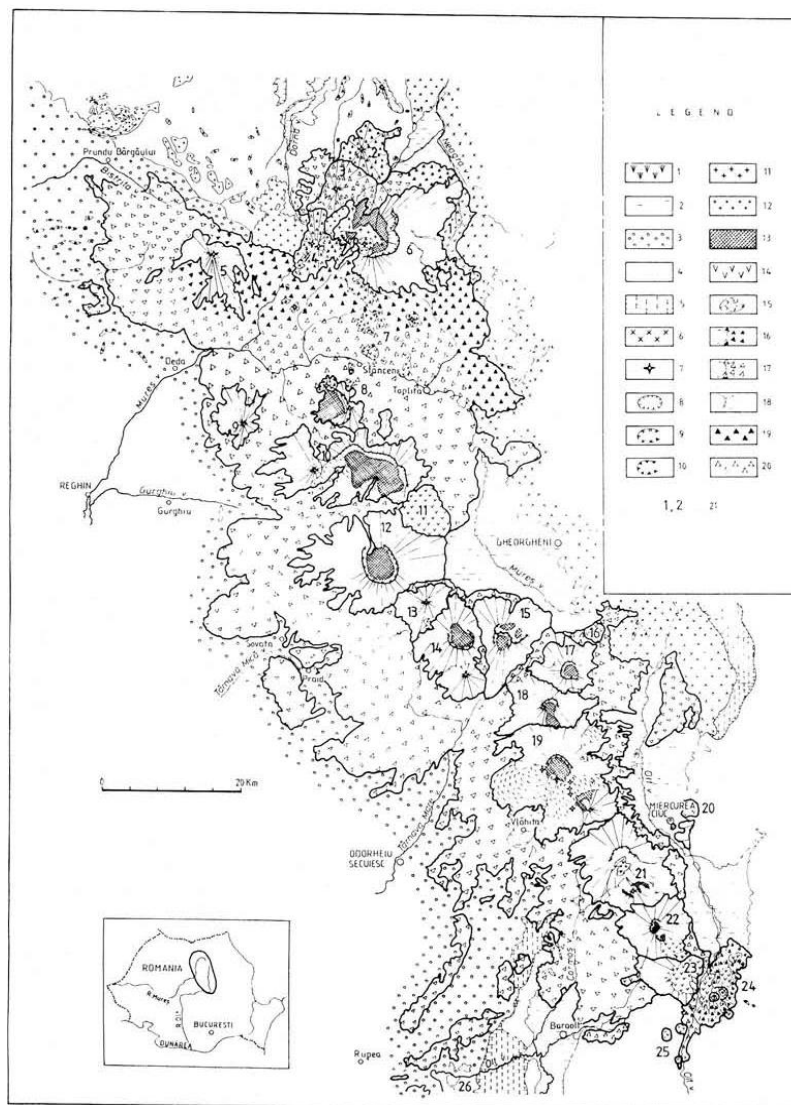


Fig. 5. Harta vulcanologică a lanțului vulcanic Călimani-Gurghiu-Harghita. Legenda: 1. Cuaternar; 2. Depozite post-vulcanice și sinvulcanice Neogene; 3. Sedimente din Bazinul Transilvaniei; 4. Fliș Cretacic-Paleogen aparținând Carpaților Orientali; 5. Sedimente Cretacice-Paleozoice din Carpații Orientali; 6. Zona Cristalino-Mezozoică a Carpaților Orientali; 7. Neck; 8. Crater; 9. Cratere erozionale; 10. Caldere; 11. Roci intruzive porfirice; 12. Roci intruzive echigranulare; 13. Facies central/core-complex; 14. Domuri extruzive; 15. Curgeri de lave; 16. Con piroclastic; 17. Con stratovulcanic; 18. Con efuziv; 19. Facies piroclastic proximal; 20. Depozite de debrite și de avalanșă; 21. Edificii și arii vulcanice: CĂLIMANI: 1. Drăgoiasa; 2. Lucaciul; 3. Tămăul; 4. Rusca-Tihu; 5. Modovanul; 6. Caldera Călimani; 7. Domuri din sudul Călimanilor; GURGHIU: 8. Jirca; 9. Obârșia; 10. Fâncel-Lăpușna; 11. Bacta; 12. Seaca-Tătarca; 13. Borzont; 14. Șumuleu; 15. Ciumani-Fierăstraie; HARGHITA DE NORD: 16. Răchitiș; 17. Ostoros; 18. Ivo-Cocoizaș; 19. Vârghiș; HARGHITA DE SUD: 20. Șumuleu Ciuc; 21. Luci-Lazu; 22. Cucu; 23. Pilișca; 24. Ciomadul; 25. Domuri din zona Bixad-Malnaș (conform Szakács & Seghedi, 1995a,b).

Reconstrucția modernă a structurii vulcanice Ciomadul este de data recentă ([Szakács et al., 2015](#)) (Fig. 6), dar este încă controversată, cu tot volumul impresionant de noi date de vârstă, cărora pe lângă numeroase date de K-Ar li se adaugă și vârste recente (U-Th)/He pe zircon (eg. [Harangi et al., 2015](#)).

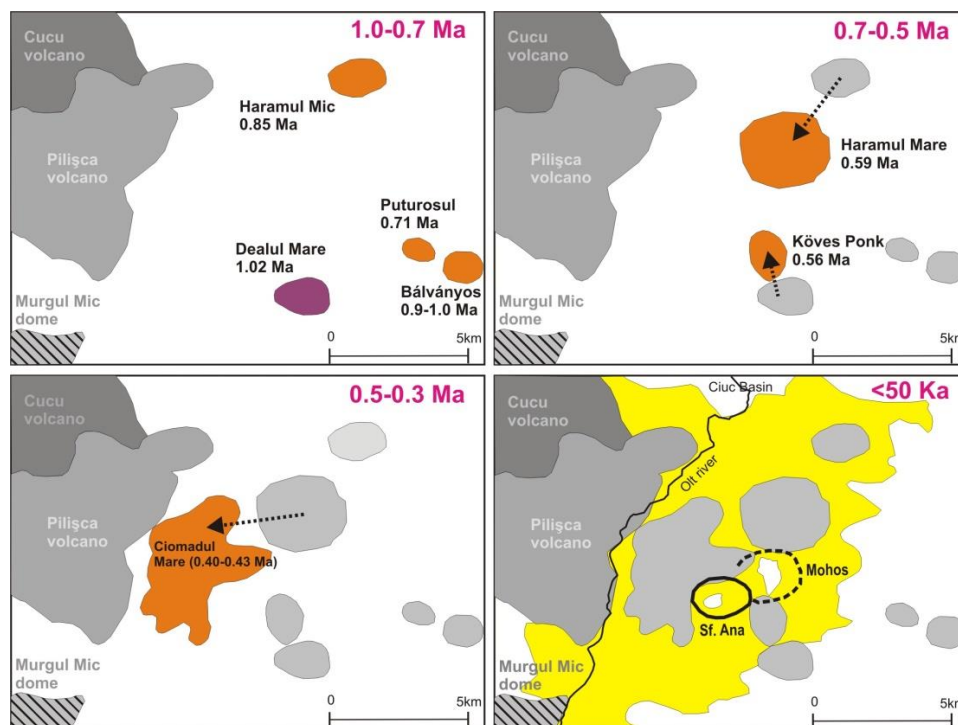


Fig. 6. Evoluția structurii vulcanice Ciomadul între 1 Ma - <50Ka (după [Szakács et al., 2015](#))

În Munții Apuseni am efectuat primul studiu preliminar vulcanologic modern, ce pune în evidență cel mai important vulcan compozit (stratovulcan) din bazinul Zărandului, pe care l-am denumit Bontău după vârful cel mai reprezentativ din regiune ([Seghedi et al., 2010](#)). Vulcanul este aproape simetric (16-18 km în diametru) prezintă o arie craterială erodată (9×4 km), iar în centrul lui apar o serie de corpuri intruzive, afectate de alterări hidrotermale. Vulcanul Bontău a fost generat în două faze subaerene (la 14-12.5 Ma și 11-10 Ma), ca urmare a unor erupții succesive de lave și erupții piroclastice andezitice.

Tot în 2010 am fost co-autor la prima sinteză vulcanologică modernă a vulcanismului Neogen-Cuaternar din întreaga arie Carpato-Panonică ([Lexa et al., 2010](#)).

În această lucrare exhaustivă (63 de pagini) sunt caracterizate formele vulcanice și subvulcanice ale (i) magmatismului subalcalin andezitic care au generat domuri, vulcani de tip scut, conuri efuzive, conuri piroclastice, stratovulcani și caldere cu corpuri intruzive asociate; ale (ii) magmatismului subalcalin riolitic ce au format domuri, caldere și platouri de ignimbrite, și ale (iii) magmatismul bazaltic alcalin, potasic alcalin și ultrapotasic ce a generat domuri, vulcani de tip scut, maar-uri, tuf-conuri/tuf-ringuri, scoria-conuri, asociate cu curgeri de lave. Formele intruzive subvulcanice validate sunt de tipul neckurilor, dykeurilor, sillurilor și diatremelor.

Aria cu vulcanite bazaltice alcaline din Munții Perșani a trecut prin mai multe etape de studiu înainte de prima încercare modernă vulcanologică ce ne aparține ([Seghedi & Szakacs, 1994a](#)). Cea mai recentă interpretare, bazată pe datări Ar/Ar și noi observații vulcanologice moderne consideră câmpul vulcanic al Munților Perșani compus din 21 de vulcani monogenetici care au erupt în șase episoade: un vulcan generat la 1221 Ka; nouă vulcani generați la 1142 Ka; patru vulcani generați la 1060 Ka (perioada cu volumul cel mai mare); doi vulcani cu vârstă încă necunoscută; un vulcan la 800 Ka; și patru vulcani la ~684 Ka. În cele mai multe cazuri, erupțiile inițiale au fost freatomagmatice (la 15 din 21 de vulcani). Freatomagmatismul, de obicei, a fost urmat de o activitate Stromboliană/ Hawaiiană (la 10 din 15 vulcani) și apoi de o fază efuzivă (la 14 din 15 vulcani). O imagine integrată a activității vulcanice din această arie este redată în Fig. 7 ([Seghedi et al., 2016](#)).

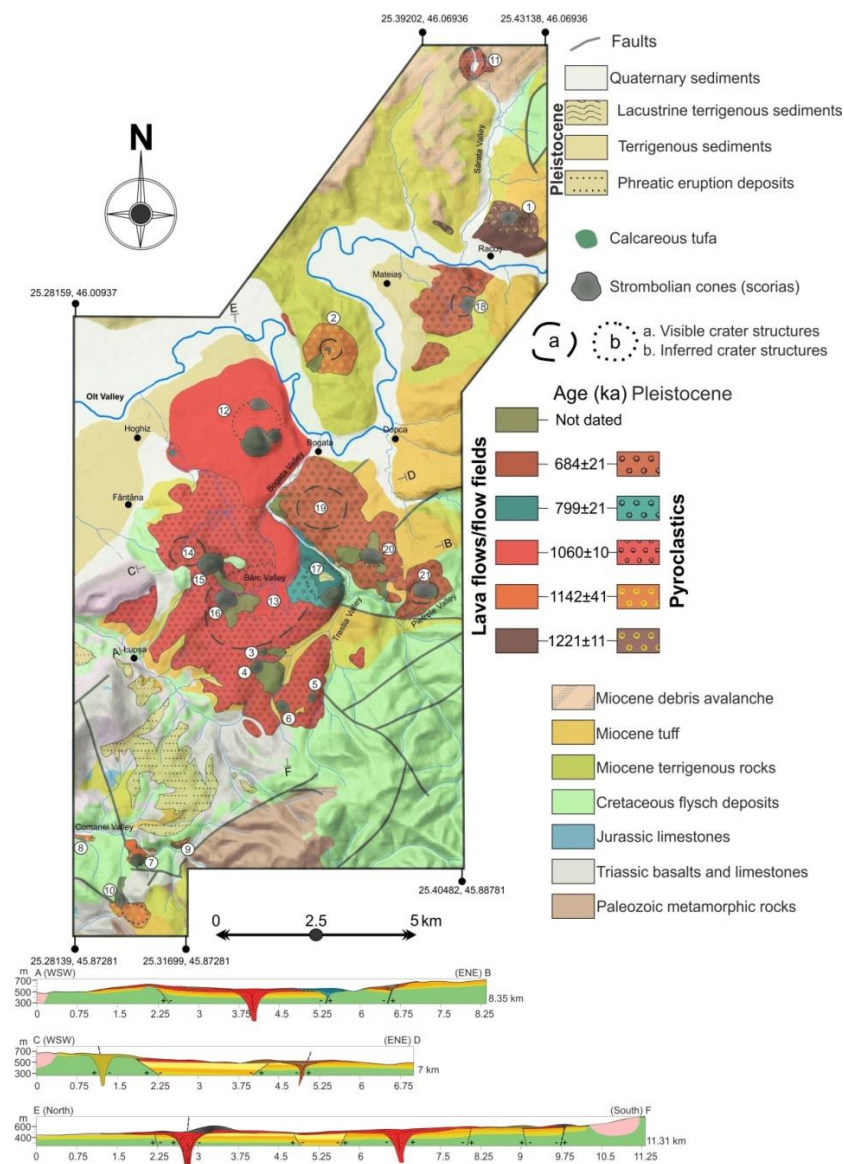


Fig. 7. Harta vulcanologică a câmpului vulcanic al Munților Perșani. Numerele indică cele 21 structuri vulcanice individuale (după Seghedi et al., 2016)

(b) Studiul tufurilor

Astfel de studii se referă în special la tufurile Badenian inferioare, care în bazinul Transilvaniei sunt cunoscute sub denumirea de „Tuful de Dej”. Am contribuit cu date vulcanologice preliminare (Seghedi & Szakács, 1991), ce pun pentru prima oară în evidență caracterul ignimbritic al riolitelor de la Măgura Ciceului (Bazinul Transilvaniei de

nord-vest). Am efectuat de asemenea un studiu exhaustiv al proceselor de zeolitizare al Tufului de Dej ([Seghedi et al., 2000](#)).

În afară de studiul tufurilor Badeniene am efectuat, în premieră, și un studiu al premizelor investigării tefrelor Cuaternare din România ([Szakács & Seghedi, 1998](#)) și am prezentat în premiera corelarea tufurilor din sudul României cu cele aparținând erupției Campaniene (~ 37 Ka) ([Upton et al., 2002](#)).

(c) Instabilitatea edificiilor vulcanice

Instabilitatea edificiilor vulcanice este un concept recent în Vulcanologie, de după anii 1970, care constă în procese de prăbușire parțială a edificiilor vulcanice și generarea unor tipuri de depozite specifice, cunoscute sub denumirea de depozite de avalanșă de debrite. Împreună cu Alexandru Szakács ne-am adus contribuția teoretică privind acest fenomen sugerând tipurile de factori de instabilitate (intrinseci vs. extrinseci) ce pot produce astfel de fenomene (Fig. 8).

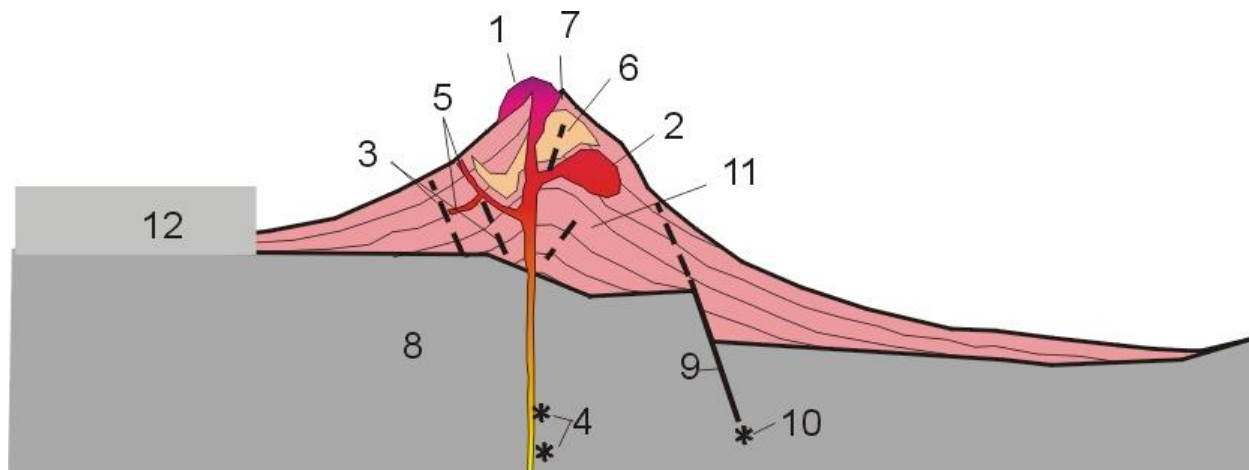


Fig 8. Factorii care controlează instabilitate edificiilor vulcanice a stratovulcanilor: A. Intrinseci: Instabilitate gravitațională: excesul gravitațional al extruziunilor (1) sau a intruziunilor aproape de suprafața (2) Instabilitate structurală prin slăbirea edificiului datorat fracturării pervasive (3), seismicitatea vulcanică (4), intruziuni de tip dyke/sill (5) alterații hidrotermale (6) instabilitate geometrică: schimbarea simetriei edificiului (7); B. Extrinseci: Fundament: topografie, lithologie și structură (8) tectonica activă a fundamentului (9) seismicitate non-vulcanică (10) fenomene hidrogeologice (ex. presiune de pori) (11) fenomene de destabilizare prin contrafort (12) (după [Szakács & Seghedi, 2000](#), cu modificări)

Două astfel de depozite au fost identificate și descrise pentru întâia oară în România în lanțul eruptiv Călimani-Gurghiu-Harghita (Szakács & Seghedi, 2000). Unul dintre aceste depozite, cu originea în vulcanul Rusca-Tihu din Munții Călimani, generat la ~8 Ma este dintre cele mai voluminoase din lume (ca. 26 km³), iar altul aparține vulcanului Vârghiș din Harghita de nord (ca. 13 km³). Cercetările recente au pus în evidență faptul ca sunt mai multe astfel de depozite (de avalanșă de debrite) în partea de vest a lanțului eruptiv, dar și în Munții Apuseni și Gutâi, cu date doar comunicate (ex. Seghedi & Fülöp, 2009). Cele 5 noi depozite de avalanșă de debrite situate de-a lungul marginii vestice a lanțului eruptiv Călimani-Gurghiu-Harghita contribuie fundamental la volumul faciesului median și distal al arhitecturii structurii lanțului vulcanic (Fig. 9) (Seghedi et al., 2017).

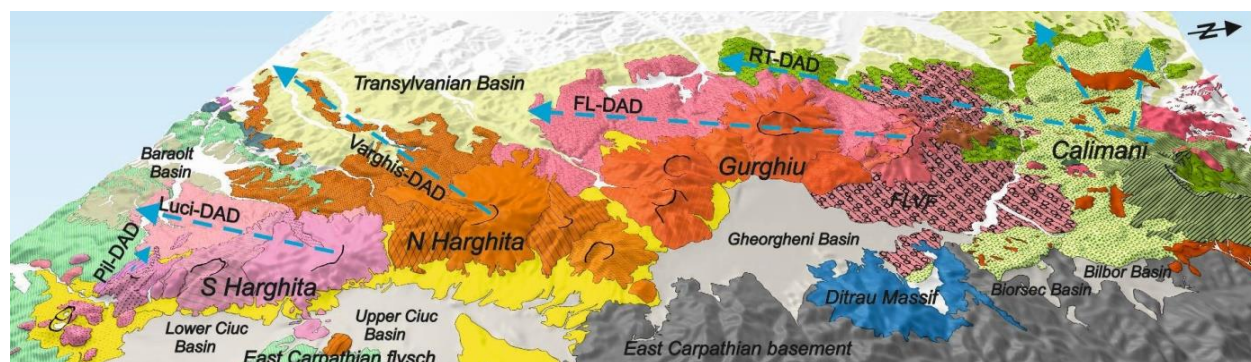


Fig. 9. Distribuția celor cinci depozite de avalanșă de debrite în lungul lanțului eruptiv Călimani-Gurghiu-Harghita, în partea vestică a acestuia (RT-Rusca-Tihu; FL-Fâncel-Lăpușna; Vârghiș; Luci; Pil-Pilișca DA) (după Seghedi et al., 2017).

(d) Relația dintre vulcanism și tectonică

Am efectuat o serie de investigații care pun în evidență relația dintre vulcanism și tectonică. Toate fac referire la lanțul eruptiv Călimani-Gurghiu-Harghita (Peltz & Seghedi, 1984; Seghedi et al., 1994; Fielitz & Seghedi, 2005, Seghedi et al., 2011). Ele atrag atenția asupra complexității relației dintre vulcanism și tectonică din acest areal și confirmă generarea contemporană de la nord la sud, a bazinelor intramontane de tip graben și a structurilor vulcanice adiacente, în intervalul de ~ 10-0.3 Ma (Fig. 10).

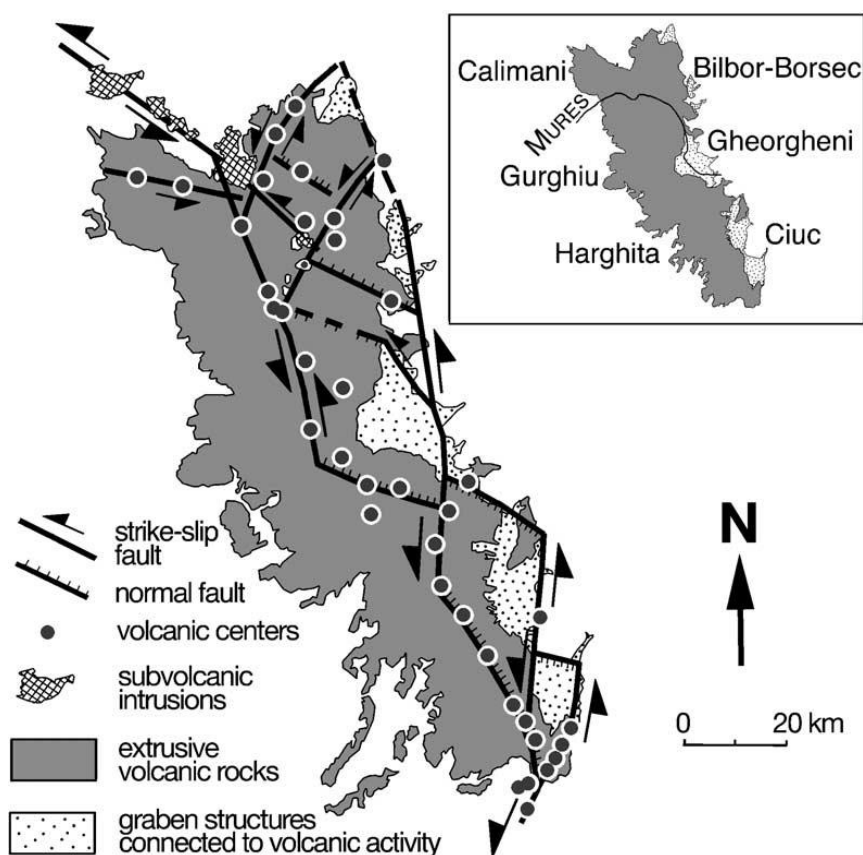


Fig. 10. Distribuția spațială a fracturilor, care potențial au determinat evoluția vulcanismului Miocen–Cuaternar și a subsidenței bazinelor adiacente de-a lungul unui coridor transtensional în lanțul Călimani-Gurghiu-Harghita. Centrele vulcanice sunt concentrate de-a lungul marginii vestice a acestui coridor (după Fielitz & Seghedi, 2005).

Capitolul 3. Vulcanologia ariilor de vârstă Paleozoică și Mezozoică din România

Am efectuat o serie de studii vulcanologice moderne pentru terenuri Paleozoice și Mezozoice din România. Aceste terenuri au fost afectate de deformările tectonice Alpine, iar reconstituirile vulcanologice au fost mult mai dificile în comparație cu cele de vârstă recentă. Unul dintre aceste studii a privit descrierea unor ignimbrite de vârstă Carboniferă și produsele vulcanice asociate în formațiunea de Carapelit din Dobrogea (Seghedi et al., 1987). Am alcătuit, în premieră, o sinteză a vulcanismului Permo-Carbonifer din forelandul Carpaților Românești (Seghedi & Seghedi, 1995). De asemenea, am studiat vulcanismul Triasic bimodal din Dobrogea din unitatea de Consul,

punând în evidență, în premieră, mediul de depunere subacvatică a vulcanitelor, precum și istoria fenomenelor de deformare tectonică, în doua faze (Kimmeridgian inferior și post-Liasic) (Seghedi et al., 1990).

În 2010 am elaborat prima lucrare de vulcanologie modernă pe roci vulcanice Permiane din România, în zona Sirinia, Banatul de Sud (Seghedi, 2011), în care am propus un model de evoluție vulcanologică (Fig. 11):

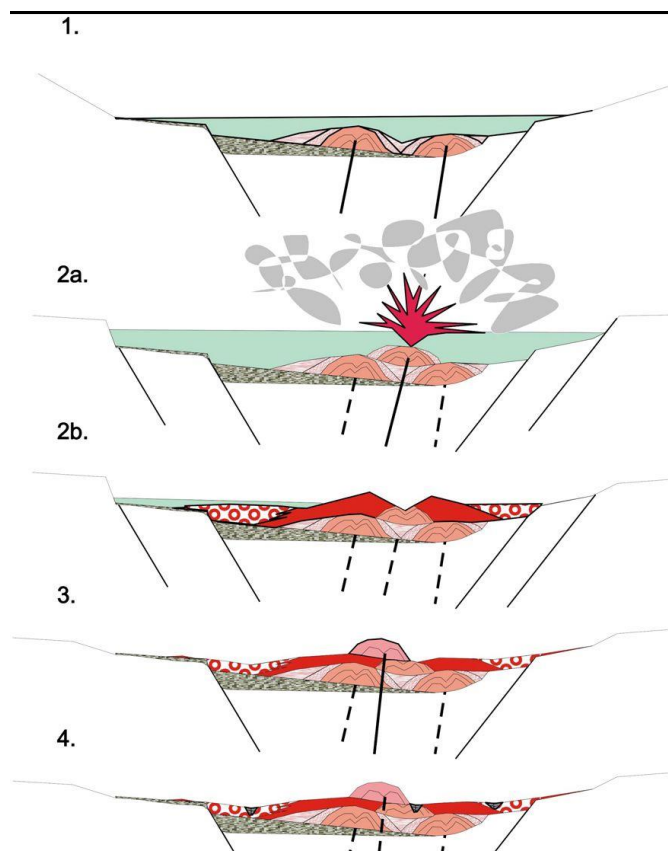


Fig. 11. Model de evoluție vulcanologică a Bazinului Sirinia (Banatul de Sud) în timpul Permianului; 1. Creșterea subsidenței bazinului de-a lungul unor falii extensionale de tip normal a permis generarea de domuri efuzive subacvatice ce prezintă o anvelopă de brecii hialoclastice și depozite secundare asociate; 2a. Ca urmare a sfârșitului subsidenței, domurile riolitice au acoperit bazinul, iar ulterior s-au generat erupții explozive de tip Surtseyan și explozii subaerene la partea apicală a domurilor; 2b. Generarea unor depozite piroclastice tip con și de depozite secundare la partea superioară a domurilor; 3. Generarea de domuri efuzive subaerene; 4. Stagiul erozional cu acumularea de depozite fluviatile.

Capitolul 4. Hazardul vulcanic din România și ariile adiacente

Cu toate că nu există vulcani activi în România și aria Carpato-Panonică, abordarea acestui aspect este relevantă, așa cum am sugerat-o recent (Szakács et al., 2002; Szakács & Seghedi, 2013). Sunt cel puțin două motive importante pentru a considera hazardul vulcanic în aria țării noastre:

(a) ultima erupție a vulcanului Ciomadul (Harghita de Sud) a fost la ca. 35-27 Ka, iar camera magmatică, conform datelor geofizice publicate în lucrările la care am fost co-autor (ex. Popa et al., 2012; Harangi et al. 2015b) nu este complet solidificată (Fig. 12);

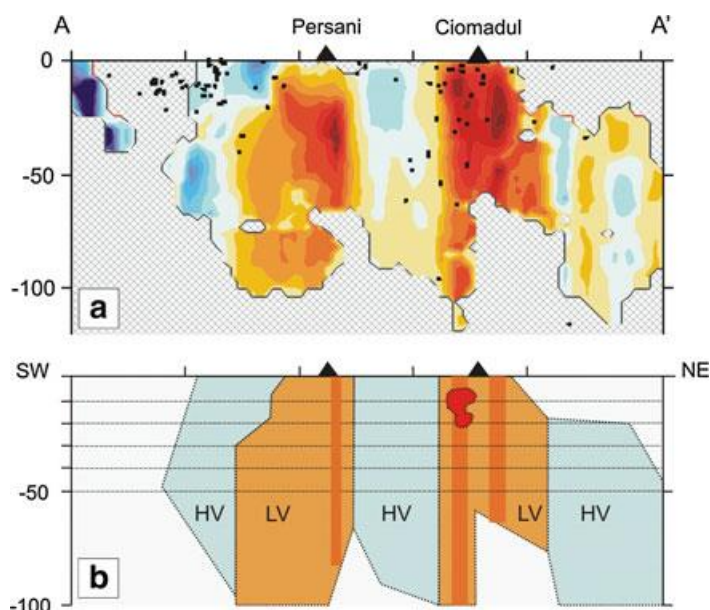


Fig. 12. Profil seismic tomografic interpretativ orientat SW-NE traversând Munții Perșani și Harghita de Sud. Panelul b reprezintă o posibilă interpretare a panelului a. Zonele cu viteză redusă (LV) se disting de cele cu viteză mare (HV), zonă ce corespunde cu câmpul vulcanic al munților Perșani și Harghita de Sud. Zona LV a Harghitei de Sud este aparent compusă din două coloane verticale (zona portocalie). **Camera magmatică** (în roșu) poate fi presupusă în Harghita de Sud, sub vulcanul Ciomadul, la ca. 8–20 km adâncime; se poate observa că nucleul LV este înconjurat de puncte focare seismice apropiate de suprafață. Ciomadul pare a fi o parte a unui sistem magmatic complex (după Popa et al., 2012).

(b) hazardul poate avea originea și din surse situate în afara României, cum a fost, de exemplu, erupția vulcanilor din Italia centrală, așa cum s-a întâmplat în Pleistocenul superior (Szakács & Seghedi, 2013; Harangi et al. 2015a).

Capitolul 5. Studii privind procesele de alterare și mineralizare asociate rocilor vulcanice

În decursul activității mele de geolog am efectuat multe studii privind procesele de alterare și mineralizare asociate rocilor vulcanice, în care am expus o serie de considerații privind geneza acestora. Cele mai numeroase studii de acest fel au rămas, însă, nepublicate, păstrându-se în arhive ca rapoarte științifice. În anul 1985 am publicat primele contribuții la studiul proceselor de transformare postmagmatică asociate corpului intruziv monzodioritic din partea centrală a Calderei Călimani ([Seghedi et al., 1985](#)), în care fac referire la complexitatea proceselor post-magmatice asociate unui corp intruziv de mare volum, care includ procese de argilizare, propilitizare, biotizare și turmalinizare. În anul 1994 am publicat împreună cu un colectiv de la Institutul Geologic o sinteză a particularităților metalogenetice a lanțului eruptiv Călimani-Gurghiu-Harghita ([Seghedi et al., 1994](#)).

Cu ocazia unor workshop-uri GEODE am contribuit la publicarea unei lucrări privind caracteristicile metalogenetice ale Patulaterului Aurifer din Munții Apuseni ([Udubașa et al., 2001](#)) și mineralizațiile epitermale aurifere asociate unor corpuri intruzive din caldera Fâncel-Lăpușna ([Seghedi et al., 2000](#)). Am mai contribuit cu o serie de noi date la problematica genezei zăcămintelor Cu-Au asociate intruziunilor Neogene din Munții Apuseni ([Harris et al., 2005, 2006](#)), la interpretările privind rolul factorului timp în metalogeneza hidrotermală asociată vulcanismului Neogen din aria Carpato-Panonică ([Szakács et al., 2010](#)), precum și la caracterizarea izotopică a Pb din cristale de galenă asociate unor variate tipuri de zăcămintele Paleozoice, Cretacice și Neogene din Munții Poiana Ruscă, Apuseni și Oaș-Gutâi ([Chernyshev et al., 2015](#)).

Capitolul 6. Studii vulcanologice efectuate în străinătate

În acest capitol am inclus studiile vulcanologice pe care le-am efectuat în afara României și a ariei Carpato-Panonice.

În colaborare cu colegi spanioli am efectuat prima descriere modernă vulcanologică a vulcanilor de compoziție lamproitică din sud-estul Spaniei. Am pus în evidență caracterul freatomagmatic al acestor vulcani monogenetici, de dimensiuni mici, de vârstă Miocenă (8.3–6.7 Ma) (Fig 10). Generarea vulcanilor a fost asociată cu bazine extensionale, ulterior umplute cu sedimente Neogene în domeniile structurale Betic și Subbetic ([Seghedi et al., 2007](#)).

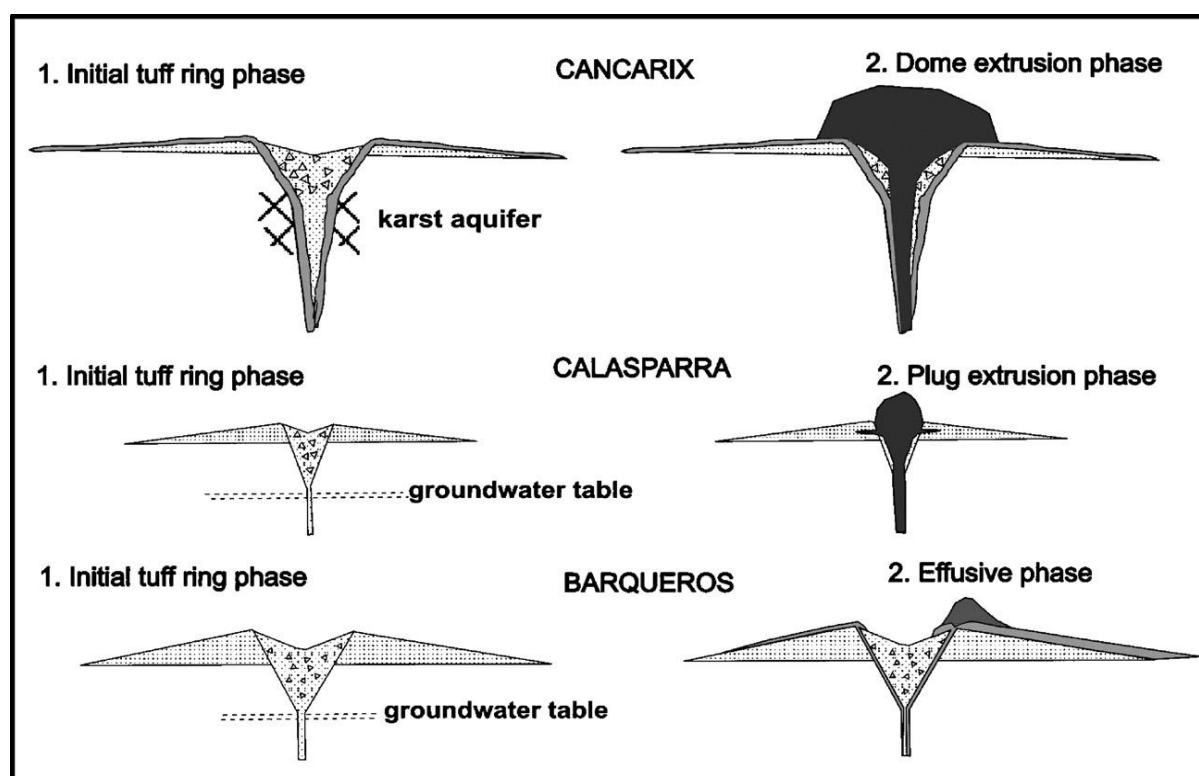


Fig. 10. Modele de evoluție a vulcanilor lamproitici din Spania, cu faza inițială explozivă freatomagmatică urmată de o fază de erupție efuzivă magmatică (conform [Seghedi et al., 2007](#)).

De asemenea, consider deosebită contribuția pe care am avut-o la înțelegerea vulcanismului de compoziție kimberlitică din Canada ([Seghedi et al., 2009](#)). Am studiat

diatrema kimberlitică Tuzo, de vârstă Cambrian mediu (~540 Ma) din aria Gahcho Kué situată la ca. 275 km ENE de Yellowknife, NWT, Canada. Kimberlitele au străpuns granite Arhaice de 2.6 Ga aparținând Supergrupului Yellowknife. Diatrema Tuzo prezintă un contur circular la suprafață, și se lărgeste în adâncime, fiind constituită dintr-o serie de faciesuri kimberlitice coerente și fragmentate. Am constatat că geometria și dezvoltarea unităților geologice este complexă și se extinde pe verticală sugerând depunerea magmei kimberlitice, dominant în stare plastică, uneori prezentând fenomene de sudare. Fragmentele de granite sunt omniprezente, dar apar în mod special la adâncimi între 120 și 200 metri în diatremă. Lucrarea prezintă un model de evoluție inedit pentru astfel de tip de magme ultrapotasice, extrem de fluide (Fig. 11).

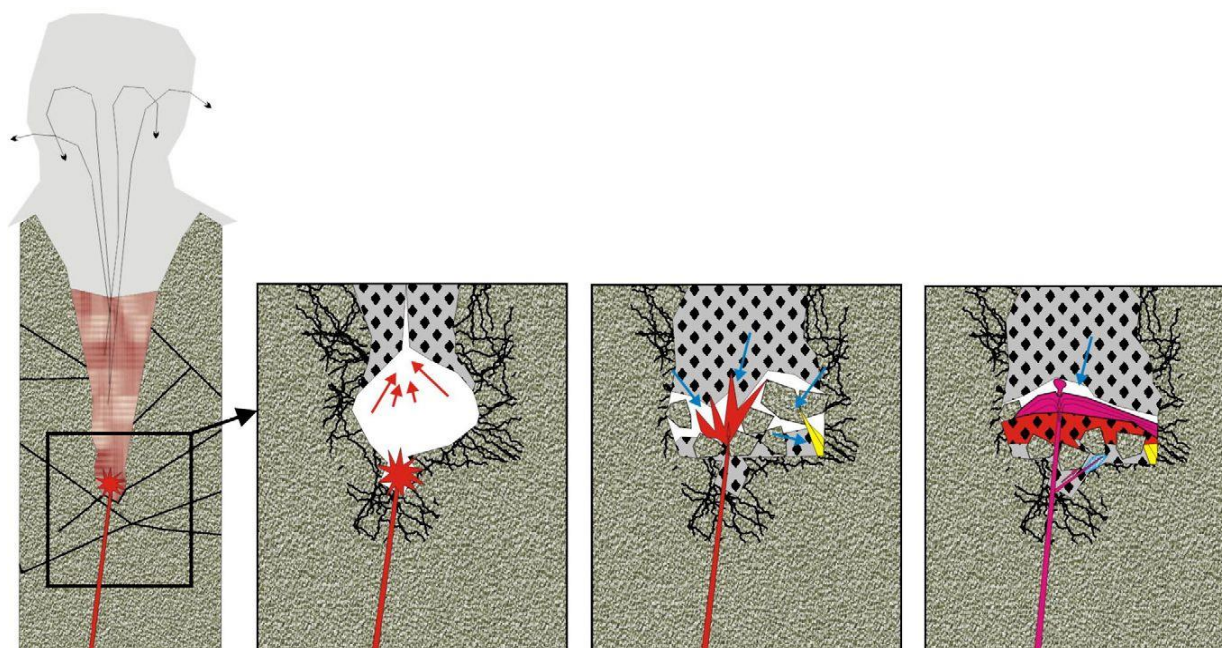


Fig. 11. Model simplificat al unui vulcan de tip maar–diatremă; schițele sugerează ciclurile de tranziție de la erupțiile freatomagmatice la cele magmatice în zona studiată de tranziție la baza diatremei Tuzo; b. Granitele gazdă sunt puternic brecciate datorită unei de șoc, iar camera magmatică este temporar evacuată de erupția freatomagmatică prin canalul de erupție, formând o cavitate la locul exploziei; c. subsidența breccilor de la contact și litificarea kimberlitelor fragmentate în camera de explozie, formarea a unui depozit de blocuri exclusiv de granite și inițierea unei erupții mai puțin energetice; d. erupția mai puțin energetică generează un material (asemănător lavelor) sub forma de fragmente fierbinți care se acumulează rapid și se aglutinează (HKt). Intruziunile asociate au generat dykeuri și peperite.

Studiile efectuate în colaborare cu colegii din Turcia mi-au permis descrierea, pentru prima oară, în termeni vulcanologici de facies (central, proximal, medial și distal), vulcani din zona İzmir–Balıkesir, Anatolia de vest, Turcia, ce au evoluat, conform datărilor noastre K-Ar, între ~17.48–14.94 Ma. (Seghedi et al., 2015). Acest studiu documentează doi vulcani compoziți (Yamanlar și Yuntdağı), a căror centre de erupție (zone crateriale) sunt puternic erodate și afectate de un sistem de falii de strike-slip și normale, cele transcurente (strike-slip) pe direcția NW–SE fiind dominante (Fig. 12).

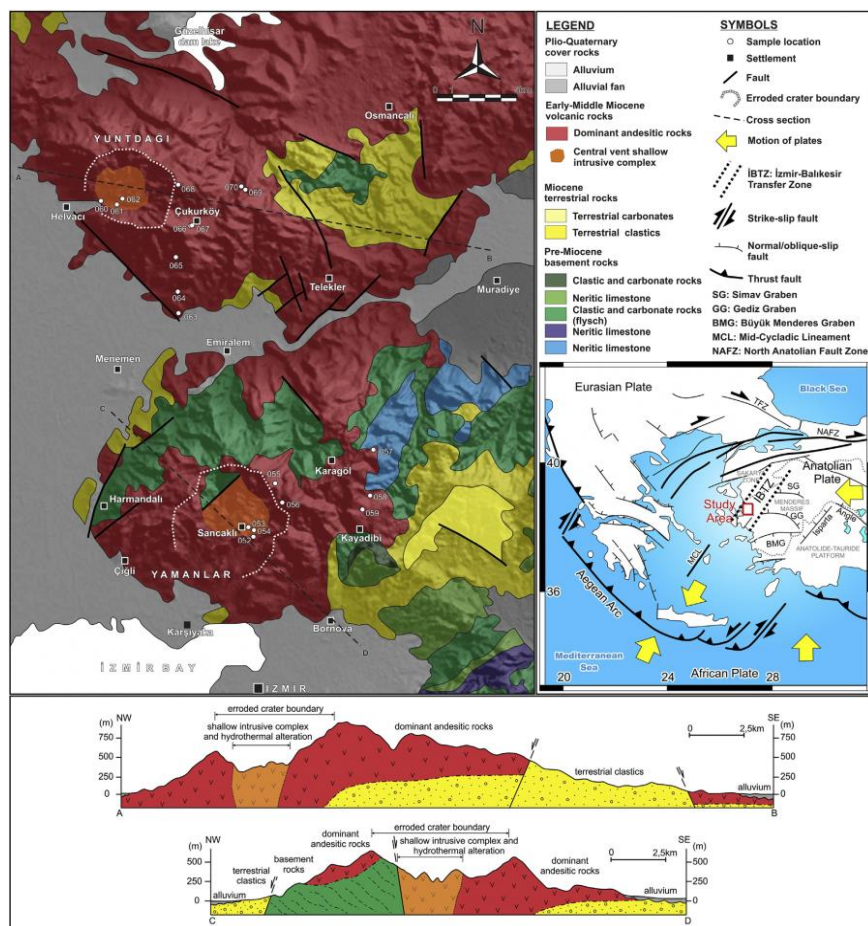


Fig 12. Schiță geologică a ariei studiate și două profile simplificate, fiecare traversând zona craterială a vulcanilor Yamanlar și Yuntdağı (Turcia de vest) (Seghedi et al., 2015).

Rămășițele erozionale ale zonei crateriale scot în evidență o zonă centrală intruzivă cu numeroase dykeuri sau neckuri, asociate cu alterări hidrotermale (propilitizare și argilizare) și o zonă proximală cu curgeri de lave.

Am descoperit și descris din punct de vedere vulcanologic, dar și petrologic, pentru prima oară o structură de tip calderă cu dimensiuni de 24 km × 15 km, în zona Kirka, Anatolia de vest, Turcia (Seghedi & Helvacı, 2016) (Fig. 13).

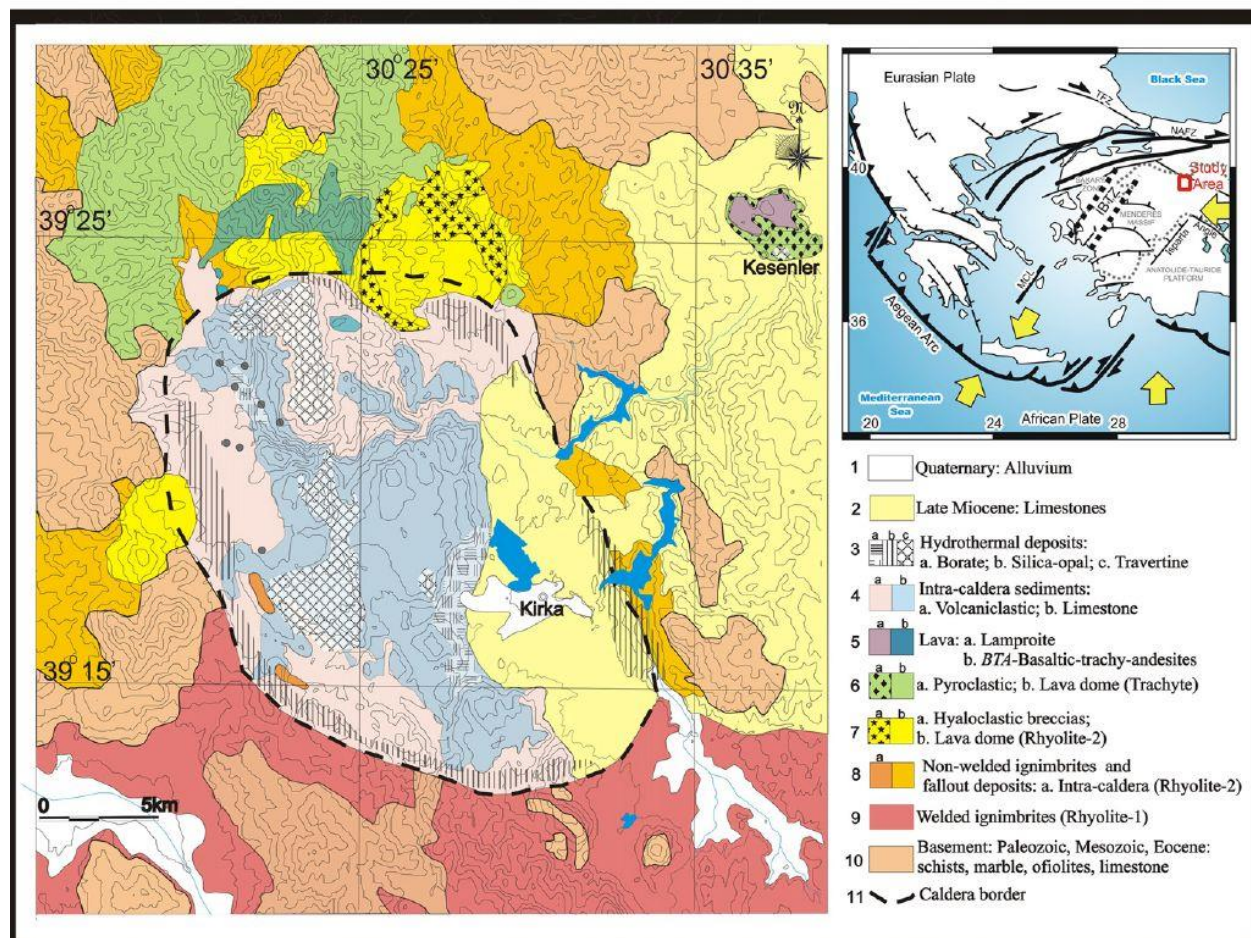


Fig. 13. Harta geologică-vulcanologică a calderei Kirka-Phrigană (după (Seghedi & Helvacı, 2016).

Formarea calderei a rezultat în urma unor erupții enorme de ignimbrite intra- și extra-crateriale. Sedimentarea intra-calderă post-collapse și activitatea vulcanică ulterioară de la marginea nordică a calderei (la ~18.6 Ma) a fost controlată de falii și de generarea a o serie de structuri vulcanice (domuri și lave) prezentând o mare variație geochemică. Erupția ignimbritelor ce au generat caldera Kirka-Phrigană a fost probabil inițiată de intruziunea unor bazalte în camera magmatică aflată în fază avansată de diferențiere. Volumul mare de ignimbrite sugerează că rocile vulcanice acide, riolitice, provin atât prin

anatexie (Rhyolite 1), cât și prin procese de diferențiere prin cristalizare fracționată (Rhyolite 2), într-o camera magmatică cu o evoluție îndelungată (Fig. 14).

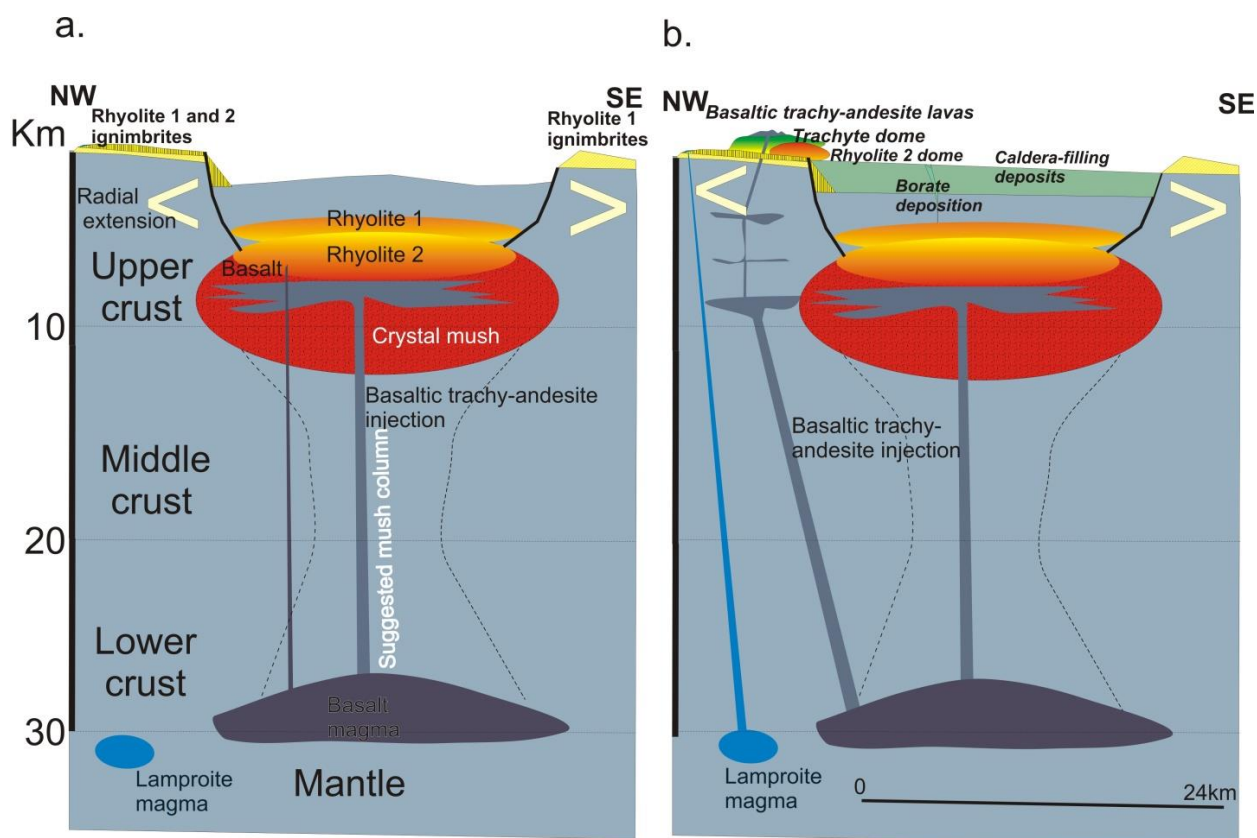


Fig. 14. Model magmatic prezentând evoluția calderai Kirka-Phrigiană: a. colapsul calderai cu generarea ignimbritelor riolitice-1 și 2; b. Procese de umplere post-calderă, cu formarea de domuri de lave la marginea nordică (riolite, trahite la scurt timp după colaps), și apoi generarea de bazaltic-trahi-andezite și lamproite, la ~2 Ma după collabs (după [Seghedi & Helvacı, 2016](#)).

Capitolul 7. Studii petrologice a ariilor cu roci vulcanice din România și din aria Carpat-Panonică

Am efectuat o serie de studii petrografice și petrologice ale căror calitate a fost dependentă de aparatura analitică folosită. Până în anii 1990, aceste studii s-au bazat doar pe analiza elementelor majore și minore efectuate în România, îndeosebi la Institutul Geologic și la Intreprinderea de Prospekțiuni. Dacă determinările de elemente majore au atins un înalt nivel calitativ, nu același lucru se poate spune despre unele

elemente minore, cum ar fi Pământurile Rare, care sunt esențiale la evaluarea proceselor magmatice de topire parțială și diferențiere.

Majoritatea studiilor de calitate de după anii 1990 pe roci din România le-am efectuat pe baza unor analize făcute în laboratoare din străinătate, cu o instrumentație de un înalt nivel de acuratețe (ex. Marea Britanie, Franța, Canada, etc). Toate cercetările petrologice din aceasta perioadă s-au făcut în baza unor cooperări internaționale.

În continuare voi face o trecere în revistă a lucrărilor dinaintea anilor 1990 ce acoperă atât vulcanismul Neogen-Cuaternar cât și formațiuni vulcanice mai vechi.

Prima lucrare de autor a privit „Studiul petrologic al Calderei Călimani” (Seghedi et al, 1982), în care am prezentat date petrografice și chimice preliminare din zona de teză de doctorat. Am separat stadiile vulcanice în precalderă și postcalderă, urmate de un stadiu intruziv și unul efuziv final și am remarcat specificitatea fiecărui stadiu, atât petrografic cât și geochemic.

Următoarele studii petrologice le-am efectuat pe rocile vulcanice Neogen-Cuaternare din partea de sud a lanțului eruptiv Călimani-Gurghiu-Harghita (Peltz et al., 1987), sau din Harghita de Sud (Seghedi et al, 1986, 1987), în cadrul cărora am remarcat schimbările geochemice odată cu creșterea alcalinității și diferența dintre produsele calcoalcaline și cele shoshonitice. De asemenea, am stabilit pentru întâia oară caracterul dominant dacitic al structurii vulcanice Ciomadul (Szakács & Seghedi, 1986).

Cu prilejul celei de-a 90-a aniversări a Institutului Geologic am prezentat într-o lucrare istoria „dacitului”, denumire larg folosită de petrografia și petrologia modernă, ce provine din țara noastră (vezi Dacia) și care desemnează actual rocile subalcaline cu SiO₂ între 63-70% (Ștefan et al., 1996).

Am efectuat un studiu geochemic exhaustiv pe vulcanitele acide Paleozoice și Mezozoice din Dobrogea, pe care le-am studiat atât petrografic cât și geochemic (Seghedi et al., 1992). Ulterior, datele le-am interpretat și în termeni și evolutivi, geodinamici (Seghedi & Szakács, 1994b).

Primele studii petrologice care includ analize chimice și izotopice de înaltă calitate de după anul 1990 au abordat petrologia bazaltelor alcaline din Munții Perșani (Downes et al., 1995a) și a xenolitelor asociate acestora (Vaselli et al., 1995). A urmat studiul petrologic al lanțului eruptiv Călimani-Gurghiu-Harghita (Mason et al., 1995, 1996, 1998; Seghedi et al., 1995), care a evidențiat importanța proceselor de diferențiere magmatică,

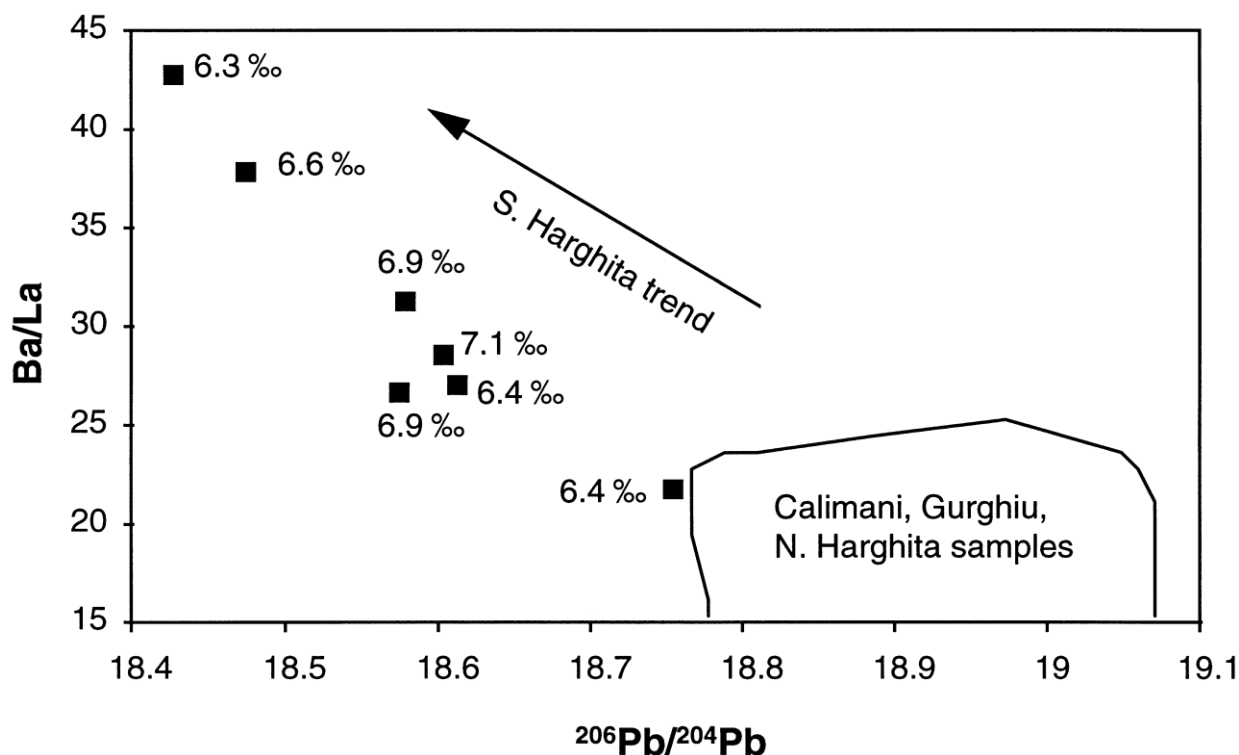


Fig. 15. Raportul Ba/La vs. $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ din Harghita de Sud, ce prezintă diferențe evidente de comportament izotopic comparativ cu restul rocilor din lanțul Călimani-Gurghiu-Harghita. Determinările de ^{18}O au fost efectuate pe fenocristale mafice (Mason et al., 1996) și sunt caracteristice rocilor din Harghita de Sud.

prin cristalizare fracționată și asimilare în camere magmatice crustale. De asemenea am remarcat caracterul diferit al magmelor din Harghita de Sud față de restul magmelor din Călimani-Gurghiu-Harghita, prin valori ridicate de LILE, îndeosebi Sr, Ba, și LREE, dar și valori mai ridicate ale izotopilor de oxigen și mai scăzute ale raportului de $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ (Fig. 15).

Am studiat din punct de vedere petrologic și rocile subvulcanice din arealul Rodna-Bârgău, evidențiind natura complexă a magmelor generate la nivelul mantalei și crustei inferioare (Papp et al., 2005; Fedele et al., 2016).

Pe lângă caracterele geochemice de tip subducție, magmatismul Miocene din districtul Rodna-Bârgău prezintă o serie de caracteristici ce pot fi asociate cu contextul post-colizional: (a) absența tipurilor primitive, (b) o evoluție de compoziție scurtă a magmei de la andezite (bazaltice) la dacite, (c) o evoluție variabilă, de volum mic, sugerând un sistem deschis care a implicat interacțiunea dintre materiale provenite crusta inferioară și superioară, (d) evidența unor largi heterogenități a mantalei subcontinentale, (e) roci tinere de volum mic generate prin anatexie crustală, prin topire prin decompresie și creșterea temperaturii provenită din topirea mantalei. Magmatismul a fost puternic influențat de tectonică atât la scara locală cât și globală. Evoluția geodinamică complexă a Carpaților Orientali a creat condițiile pentru suprapunerea mai multor domenii de manta sub aria Rodna-Bârgău, având în vedere că regiunea este la punctul de întâlnire dintre o serie de terenuri, cum sunt platforma East Europeană, plăcile Tisza-Dacia și Alcapa. Topirea unor astfel de surse de manta, probabil în legătură cu extensia crustală, post-colizională în intervalul 17–14 Ma, a generat magme calcoalcaline ce au fost intruse în partea centrală a districtului, în lungul unui aliniament tectonic NW-SE. Datele geochemice atestă că acest grup de roci ce conțin amfibol din abundență, provine mai mult ca probabil dintr-o sursă de manta îmbogățită metasomatic de un component terigen, subdus.

Condițiile locale transpresive de la 16–12 Ma nu au permis o străpungere semnificativă a magmelor generate în manta, ceea ce a facilitat o interacțiune semnificativă cu diverse litologii crustale, așa cum se poate observa din numeroasele date petrografice, mineralogice și geochemice (ex. xenolite, dezechilibre minerale, variabilitatea izotopică și cea dintre raporturile între elemente minore, o largă populație de zircon cu vârste moștenite, etc.). Tranziția de la 12–10 Ma la regimul transtensional pe lângă faptul că a favorizat ridicarea mai rapidă a magmelor, a permis și topirea parțială a unor părți din crusta hidratată de natură amfibolitică, generând magme per-aluminoase puternic evolute (riolite). Deplasarea spre SW a magmatismului spre districtul vulcanic Călimani a furnizat, probabil, un plus de căldură pentru a permite topirea parțială a unor litologii metabazice lipsite de amfiboli (crusta inferioară), care au generat un volum mic de magme leucocrate și sărace în apă prezente exclusiv la marginea estică a districtului.

Recent, am participat la colectivul care a publicat primele date petrologice cuprinzătoare asupra rocilor vulcanice din Munții Gutâi și Oaș, care au fost considerate parte integrantă a vulcanismului asociat Bazinului Transcarpatic ([Kovacs et al., 2017](#)). Procesele magmatice au fost controlate de evoluția unor magme primitive ce au suferit ulterior procese de asimilare și cristalizare fracționată, dar și amestec de magme. Au fost identificate o serie de episoade vulcanice care s-au încheiat cu generarea unor roci hibride (andezite, dacites și riolite) produse prin procese de mixing sau mingling. Magmele bazaltice primare au fost generate la limita dintre crustă și mantaua litosferică, evoluând ulterior în camere magmatice multiple. Date geochimice evidențiază faptul că mantaua litosferică a fost anterior afectată de procese metasomatice, rezultate prin subducție, și dominate de topituri de sedimente. Pe baza modelării geochimice se sugerează că evoluția magmelor a fost diferită în Bazinul Transcarpatic: în centrul bazinului dominante au fost procesele de amestec de magme provenite din mantaua afectată de procese metasomatice și magme formate în crusta inferioară (Munții Oaș), pe când la margine au dominat procesele de cristalizare fracționată și asimilare, iar în final amestecul minor de magme (Munții Gutâi).

Acumularea de date geochimice a permis efectuarea unor studii petrologice de sinteză a rocilor subalcaline - calco-alcaline ([Seghedi et al., 2004a, 2005b](#)) și bazaltice alcaline ([Seghedi et al., 2004b](#)) la scara ariei Carpato-Panonice. Principalele concluzii petrogenetice atestă sursa mantelică a magmelor subalcaline din aria Carpato-Panonică, în mod variabil metasomatizată, care a evoluat ulterior, în urma unor procese de diferențiere, prin cristalizare fracționată și asimilare (Fig. 15).

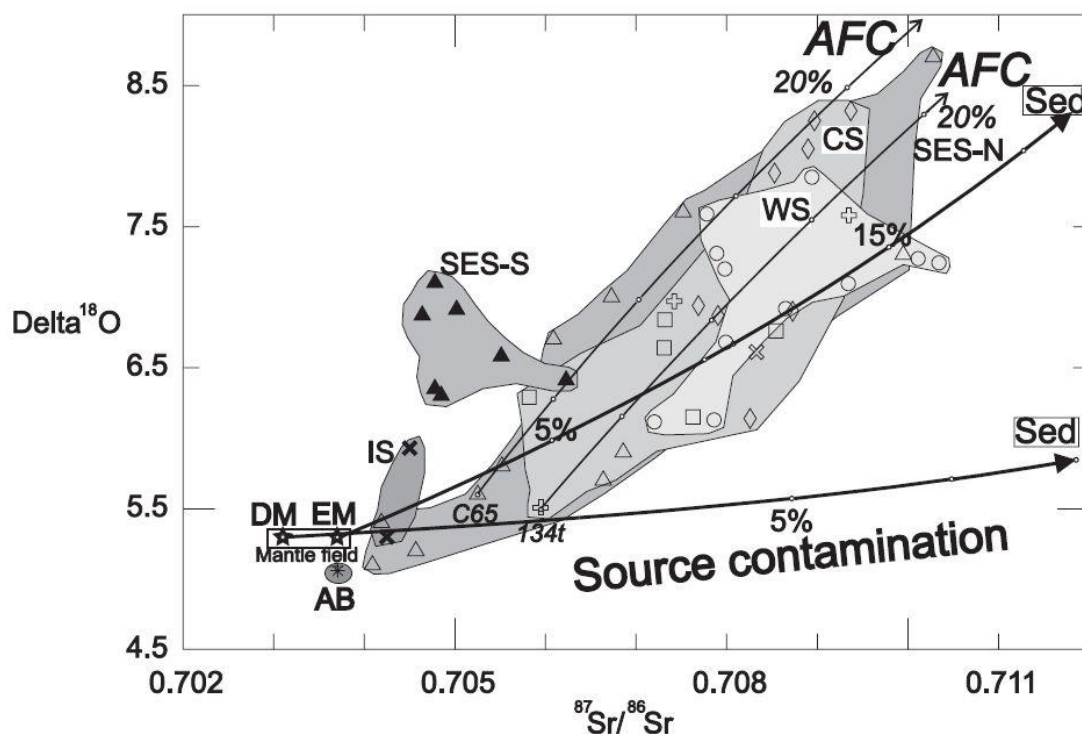


Fig. 15. Modelare petrogenetică a proceselor de asimilare - cristalizare fractionată (AFC) și mixing dintre media sedimentelor locale (Sed) pentru rocilor vulcanice din aria Carpato–Panonica folosind variația izotopilor de oxigen- $\delta^{18}\text{O}$ și stronțiu- $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ (conform Seghedi et al., 2004a). WS-zona Carpaților vestici; CS-zona Transcarpatică; IS-Apuseni; SES-N-Călimani-Gurghiu-Harghita de Nord; SE-S- Harghita de Sud. Se poate remarca caracterul special al magmelor din Apuseni și Harghita de Sud.

În anul 2011 am formulat dintr-o nouă perspectivă specificitatea magmelor din aria Carpato-Panonică, generate în intervalul 20-0.3 Ma. Am atras atenția asupra variației temporale a compozițiilor: cele mai vechi roci sunt acide, dominant riolitice, cu un caracter subalcalin, fiind urmate de roci subalcaline dominant andezitice și în final bazalte alcaline, potasice și ultrapotasice (Seghedi & Downes, 2011) (Fig. 16).

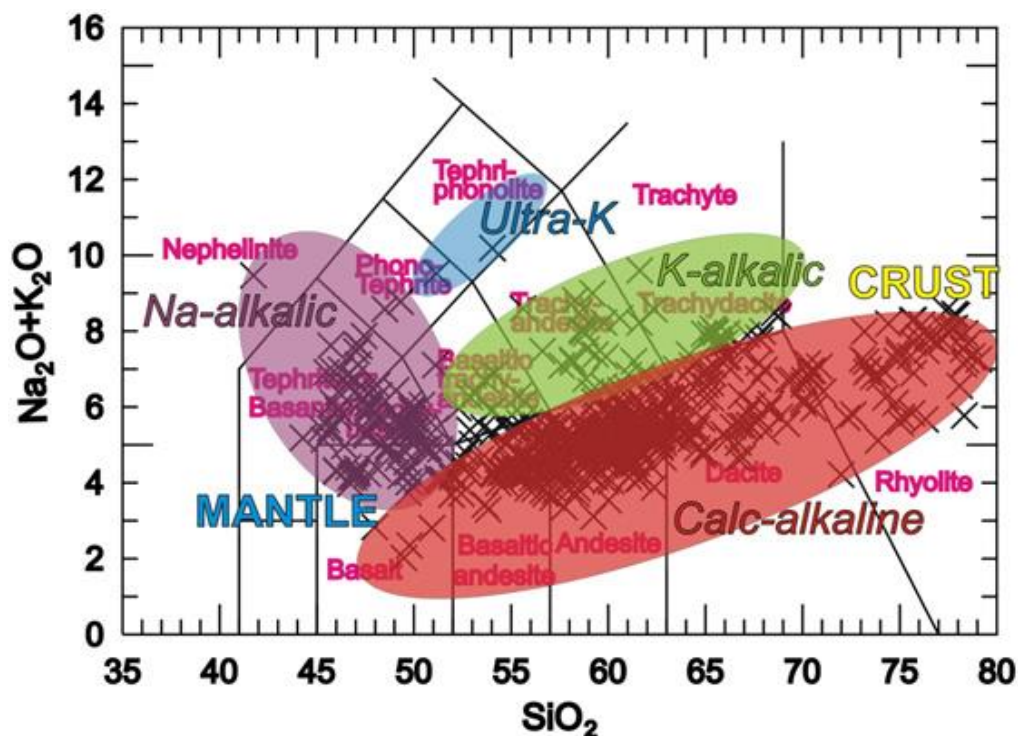


Fig. 16. Diagrama SiO_2 vs. $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ pentru rocile magmatice din regiunea Carpato-Panonică (după Seghedi & Downes, 2011), cu evaluarea principalelor tipuri de roci vulcanice.

În anul 2013 am fost editor al unui volum special al revistei *Lithos*, intitulat „Magmatic response to the post-accretionary orogenesis within Alpine – Himalayan belt” (Prelević & Seghedi, 2013). În prefața volumului atragem atenția asupra variațiilor temporale a magmatismului post-colizional la scara generală și în stadii variate ale proceselor de orogeneză, care ar putea fi un indicator major al evoluției sursei magmelor: „flare-up-ul” ignimbritic la începutul proceselor tectonice extensionale, ce este urmat de o varietate de roci subalcaline, potasice și ultrapotasice, sugerând o deshidratare progresivă a sursei mantelice inițiale și o sărăcire a mantalei litosferice. În cele mai multe cazuri, magmele tardive au volume mai reduse, sunt nesaturate în silice și au o compoziție sodic-alcalină, sugerând o tranziție de la topituri litosferice la cele astenosferice, similară pe tot întinsul catenei Alpino-Himalaiane, dar și la diverse vârste (Cretacic, Eocen-Oligocen, Miocen-Cuaternar).

Într-un studiu petrologic comparativ al ariei Carpato-Panonică și Anatoliei am scos în evidență o serie de asemănări petrografice și evolutive din timpul Miocenului

(Seghedi et al, 2013), relevând tocmai tranziția de la riolitele ignimbritice de la începutul proceselor tectonice extensionale la o varietate de roci subalcaline, potasice și ultrapotasice (Fig. 17).

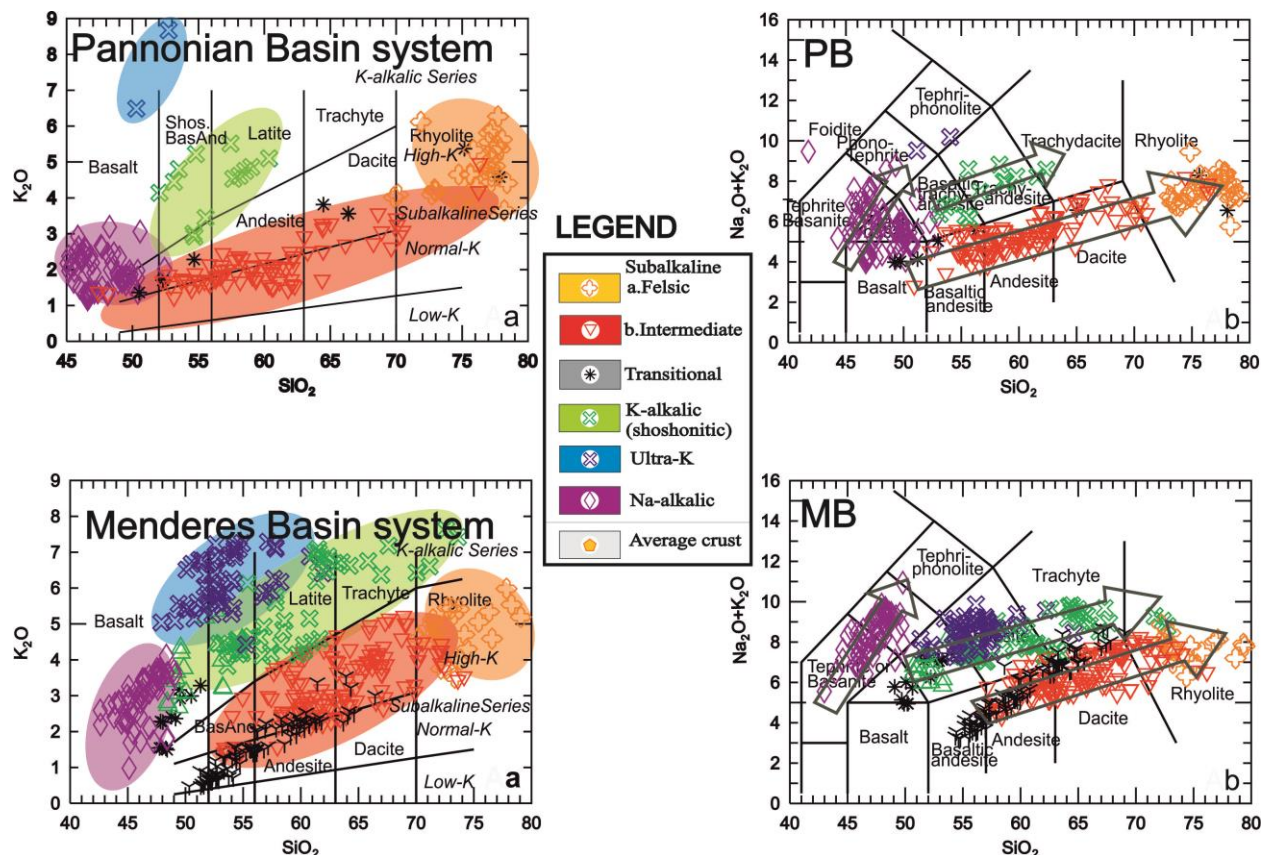


Fig. 17. Diagramele comparative SiO_2 vs. $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ și SiO_2 vs. K_2O pentru desemnarea tipurilor de roci vulcanice pentru Bazinele Panonic și Menderes (conform Seghedi et al, 2013). Se pot observa caracteristicile geochemice similare dintre cele două regiuni.

Problema generării magmelor subalcaline de tip calco-alkalin normal și adakitic, ce caracterizează rocile vulcanice Neogene din Munții Apuseni a fost abordată prin studii izotopice de Sr, O și H, prilej cu care am pus în evidență caracteristici ale evoluției magmelor în context extensional, aparent fără legătură directă cu subducția (Seghedi et al., 2007b). Aceeași abordare (studii izotopice de Sr, O și H) a fost aplicată și rocilor vulcanice de vârstă Cretacic superioară din bazinul Hațeg, Carpații Meridionali (Bojar et al, 2013), evidențiindu-se evoluția acestora din magme generate în manta prin procese de fracționare și asimilare.

Am fost co-autor la studii privind magmatismul Paleogen din Munții Poiana Ruscă, caracterizat prin roci de tipul bazanitelor, demonstrate a avea origini astenosferice ([Downes et al., 1995b](#); [Tschegg et al., 2010](#)).

Am adus noi contribuții la cunoașterea magmelor bazaltice din Munții Perșani ([Harangi et al., 2013](#)). Cu acest prilej a fost estimată rata de ascensiune a magmelor pe baza variației compoziționale a xenocristalelor de olivină, folosind conținutul de Ca; au fost recunoscute astfel două evenimente, primul care a durat ca. 1,3 ani sugerează încălzirea prealabilă a litosferei inferioare de către magmele în ascensiune, iar cel de-al doilea, care a durat 4-5 zile, reprezintă timpul de ascensiune a magmei spre suprafața, odată cu traversarea crustei superioare.

Am efectuat un studiu petrologic al vulcanitelor acide și bazice de vârstă Permiană din Munții Apuseni, aducând noi clarificări petrologice privind caracterul bimodal al magmelor, dar și la evoluția tectonică în regim extensional a terenurilor Paleozoice ([Nicolae et al., 2014](#)).

Am contribuit și la studii petrologice în aria Carpato-Panonică ([Poka et al., 1998](#)-vulcanitele din Munții Bükk; [Seghedi et al., 2001](#)-vulcanitele neogene din Ucraina Transcarpatică) în cadrul unor echipe internaționale, în acest ultim caz beneficiind de un grant Royal Society.

Capitolul 8. Reconstituiri tectonice și geodinamice pe bază de date geocronologice, petrologice și geotectonice

Datele petrologice au facilitat o mai bună înțelegere a contextului geodinamic din România și din aria Carpato-Panonică. Principalele procese care au fost sugerate sunt cele de subducție și coliziune. De-a lungul timpului au fost imaginate mai multe modele de reconstrucție geodinamică, care au avut suport date geocronologice, petrologice, tectonice și geofizice.

Aceleași procese de break-off au fost evocate pentru generarea magmelor subalcaline din lanțul vulcanic Călimani-Gurghiu-Harghita de [Mason et al., \(1998; Fig. 19\)](#), lucrare la care sunt co-autor.

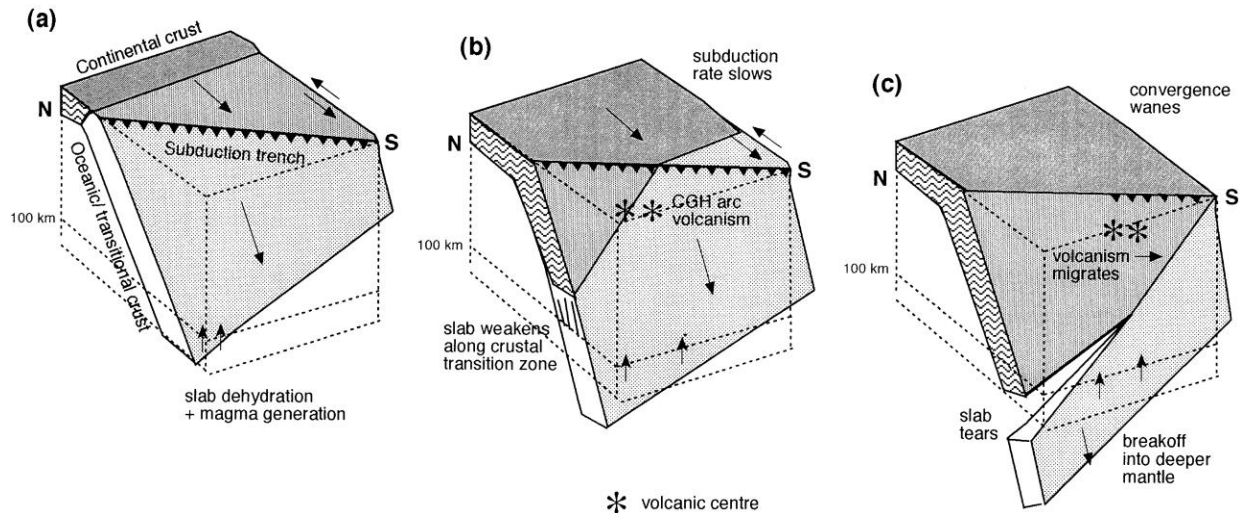


Fig. 19. Trei modele tentative, evolutive, sugerând dezvoltarea procesul de break-off și de generare a magmelor de-a lungul lanțului eruptiv Călimani-Gurghiu-Harghita. (după [Mason et al., 1998](#))

În urma acumulării unui mare număr de date petrochimice am sugerat o serie de modele geodinamice pentru aria Carpato-Panonică, din ce în ce mai complexe, care sugerează legătura între magmatismul de compoziție subalcalină, bazaltic alcalină și ultrapotasică cu diverse procese geotectonice ce implică varii procese: subducție, breakoff, rollback și extensie ([Seghedi et al 2004a, 2005; \(Fig. 20\)](#)).

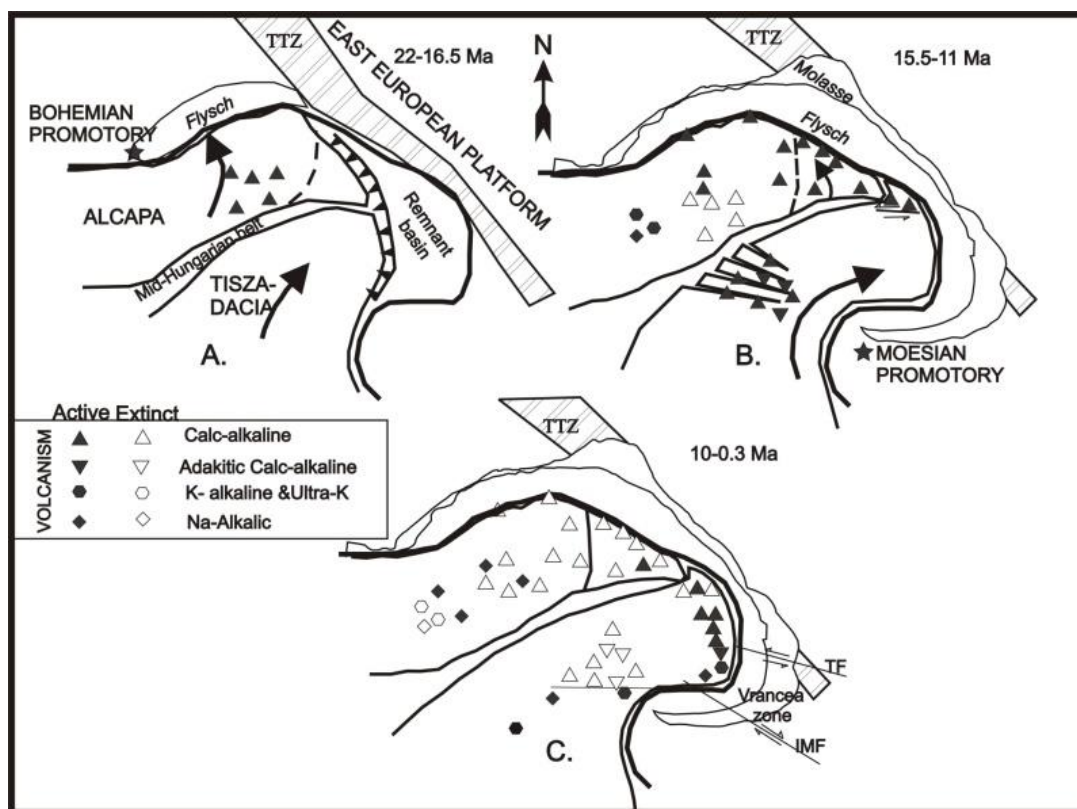


Fig. 20. Trei schițe geotectonice prezentând un model ipotetic al relațiilor dintre principalele evenimente tectonice și evoluția activității vulcanice în regiunea Carpato-Panonică, la (A) 22–16.5Ma, (B) 15.5– 11Ma și (C) 9 – 1 Ma. Abrevieri: zona TTZ = Tornquist–Teyssere; TF = falia Trotuș; IMF = Falia Intra Moesică. (după Seghedi et al., 2004a cu îmbunătățiri).

În 2006 am participat la o lucrare de sinteză privind magmatismul din aria Mediteraneană și Carpato-Panonică în care printre altele, pe baza datelor geochemice, consideram că variația compoziției chimice a rocilor vulcanice poate fi explicată prin „topire și extragere sistematică” dintr-o manta puternic neomogenă, urmată de grade variabile de asimilare crustală (Harangi et al., 2006). În model este sugerată implicarea unui component de manta îmbogățită, cunoscut sub denumirea de EAR-European Asthenospheric Reservoir, pentru magmele de natura ‘orogenică’ din regiunile Carpato-Panonică și Mediteraneană (Fig. 21).

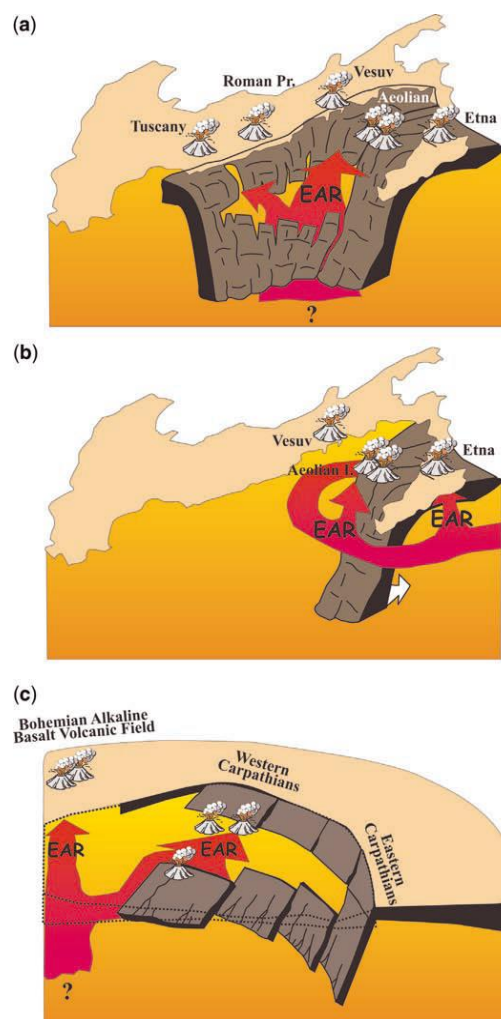


Fig. 21. Modele ipotetice pentru generarea magmelor în aria Mediteraneană și Carpato-Panonică, sugerându-se implicarea componentului mantelic îmbogățit de tip EAR (conform [Harangi et al., 2006](#)). a. Italia Centrală; b. Calabria; c. Aria Carpato-Panonică.

În urma măririi volumului de informații de natură geofizică și petrologică, în anul 2011 am publicat un nou model, ce subliniază implicațiile geodinamice ale magmatismului post-colizional din aria Carpato-Panonică. Pe baza reconstrucțiilor tectonice dintre anii 1990-2010, s-a sugerat că două microplăci (ALCAPA și Tisza–Dacia) au invadat golful dintre platforma Moesică și cea Europeană (Fig. 22) ([Seghedi & Downes, 2011](#)). Se presupune că componentele provenite din procese de subducție au fost reținute în mantaua litosferică în urma unor procese de subducție anterioare din intervalul Cretacic–Miocen, ca apoi să fie reactivate prin tectonica extensională, care a

permis și ridicarea astenosferei, ce la rândul ei a influențat procesele de topire din manta.

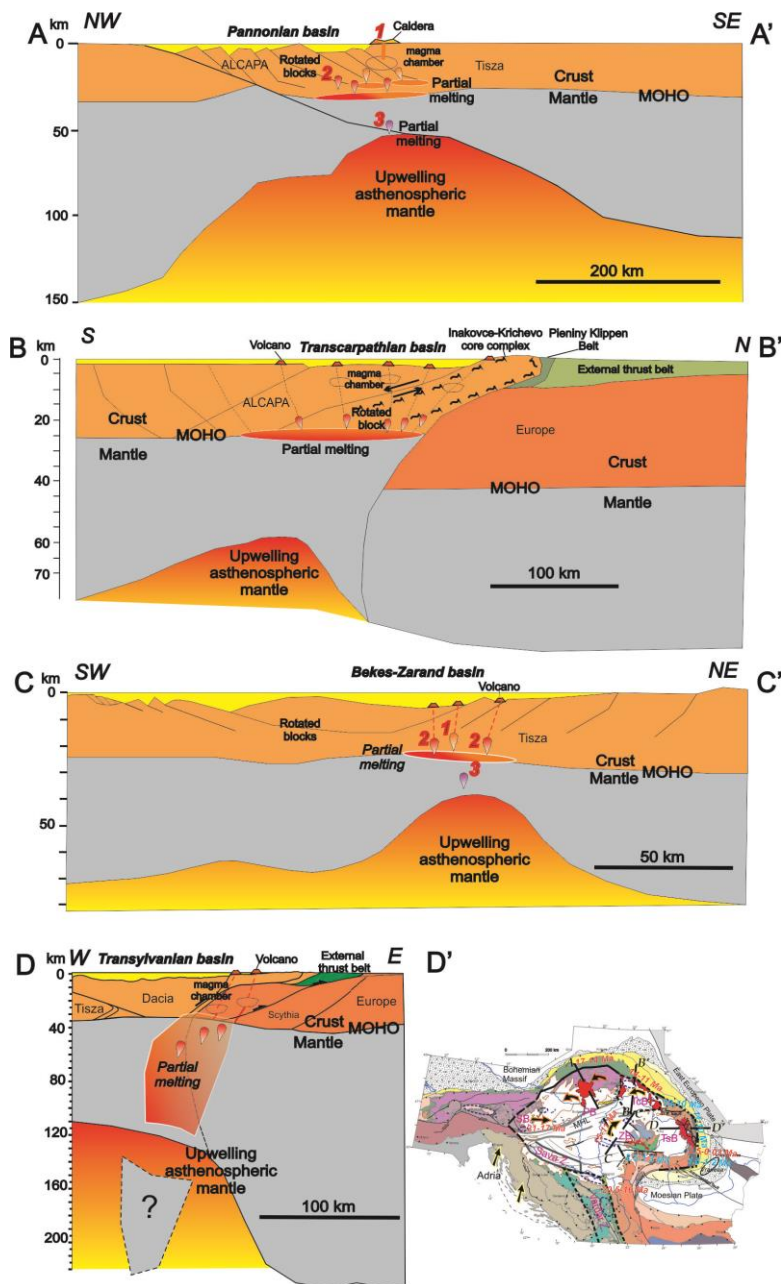


Fig. 22. Profile interpretative sugerând modul în care s-au format magmele în Bazinul Pannonic și Carpații vestici (A), Bazinul Transcarpatic (B), Bazinul Zărand și Munții Apuseni (C) și Carpații Orientali (D), conform profilelor din schița de hartă din dreapta jos (după [Seghedi & Downes, 2011](#), cu modificări).

Schimbările de-a lungul timpului observate în compoziția mantalei sugerează un scenariu geodinamic, care implică procese de extensie post-colizionale, în directă legătură cu evoluția din timpul Miocenului a principalelor blocuri tectonice și a marginilor acestora.

Tot în anul 2011 am publicat împreună cu colaboratorii mei un nou model interpretativ pentru vulcanismul Pliocen-Cuaternar din România, cu referire specială asupra vulcanismului din zona internă de curbură a Carpaților Orientali (Fig. 23), care implică printre altele erupția cvasi-contemporană a unor magme subalcaline cu caracter adakitit (Harghita de sud), a unor magme K-alkaline (shoshonitice) în zona Malnaș-Bixad (Harghita de sud) și a unor magme Na-alkaline, exclusiv de natură bazaltică (Munții Perșani) (Seghedi et al., 2011).

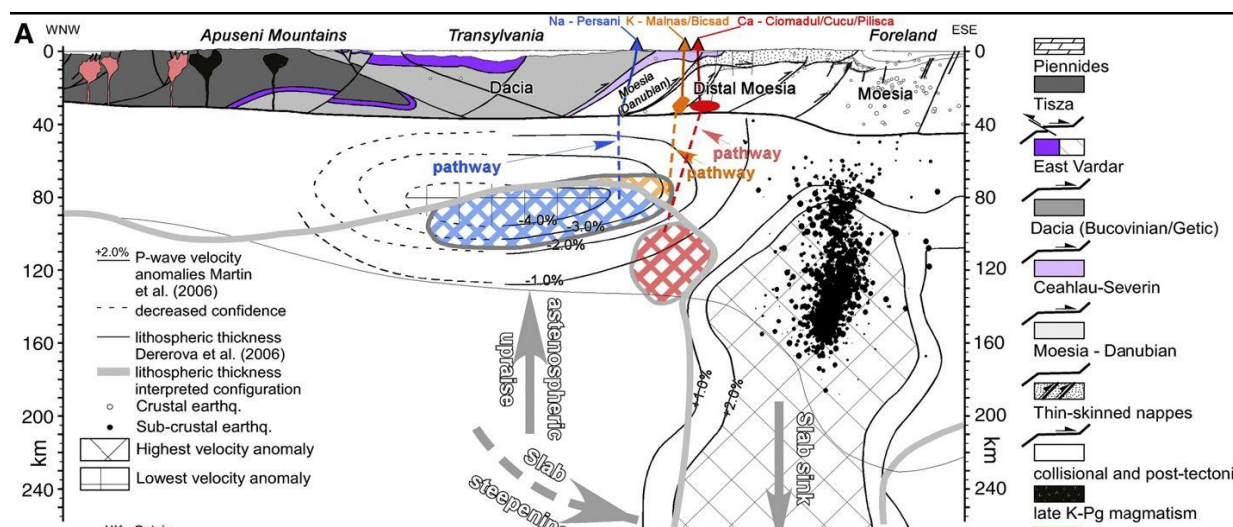


Fig. 23. Se sugerează generarea magmelor calco-alkaline de tip adakitit în urma unei ridicări astenosferice datorate adâncirii blocului Vrancea, și în jurul ferestrei generate la adâncime de falia Troțușului. Magma de tip Na- and K-alkaline au fost rezultate prin ridicare astenosferică și topire prin decompresie a unui circuit convectiv mantelic vertical, în directă legătură cu afundarea blocului Vrancea, în cazul magmelor K-alkaline prin procese de topire la baza litosferei (după Seghedi et al., 2011).

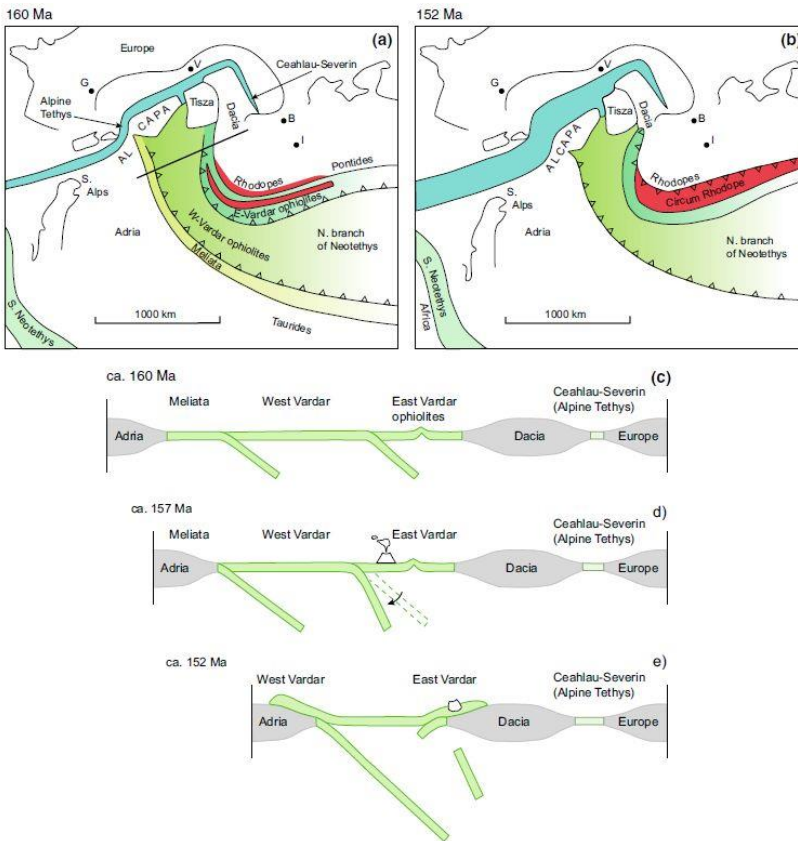


Fig. 24. Schițe paleogeografice și profile pentru 160 Ma (Oxfordian) și 152 Ma (limita Kimmeridgian–Tithonian). Figura ia în considerare că unitățile tectonice ALCAPA, Tisza, și Dacia s-au desprins de Europa, fiind apropiate una de alta atunci când s-a deschis Tethysul Alpin. Multe detalii din a și b rămân speculative, dar schema evolutivă din c și d este puternic susținută de datele noi (după [Gallhofer et al., 2017](#)).

Tot recent am fost parte a grupului de cercetători care au sugerat un nou model geodinamic pentru generarea ofiolitelor Jurasice asociate cu vulcanite de arc insular din sudul Munților Apuseni (Fig. 24) ([Gallhofer et al., 2017](#)). Noua interpretare sugerează că ofiolitele din Apuseni și ulterior granitoidele asociate s-au format deasupra unei zone de subducție cufundate spre NE, în vecinătatea unității tectonice Dacia.

II. Plan de dezvoltare profesională și științifică

Capitolul 1. Activitatea profesională și științifică

În cele ce urmează, voi face o prezentare a evoluției mele pe plan științific și profesional, activitate pe care am început-o în anul 1972, după terminarea Facultății de Geologie-Geografie, secția Geologie, pe care am terminat-o cu o lucrare de licență privind petrologia corpul intruziv banatitic de la Cerbia, sub îndrumarea domnului Profesor Grațian Cioflica.

Mi-am început activitatea profesională la Intreprinderea de Prospekțiuni Geologice și Geofizice ca geolog, unde am făcut primii pași în cunoașterea rocilor magmatice, subiect, care m-a atras și fascinat de la început. Am participat la lucrări de prospekțiuni geologice și de cartare pentru resurse minerale în arii cu roci magmatice și metamorfice din Munții Apuseni și Banat. Am beneficiat de colaborarea și prietenia unor oameni deosebiți, cum au fost Liviu și Ileana (Nana) Scarlat, Ioana Meitani, Klaus Gunnesch, Marina Gunnesch (actual Shimizu), Popescu Constantin, Iulian Vișoiu, care m-au ajutat să înțeleg munca de geolog cu toate bunele și relele, în campanii de teren, ce durau, pe acea vreme, 6 luni de zile. A fost perioada în care am scris sau participat la realizarea primelor mele lucrări științifice, dintre care cea mai importantă este cea publicată despre rocile intruzive banatitice din Banatul de sud-est, contribuind, în principal, la descrierea secțiunilor subțiri a rocilor studiate ([Gunnesch et al., 1975](#)).

Din 1975 m-am transferat la Institutul Geologic al României, unde am început activitatea profesională cu studiul rocilor vulcanice, la îndemnul domnului Profesor Dan P. Rădulescu, care m-a acceptat, în postura de conducător științific, la ceea ce a urmat să fie teza mea de doctorat, intitulată „Studiul petrologic al Calderei Călimani, Carpații Orientali”. În cadrul institutului am fost implicat în teme de cercetare științifică și aplicativă reprezentând studii vulcanologice, petrologice și metalogenetice, cartări în arii cu roci vulcanice Neogene și pre-Neogene pe teritoriul României, dar și în Europa (Ungaria, Spania, Ucraina), alături de echipe internaționale.

Între anii 1975-1989, la Institutul Geologic al României am beneficiat de colaborarea unor cercetători experimentați, cum ar fi Sergiu Peltz, Constantina Stanciu, Ionel Nicolae, Haralambie Savu, Ștefan Avram, Ludovic (Loczy) Szász, Hans Kräutner, de la care am învățat despre plăcerile și greutățile muncii de cercetare științifică, fiind colaborator la realizarea rapoartelor științifice și a hărților geologice a României, scara 1:50.000. Din anul 1980 am început să colaborez cu colegul și prietenul Alexandru (Sanyi) Szakács, cu care am realizat majoritatea studiilor privind vulcanismul din Carpații Orientali din acea perioadă, dar și multe alte studii, ulterior. În anul 1987 am susținut teza de doctorat, și am continuat să îmi îmbunătățesc nivelul de cunoaștere petrografice, petrologice și vulcanologice, beneficiind de bogata colecție de reviste științifice internaționale a Bibliotecii Institutului Geologic al României. După 1989, punct de referință în ce privește libertatea de exprimare și dialog internațional, am avut oportunitatea să inițiez colaborări cu o serie de cercetători științifici de notorietate europeană și mondială, cum ar fi, printre alții, Hilary Downes, Zoltan Pécskay, Paul Mason, Jose Luis Brändle, Orlando Vaselli, Harangi Szabolcs, Masatsugu Yamamoto, Koji Ono sau Ichio Moriya, alături de care am realizat importanța lucrului în echipă și faptul că dacă ai ceva de spus, atunci trebuie să te adresezi celor mai cotate reviste de specialitate din domeniu, singurul mod ca importanța a ceea ce ai făcut să fie, eventual, recunoscută și apreciată în timp. Mi-am îmbunătățit continuu metodologiile de cercetare în Vulcanologie și Petrologie beneficiind de un grant Fulbright în U.S.A., la Menlo Park (1997), de un grant „Royal Society” la Londra, U.K., (1997-1999), un grant NATO, la Madrid, Spania (2002), un grant ISES, în Utrecht, Olanda, ocazii cu care, am combinat cercetările de teren cu cele de laborator, învățând tehnici analitice avansate (ex. ICP-MS pentru elemente minore și izotopi, Laser Ablation ICP-MS pentru elemente minore, analize de minerale la Microscopul electronic) Am obținut astfel, analize de înaltă calitate pe roci vulcanice și minerale asociate, ce au constituit o parte importantă a lucrărilor ce au fost sau sunt în curs de publicare.

Dupa 6 ani de la prima încercare, în 1997 am obținut bursa Fulbright care mi-a dat prilejul să studiez vulcanii și rocile care îi alcătuiau din lanțul eruptiv al Cascadelor, S.U.A. Menționez asta, pentru că în toată acea perioadă de șase ani am fost susținut profesional și spiritual de gazda mea din S.U.A., Robert (Bob) Tilling, care m-a sfătuit să

am încredere că propunerea mea este valoroasă și să nu ezit să continui să încerc, ca, eventual, să reușesc. Cred că a șasea oară, pe lângă o propunere valoroasă, am fost și norocos, dar lecția învățată mi-a rămas pentru totdeauna în memorie și m-a ajutat să continui să mă încăpățânez să studiez și să înțeleg lumea vulcanilor.

Din anul 2001 m-am transferat la Institutul de Geodinamică al Academiei Române, unde am continuat studiile vulcanologice și mi-am extins abordarea la studii geodinamice. Aici am beneficiat și încă beneficiaz de susținerea și aprecierea celor doi directori ai institutului, Dorel Zugrăvescu și Crișan Demetrescu. În cadrul institutului am fost implicat în teme de cercetare științifică fundamentală, în principal studii geodinamice privind relația dintre activitatea magmatică și evoluția geotectonică, cu precădere în aria Carpato-Panonică, dar și în Europa și America de nord. Cercetarea efectivă implică studii petrologice (petrografie, mineralogie, geochimie) și vulcanologice (cartare geologică și vulcanologică de detaliu).

Doresc, cu aceasta ocazie să exprim mulțumirile mele colegilor din grupul de cercetare din care fac parte pentru suportul și prietenia lor, unii dintre ei fiind deja pensionari: Ionel Nicolae, Alexandru Szakács, Mihai Tatu, Péter Luffi, Mădălina Vișan, Viorel Mirea, Răzvan-Gabriel Popa, Luisa Elena Iatan. În mod deosebit apreciez colaborarea cu Cristian G. Panaiotu de la Universitatea din București.

Ca o adăugire la cele prezentate, doresc să menționez că am beneficiat de următoarele granturi și stagii în străinătate :

- Iunie-Decembrie 1997 – „Visiting Profesor” la Universitatea din Akita, Mining College, Japonia – lucrând și predând despre relația dintre vulcanism și metalogeneza în contextul magmatismului de subducție;
- Februarie-September 1998 - Grant Fulbright, în USA la Menlo Park, USGS Geological Survey, studiind și lucrând la un proiect ce aborda comparația geologică, petrologică și vulcanologică între vulcanismul din Carpați și din lanțul Cascadelor;
- 1997-1999 - Grant „Royal Society” al Academiei Engleze în care am efectuat studii de teren și laborator privind geochimia și geodinamica magmatismului Neogen din partea centrală a arcului Carpatic (Ucraina, Ungaria, Slovacia și România);

- Ianuarie-Iulie, 2002 - Grant NATO, ca cercetător științific invitat în Spania-Madrid în cadrul proiectului internațional "Volcanic hazard evaluation in Carpatho-Pannonian region";
- Aprilie-Mai 2004, Grant ISES al „Netherlands Research Center for Integrated Solid Earth Science”, Universitatea din Utrecht; privind studii petrologice și geodinamice în Carpați.
- Mai 2005, „Visiting Profesor” la China University of Geosciences (pentru 2005-2008), Beijing, China;
- Octombrie-Noiembrie 2008, Grant ISES al „Netherlands Research Center for Integrated Solid Earth Science”, Universitatea din Utrecht, Olanda; privind studii petrologice și geodinamice în Carpați.
- August 21-31, 2008 conferențiar invitat la proiectul EURISPET, „Petrology of the lithosphere in extensional settings, Budapesta, Ungaria;
- February-March 2009, Grant ISES al „Netherlands Research Center for Integrated Solid Earth Science”, Universitatea din Utrecht, Olanda; privind studii petrologice și geodinamice în Carpați.

Am prezentat, ca invitat, o serie de conferințe la:

- Universitatea Complutense din Madrid, Spania, 1992, 1996, 2002;
- Universitatea din Toyama, Japonia, 1994
- Universitatea din Belgrad, Jugoslavia, 1996
- Universitatea din Salamanca, Spania, 1991, 1995;
- Universitatea din Akita, Japonia, 1997
- Universitatea din Sapporo, Japonia, 1997
- U.S.G.S. Geological Survey, Menlo Park, 1998
- Universitatea din Hawaii la Honolulu si la Hilo, USA, 1998
- Universitatea din Arizona, Flagstaff, USA, 1998

- Observatorul Geofizic Lamont-Doherty, New York, USA, 1998
- Universitatea din Utrecht, Olanda, 2004, 2007, 2009
- Universitatea Amsterdam, Olanda, 2004
- China University of Geosciences, Beijing, 2005
- Universitatea din Budapesta, 2006
- Universitatea din Viena, 2004, 2011
- Institutul de Geochemie si Petrologie, Institutul de Geologie a Depozitelor Minerale , Petrografie, Mineralogie si Geochemie (ИГЕМ), Moscova, 2012
- Institutul de Geofizică, UNAM, Ciudad de México. MEXICO, 2017

Am participat la numeroase manifestări științifice, naționale și internaționale, între care:

- * Congresul Internațional de Vulcanologie, Mainz, Germania, 1990
- * Congresul IUGG General Assembly, Vienna, Austria, 1991
- * Conferința Internațională de Vulcanologie, Napoli, Italia, 1991
- * Al 29-lea Congres Internațional Geologic, Kyoto, Japonia, 1992
- * Congresul Internațional de Volcanological, Ankara, Turcia, 1994
- * Congresul al 10-lea RCMNS, București, România, 1995
- * Al 15-lea Congres al Asociației Carpato-Balcanice Atena, Grecia, 1995
- * Conferința PANCARDI 1996, Lindabrun, Austria
- * Conferința PANCARDI 1999, Tulcea, România
- * Conferința PANCARDI 2000, Dubrovnik, Croatia
- * Conferința GEODE 2000, Borovets, Bulgaria
- * Conferința IGCP430, 2000, Covasna, România
- * Școala Internațională de vară "Length and time-scale of mechanical events in the lithosphere", 2001, Roztez, Praga, Republica Cehă

- * Conferința PANCARDI 2001, Sopron, Ungaria
- * Conferința GEODE 2001, Vața Băi, România
- * Al 16-lea Congres al Asociației Carpato-Balcanice, 2002 Bratislava, Slovacia
- * Conferința IGCP430, 2002, Ha-Long Bay, Vietnam
- * Conferința GEODE 2003, Salzburg, Seggau, Austria
- * Conferința EGS-AGU-EUG, 2003, Nisa, Franța
- * Conferința „Stephan Muller” a EGU, 2003, Munții Retezat, România
- * Al 32-lea Congres Internațional Geologic, 2004, Florența, Italia
- * A doua conferință internațională „Maar”, Lajosmizse/Kecskemét – Ungaria, 2004
- * Workshopul "Tibetan continental dynamics related to the Tethyan evolution and India-Eurasia collision", Beijing și Lhasa, 2005
- * Conferința EGU General Assembly, 2006, Viena
- * Conferința EGU General Assembly, 2007, Viena
- * A 9-a Conferință Internațională pentru Kimberlite, Frankfurt, 2008
- * Conferința ILP-task, Ensenada, Mexic, 2008
- * Conferința AGU 2009 Joint Meeting, Toronto, Canada
- * Conferința CBGA, Tessaoniki, Grecia, 2010
- * Conferința GSA, Ankara, Turcia, 2010
- * Al treilea simpozion internațional privind geologia regiunii Mării Negre, 2011, București, România
- * Conferința IESCA, Izmir, 2012
- * Conferința "Diversity of copper and gold deposits in the Eastern Europe Balkan, Carpathian and Rhodopean", 2012, belts: tectonic, magmatic and geochronological investigations", Stip, FYR Macedonia.
- * Conferința Basalt 2013, Görlitz, Germania

- * Conferința GEEWEK 2013, Smolenice, Slovacia
- * Conferința EGU, General Assembly Viena, Austria, 2014, 2015
- * Conferința CBGA, Tirana, Albania, 2014
- * Congresul IUGG 2015, Praga
- * A 6-a conferința Internațională Maar, 2016, Changchun, China
- * Al 69-lea Congres Geologic al Turciei Ankara, 2016
- * Al 3-lea Workshop Internațional privind Geologia Vulcanilor, 2016, Etna si Insula Vulcano, Italia
- * Anul acesta, 2017, între 8-14 Octombrie am organizat cel de-al 4-lea workshop internațional privind Geologia Vulcanilor, intitulat "Challenges of mapping in poorly-exposed volcanic areas - Eastern Transylvania, Romania" (<http://www.geodin.ro/4th-international-volcano-geology-workshop/>)

Capitolul 2. Plan de perspectivă

Obiective specifice pentru activitățile de cercetare în domeniul Geologiei, respectiv Vulcanologie și petrologie a rocilor magmatice:

Voi continua să îmi îmbunătățesc cunoștințele în domeniu, urmând tendințele internaționale prin intermediul literaturii de specialitate. Pe lângă activitatea de cercetare includ și activitatea didactică, având în vedere, deja de mai mulți ani, calitatea de membru în conducerea Școlii Doctorale de Științele Vieții și Pământului a Universității "Alexandru Ioan Cuza" din Iași, recent Școala Doctorală de Geoștiințe, unde am predat în numeroase rânduri cursuri studenților doctoranzi. În acest sens, voi continua să mă implic, prin a realiza noi prezentări și cursuri pentru studenți, care să îi ajute să se mobilizeze și să se integreze în munca de cercetare în domeniul geologiei.

Ideea este de a angrena studenții atât în munca de teren, pentru a fi în stare să colecteze cât mai multe informații privind caracteristicile geologice ale aflorimentelor, dar și în cea de laborator, în care să fie capabili să integreze informații atât la nivel macroscopic cât și microscopic pentru realizarea de noi modele.

Îmi mai propun următoarele:

- Elaborarea unor ghiduri specifice, care sa faciliteze înțelegerea problematicii din domeniile vulcanologiei și petrologiei;
- Aplicarea lucrului în echipă, de prezentare a rezultatelor în grup și validarea muncii prin apreciere colectivă;
- Educarea tinerilor pentru folosirea limbii engleze în vederea consultării și parcurgerii personale a lucrărilor științifice de interes;
- Implicarea în calitate de coordonator a programului de studiu doctoral din cadrul Școlii de Studii Avansate a Academiei Române, dar și în afara ei, în caz de nevoie;
- Voi încuraja folosirea programelor computerizate de învățare și modelare geologică, ținând cont de situațiile complexe de interdisciplinaritate ale domeniului;
- Voi implica în activitățile de cercetare studenți de la studii de master și doctorale;
- Voi încuraja studenții și doctoranzii să participe la sesiuni științifice, conferințe sau simpozioane, unde să aibă posibilitatea să întâlnească personalități în domeniu, eventuale modele umane;
- Voi încuraja pe cei mai buni studenți și doctoranzi, prin recomandări pentru granturi la reuniuni internaționale, sau participare la școli de vară;
- Voi încuraja studenții și doctoranzii să nutrească sensul responsabilității și apropierea de ceea ce înseamnă cu adevărat natura și viața;
- Voi continua să propun proiecte la nivel național și internațional, în calitate de coordonator sau director, pentru a atrage fonduri care să faciliteze implicarea a cât mai mulți tineri, pentru a beneficia și a se instrui în domeniile vulcanologiei și petrologiei rocilor magmatice, deocamdată deficitare la nivel național;
- Voi antrena tinerii în elaborarea unor lucrări științifice la nivelul calitativ necesar publicării în revistele înalt cotate în sistemul ISI;
- Voi dezvolta în continuare relațiile existente cu diverși specialiști consacrați din domeniu precum și voi iniția colaborări cu alte grupuri de cercetare, punând un deosebit accent pe implicarea tinerilor.

Bibliografie

- BALINTONI, I., SEGHEDI, I., SZAKÁCS, A., (1997). Review of the neogene post-collisional magmatism - tectonic interplay in the intracarpathian region, *Studia Univ. "Babeş-Bolyai", Geologia*, XLII , 2, 33-49, Cluj-Napoca.
- BOJAR, A.-V., DODD, J., SEGHEDI, I., (2013). Isotope geochemistry (O, H and Sr) of Late Cretaceous volcanic rocks, Hateg Basin, South Carpathians, Romania. In BOJAR, A.-V., MELINTE-DOBRINESCU, M. C. & SMIT, J. (eds), *Isotopic Studies in Cretaceous Research*. Geological Society, London, Special Publications, 382, <http://dx.doi.org/10.1144/SP382.10>.
- CHERNYSHEV, I.V., KOVALENKER, V. A., CHUGAEV, A., DAMIAN, G., DAMIAN, F., IATAN, L. E., SEGHEDI, I., (2015). New High-Precision Lead Isotope Analyses of Galena From Romanian Ore Districts and a Review, *Romanian Journal of Mineral Deposits* 87, 1, 83-87.
- DOWNES H., SEGHEDI I., SZAKÁCS A., DOBOSI G., JAMES D.E., VASSELLI O., RIGBY I.J., INGRAM G.A., REX D., PÉCSKAY Z., (1995a). Petrology and geochemistry of the late Tertiary/Quaternary mafic alkaline volcanism in Romania. *Lithos* 35, 65-81.
- DOWNES H., VASELLI O., SEGHEDI I., INGRAM G., REX D., CORADOSSI N., PÉCSKAY Z., PINARELLI L. (1995b). Geochemistry of the Late Cretaceous-early Tertiary magmatism in Poiana Rusca (Romania) *Acta Volcanologica* 7(2), 209-219.
- FEDELE L., SEGHEDI I., CHUNG S-L., LAIENA F., LIN TE-H., MORRA V. LUSTRINO M. (2016). Post-collisional magmatism in the Late Miocene Rodna-Bârgău district (East Carpathians, Romania): geochemical constraints and petrogenetic models. *Lithos* 266–267, 367–382.
- FIELITZ W., SEGHEDI I. (2005). Late-Miocene-Quaternary volcanism, tectonics and drainage system evolution in the East Carpathians, Romania. *Tectonophysics* 410, 111-136.
- GALLHOFER, D., VON QUADT, A., SCHMID, S.M., GUILLONG, M., PEYTCHEVA, I., SEGHEDI, I., (2017). Magmatic and tectonic history of Jurassic ophiolites and associated granitoids from the South Apuseni Mountains (Romania). *Swiss J*

Geosci (2017) 110:699–719.

- GUNNESCH K., GUNNESCH M., SEGHEDI I., POPESCU C., (1975). Contribution to the study of banatitic rocks in Liubcova - Lăpușnicul Mare area (West of Almaj Mts. and South-West of Semenice Mts.) *Dări de Seamă ale Institutului de Geologie și Geofizică* LXI, 169-189, (1973-1974), București.
- HARANGI, SZ., DOWNES H., SEGHEDI, I., (2006). Tertiary-Quaternary subduction processes and related magmatism in the Alpine-Mediterranean region In: GEE, D. G. & STEPHENSON, R. A. (eds) *European Lithosphere Dynamics*. Geological Society, London, Memoirs, 32, 167–190. The Geological Society of London.
- HARANGI, SZ., SÁGI, T., SEGHEDI, I., NTAFLOR, TH., (2013). Origin of basaltic magmas of Perșani volcanic field, Romania: A combined whole rock and mineral scale investigation. *Lithos* 180-181, 45-57.
- HARANGI S., LUKÁCS R., SCHMITT A.K., DUNKL I., MOLNÁR K., KISS B., SEGHEDI I., NOVOTHNY Á., MOLNÁR M. (2015a). Constraints on the timing of Quaternary volcanism and duration of magma residence at Ciomadul volcano, east-central Europe, from combined U–Th/He and U–Th zircon geochronology. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 301, 66–80.
- HARANGI, S., NOVÁK, A., KISS, B., SEGHEDI, I., LUKÁCS, R., SZARKA. L., WESZTERGOM, V., METWALY, M., GRIBOVSKI, K. (2015b). Combined magnetotelluric and petrologic constraints for the nature of the magma storage system beneath the Late Pleistocene Ciomadul volcano (SE Carpathians). *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 290, 82-96.
- HARRIS, C.R., PETTKE, T., ROȘU, E., SEGHEDI, I., HEINRICH C.A., (2005). Magma genesis and Cu-Au ore formation (Apuseni Mountains, Romania) in light of Pb, Sr and Nd isotopic and chemical trends. *Goldschmidt Conference Abstracts 2005 Ore Deposits*, A507, Moscow, Idaho, USA, 20 - 25 May 2005.
- HARRIS, C. R., ROȘU, E., PETTKE, T., KLEINE, T., WOODLAND, S., HEINRICH, C. A., SEGHEDI, I., (2006). Pb, Sr, and Nd isotopes and geochemistry of Miocene magmas in the Apuseni Mountains, Romania *Goldschmidt Conference, Canberra, September 2006, Geochimica et Cosmochimica Acta Supplement* 70, iss. 18, p. 233.

- JUVIGNE E., GEWELT M., GILOT E., HURTGEN CH., SEGHEDI I., SZAKÁCS A., HADNAGY A., GABRIS G., HORVATH E., (1994). Une eruption vielle d'environ 10,700 ans (^{14}C) dans les Carpates Orientale (Roumanie). C.R.Acad.Sci.Paris, tome 318, serie II, 1233-1238, Paris.
- KARATSON D., PÉCSKAY Z., SZAKÁCS A., SEGHEDI I., (1992). Kialudt tuzhanyo a Hargitaban: A Kakukkhegy [An extinct volcano in the Harghita Mts.: Mt. Cucu]., Tudomány [Hungarian version of Scientific American], 1, 70-79, Budapest (In limba maghiară).
- KOVACS, M., SEGHEDI, I., YAMAMOTO, M., FÜLÖP, A., PÉCSKAY, Z., JURJE M., (2017). Miocene volcanism from the Oaş-Gutâi Volcanic Zone (Eastern Carpathians, Romania) – link to the geodynamic processes of the Transcarpathian Basin, Lithos, Lithos 294–295, 304–318.
- LEXA, J., SEGHEDI, I., NÉMETH, K., SZAKÁCS, A., KONEČNÝ, V., PÉCSKAY, Z., FÜLÖP, A., KOVACS, M., (2010). Neogene-Quaternary Volcanic forms in the Carpathian-Pannonian Region: a review. Central European Journal of Geosciences, Volume 2, Number 3, “New advances of understanding physical volcanology processes in the Carpathian-Balkan Region from a global perspective”, 207-270.
- MASON P.R.D., DOWNES H., SEGHEDI I., SZAKÁCS A., THIRLWALL M.F., (1995). Low-pressure evolution of magmas from the Călimani, Gurghiu and Harghita Mountains, East Carpathians. Acta Volcanologica 7(2), 43-53.
- MASON P., DOWNES H., THIRLWALL M.F., SEGHEDI I., SZAKÁCS A., LOWRY D., MATTEY D., (1996). Crustal assimilation as a major petrogenetic process in the East Carpathian Neogene and Quaternary continental margin arc, Romania. Journal of Petrology 37, 4, 927-959.
- MASON P.R.D., SEGHEDI I., SZAKÁCS A., DOWNES H., (1998). Magmatic constraints on geodynamic models of subduction in the Eastern Carpatians, Romania. Tectonophysics 297, 157-176.
- MORIYA I., OKUNO M., NAKAMURA T, SZAKÁCS A., SEGHEDI I., (1995). Last eruption and its ^{14}C age of Ciomadul volcano, Summaries of Researches Using AMS at Nagoya University (VI), 82-90.

- MORIYA I., OKUNO M., NAKAMURA T., ONO K., SZAKÁCS A., SEGHEDI I., (1996). Radiocarbon ages of charcoal fragments from the pumice flow deposits of the last eruption of Ciomadul Volcano, Romania. Summaries of Research using AMS at Nagoya University, VII, 252-255.
- NICOLAE, I., SEGHEDI, I., BOBOS, I., DO ROSÁRIO AZEVEDO, M., RIBEIRO, S., TATU, M., (2014). Permian volcanic rocks from the Apuseni Mountains (Romania): Geochemistry and tectonic constraints. *Chemie der Erde* 74, 125–137.
- PANAIOTU C., PÉCSKAY Z., HAMBACH U., SEGHEDI I., PANAIOTU C.E., ITAYA T., ORLEANU M., SZAKÁCS A., (2004). Short-lived Quaternary volcanism in the Perşani Mountains (Romania) revealed by combined K-Ar and paleomagnetic data. *Geologica Carpathica*, 55, 4, 333-339.
- PANAIOTU, C.G., VIŞAN, M., ȚUGUI, A., SEGHEDI I., PANAIOTU A. G. (2012). Palaeomagnetism of the South Harghita volcanic rocks of the East Carpathians: implications for tectonic rotations and palaeosecular variation in the past 5Ma. *Geophys. J. Int.* 189, 369–382.
- PANAIOTU, C.G., JICHA, B.R., SINGER, B.S., TUGUI, A., SEGHEDI, I., PANAIOTU, A.G., NECULA, C., (2013). $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ chronology and paleomagnetism of Quaternary basaltic lavas from the Perşani Mountains (East Carpathians). *Physics of the Earth and Planetary Interiors* 221, 1–14.
- PAPP D.C., URECHE I., SEGHEDI I., DOWNES H., DALLAI L., (2005). Petrogenesis of convergent-margin calc-alkaline rocks and the significance of the low oxygen isotope ratios: the Rodna-Bârgău Neogene subvolcanic area (East Carpathians), *Geologica Carpathica* 56, 1, 77-90.
- PÉCSKAY Z., LEXA J., SZAKÁCS A., BALOGH KAD., SEGHEDI I., KONECNY V., KOVACS M., MARTON E., SZEKY-FUX V., POKA T., GYARMATY P., EDELSTEIN O., ROȘU E., ZEC B., (1995a). Space and time distribution of Neogene - Quaternary volcanism in the Carpatho-Pannonian Region. *Acta Vulcanologica* 7 (2), 15-29.
- PÉCSKAY Z., EDELSTEIN O., SEGHEDI I., SZAKÁCS A., KOVACS M., CRIHAN M., BERNAD A., (1995b). K-Ar datings of the Neogene-Quaternary calc-alkaline volcanic rocks in Romania. *Acta Vulcanologica* 7 (2), 53-63.

- PÉCSKAY Z., LEXA J., SZAKÁCS A., SEGHEDI I., BALOGH K., KONECNY V., ZELENKA T., KOVACS M., PÓKA T., FÜLÖP A., MÁRTON E., PANAIOTU C., CVETKOVIC V., (2006). Geochronology of Neogene magmatism in the Carpathian arc and intra-Carpathian area. *Geologica Carpathica* 57, 6, 511-530.
- PÉCSKAY Z., SEGHEDI I., DOWNES H., PRYCHODKO M., MACKIV B., (2000). K/Ar dating of Neogene Calc-Alkaline rocks from Transcarpathian Ukraine. *Geologica Carpathica* 51, 2, 83-89.
- PÉCSKAY Z., SEGHEDI I., KOVACS M., SZAKÁCS A., FÜLÖP A., (2009). Geochronology of the Neogene calc-alkaline intrusive magmatism in the "Subvolcanic Zone" of the Eastern Carpathians (Romania). *GEOLOGICA CARPATHICA* 60, 2, 181-190.
- PÉCSKAY Z., SZAKÁCS S., SEGHEDI I., KARATSON D. (1992). Contribution to the geochronology of Mt.Cucu volcano and the South Harghita. *Földtani Közlöny*, 122/2-4, 265-286.
- PELTZ S., SEGHEDI I., GRABARI G., POPESCU G.(1987). Strontium isotope composition of the volcanic rocks from the Călimani, Harghita and Perșani Mountains. *D.S.Inst.Geol.Geofiz.* 72-73/1, 309-321, București.
- PELTZ, S., SEGHEDI, I. (1984). The Structure of the Călimani Volcanic Mountains (East Carpathians, Romania). In: *Symp.: Magm. molasse-form. epoch rel. end. mineraliz.*, (1982). *Geol. úst.*, D. Stura, Bratislava, p. 35-45.
- PÓKA T., ZELENKA T., SZAKÁCS A., SEGHEDI I., NAGY G., SIMONITS A., (1998). Petrology and geochemistry of the Miocene acidic explosive volcanism of the Bukk Foreland, Pannonian Basin, Hungary. *Acta Geologica Hungarica*, Vol. 41/4, 437-466.
- POPA M., RADULIAN M., SZAKÁCS A., SEGHEDI I., ZAHARIA B., (2012). New Seismic and Tomography Data in the Southern Part of the Harghita Mountains (Romania, Southeastern Carpathians): Connection with Recent Volcanic Activity. *Pure and Applied Geophysics* 169, 9, 1557-1573, DOI: 10.1007/s00024-011-0428-6.
- PRELEVIĆ, D., SEGHEDI, I., (2013). Magmatic response to the post-accretionary orogenesis within Alpine – Himalayan belt - Preface. *Lithos* 180-181, 1-4.

- ROȘU E., SZAKÁCS A., DOWNES H., SEGHEDI I., PÉCSKAY Z PANAIOTU C., PANAIOTU E.C. (2001). The origin of Neogene calc-alkaline and alkaline magmas in the Apuseni Mountains, Romania: the adakite connection. ABCD Geode workshop, Vața Băi, Romania, 8-12 June, Rom. J. Mineral.Dep. 79, suppl. 2, p.3-23.
- ROȘU, E., SEGHEDI, I., DOWNES, H., ALDERTON, D.H.M., SZAKÁCS, A., PÉCSKAY, Z., PANAIOTU, C., PANAIOTU, C.E., NEDELCU, L., (2004). Extension-related Miocene calc-alkaline magmatism in the Apuseni Mountains, Romania: origin of magmas. Schweizerische Mineralogische und Petrographische Mitteilungen, 84/1-2, Special issue, (Albrecht von Quadt ed.), p.153-172.
- SEGHEDI A., SEGHEDI I., SZAKÁCS A., OAIE G., (1987). Relationship between sedimentation and volcanism during deposition of the Carapelit Formation (Northern Dobrogea). D.S.Inst.Geol.Geofiz. 72-73/1 (1985-1986), 191-202, București.
- SEGHEDI A., SEGHEDI I., (1995). Permo-Carboniferous volcanism in the foreland of Romanian Carpathians, Terra Nostra, 7/95, 117-119.
- SEGHEDI I. (1982) Contribuții la studiul petrologic al Calderei Călimani. D.S.Inst.Geol.Geofiz., LXVII/1, 87-126, Bucuresti.
- SEGHEDI I., MEDEȘAN A., ZAMÂRCĂ A., (1985). Contribuții la studiul proceselor de transformare postmagmatică asociate corpului intruziv monzodioritic din partea centrală a Calderei Călimani. Dări de Seamă ale Institutului de Geologie și Geofizică LXIX/1, 149-166, București (in Romanian).
- SEGHEDI, I., GRABARI, G., IANC, R., TĂNĂSESCU, A., VÂJDEA, E., (1986). Rb, Sr, Zr, Th, U, K Distribution in the Neogene Volcanics of the South Harghita Mountains; Considerații asupra distribuției Rb, Sr, Zr, Th, U, K în vulcanitele neogene din munții Harghita de sud; Considérations sur la distribution de Rb, Sr, Zr, Th, U, K des volcanites néogènes des monts Harghita du Sud. D. S. Inst. Geol. Geofiz., București, 70–71/1, (1983; 1984), p. 453–473.
- SEGHEDI I., SZAKÁCS A., UDRESCU C., STOIAN M., GRABARI G., (1987). Trace element geochemistry of the South Harghita volcanics (East Carpathians). Calc-

- alkaline and shoshonitic association. D.S.Inst.Geol.Geofiz., 72-73/1, 381-397, București.
- SEGHEDI I., SZAKÁCS A., BALTRES A., (1990). Relationships between sedimentary deposits and eruptive rocks in the Consul Unit (North Dobrogea). Implications on tectonic interpretations. D.S.Inst.Geol.Geofiz., 74/5, 125-136, București.
- SEGHEDI I., SZAKÁCS A., (1991). "The Dej tuff": Some petrographical petrochemical and volcanological aspects. In The Volcanic Tuffs from the Transylvanian basins, Speccial Issue no. 3, MÂRZA I. (edt.) (1991) Ed. Universității din Cluj-Napoca, pp.135-146.
- SEGHEDI I., SZAKÁCS A., UDRESCU C., GRABARI G., STOIAN M., TANASESCU A., VLAD C., (1992). Major and trace element geochemistry of rhyolites from Northern Dobrogea. Petrogenetic implications. Romanian Journal of Petrology, 75, 17-39, București.
- SEGHEDI I., SZAKÁCS A., (1994a). The Upper Pliocene-Pleistocene effusive and explosive basaltic volcanism from the Perșani Mountains. Rom.J.Petrology, 76, 101-107, București.
- SEGHEDI I., SZAKÁCS A., (1994b). A model for Mesozoic volcanism and tectonic evolution in North Dobrogea, Romania. St. Cerc. Geologie 39, 21-34.
- SEGHEDI I., SZAKÁCS A., STANCIU C., IOANE D., (1994). Neogene arc volcanicity/metallogeny in the Călimani-Gurghiu-Harghita volcanic Mts. in Field trip guide-Plate tectonics and metallogeny in the East Carpathians and Apuseni Mts., BORCOȘ M and VLAD Ș. (edt.), ed. Geological Institute of Romania, 12-17.
- SEGHEDI I., SZAKÁCS A., MASON P. R. D., (1995). Petrogenesis and magmatic evolutions in the East Carpathians Neogene volcanic arc (Romania). Acta Volcanologica 7(2), 135-145.
- SEGHEDI I., SZAKÁCS A., VANGHELIE I., COSTEA C., (2000). Zeolite formation in the Lower Miocene tuffs, North-western Transylvania, Romania. Romanian Journal of Mineralogy 80, 11-20
- SEGHEDI I., SZAKÁCS A., NICOLICI A., CALANGIU R., CORZAN O. (2000) Epithermal gold mineralization related to multistage intrusive event in the Fâncel-Lăpușna caldera, East Carpathians, Romania ABCD-GEODE Workshop, Borovets,

Bulgaria, p.74.

- SEGHEDI I., DOWNES H., PÉCSKAY Z., THIRLWALL M.F., SZAKÁCS A., PRYCHODKO M., MATTEY D. (2001). Magmagenesis in a subduction-related post-collisional volcanic arc segment: The Ukrainian Carpathians. *Lithos*, 57 (4), 237-262.
- SEGHEDI, I., BALINTONI I., SZAKÁCS, A., (1998). Interplay of tectonics and Neogene post-collisional magmatism in the Intracarpathian area. *Lithos* 45, 483-499.
- SEGHEDI, I., DOWNES, H., SZAKÁCS, A., MASON, P.R.D., THIRLWALL, M.F., ROȘU, E., PÉCSKAY, Z., MÁRTON, E., PANAIOTU, C. (2004a) Neogene-Quaternary magmatism and geodynamics in the Carpathian-Pannonian region: A synthesis. *Lithos*, 72, 117-146.
- SEGHEDI I., DOWNES H., VASELLI O., SZAKÁCS A., BALOGH K., PÉCSKAY Z. (2004b) Post-collisional Tertiary-Quaternary mafic alkaline magmatism in the Carpathian-Pannonian region: a review. *Tectonophysics*, 393, 43-62
- SEGHEDI I., SZAKÁCS A., SNELLING N., PÉCSKAY Z., (2004c). Evolution of the Neogene Gurghiu Mountains volcanic range (Eastern Carpathians, Romania), based on K-Ar geochronology. *Geologica Carpathica*, 55, 4, 325-332
- SEGHEDI I., SZAKÁCS A., PÉCSKAY Z., MASON P. R. D., (2005a). Eruptive history and age of magmatic processes in the Călimani volcanic structure, Romania. *Geologica Carpathica*, 56, 1, 67-75
- SEGHEDI I., DOWNES H., HARANGI S., MASON P.R.D., PÉCSKAY Z. (2005b) Geochemical response of magmas to Neogene-Quaternary continental collision in the Carpathian-Pannonian region: A review. *Tectonophysics*, 410, 485-499
- SEGHEDI I., SZAKÁCS A., PACHECO A. H., BRÄNDLE MATE SANZ J.-L., (2007a). Miocene Lamproite Volcanoes in south-eastern Spain – an association of phreatomagmatic and magmatic products. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 159, 210-224.
- SEGHEDI I., BOJAR A.-V., DOWNES H., ROȘU E., TONARINI S., MASON P., (2007b). Generation of normal and adakite-like calc alkaline magmas in a non-subductional environment: A Sr-O-H Isotopic Study of the Apuseni Mountains Neogene magmatic Province, Romania. *Chemical Geology*, 245, 70-88.

- SEGHEDI I., NTAFLOR T., Z. PÉCSKAY, (2008). The Gataia Pleistocene lamproite: a new occurrence at the southeastern edge of the Pannonian Basin, Romania. in: COLTORTI, M. & GREGOIRE, M. (eds) *Metasomatism in Oceanic and Continental Lithospheric Mantle*. Geological Society, London, Special Publications 293, 83-100.
- SEGHEDI I., MAICHER D., KURSZAUKIS S., (2009). Volcanology of Tuzo pipe (Gahcho Kué cluster) - Root-diatreme processes re-interpreted. *Lithos* 112S, 553–565.
- SEGHEDI I., FÜLÖP A., (2009). Late Miocene debris-avalanche deposit at the Gutâi shield volcano, NW Romania. Re-evaluation of geological mapping and mineral deposits. 2009 AGU Joint Assembly, Toronto, Canada May 25-28, 2009, Paper Number: V32A-06.
- SEGHEDI, I., SZAKÁCS, A., ROȘU, E., PÉCSKAY Z., GMÉLING, K., (2010). Note on the evolution of a Miocene composite volcano in an extensional setting, Zărand Basin (Apuseni Mts., Romania). *Central European Journal of Geosciences*, Volume 2, Number 3/SEPTEMBER 2010 “New advances of understanding physical volcanology processes in the Carpathian-Balkan Region from a global perspective”, 321-328.
- SEGHEDI I. (2011) Permian subaqueous rhyolitic domes changing to surtseyan tuff deposits and subaerial domes: Sirinia Basin (SW Romania-Eastern Europe). *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 201, 312–324.
- SEGHEDI, I., DOWNES, H., (2011). Geochemistry and tectonic development of Cenozoic magmatism in the Carpathian–Pannonian region. *Gondwana Research* 20, 655-672.
- SEGHEDI, I., MAȚENCO L., DOWNES, H., MASON, P.R.D., SZAKÁCS, A., PÉCSKAY, Z., (2011). Tectonic significance of changes in post-subduction Pliocene–Quaternary magmatism in the south east part of the Carpathian–Pannonian Region. *Tectonophysics* 502, 146-157.
- SEGHEDI, Y. E. ERSOY, C. HELVACI, (2013). Miocene–Quaternary volcanism and geodynamic evolution in the Pannonian Basin and the Menderes Massif: A comparative study. *Lithos*, 180-181, 25–42.
- SEGHEDI, I., HELVACI, C., PÉCSKAY, Z., (2015). Composite volcanoes in the south-

- eastern part of İzmir–Balıkesir transfer zone, Western Anatolia, Turkey. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 291, 72-85.
- SEGHEDI I., POPA, R.-G., PANAIOTU C.G., SZAKÁCS, A., PÉCSKAY, Z., (2016). Short-lived eruptive episodes during the construction of a Na-alkalic basaltic field (Perșani Mountains, SE Transylvania, Romania). *Bulletin of Volcanology* 78:69, DOI 10.1007/s00445-016-1063-y.
- SEGHEDI, I., HELVACI, C., (2016). Early Miocene Kırka-Phrigian Caldera, western Turkey (Eskişehir province), preliminary volcanology, age and geochemistry data. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 327, 503–519.
- SEGHEDI, I., SZAKÁCS, A., PÉCSKAY, Z., MIREA V., LUFFI P., (2017). The significance of debris avalanche deposits in the architecture of the Călimani-Gurghiu-Harghita volcanic range (Eastern Transylvania, Romania),. “4rd International Workshop”, 8-14 Octombrie 2017, Eastern Transylvania, Romania, organizat de către Volcano Geology Commission al Asociației Internaționale de Vulcanologie (IAVCEI), *Romanian Journal of Earth Sciences*, vol 91, Special Issue, 78-79pp, ISSN 2248-2563.
- SZAKÁCS A., SEGHEDI I., (1986). Chemical diagnosis of the volcanics from the most southernmost part of the Harghita Mountains-Proposal for a new nomenclature. *Revue Roumain, Geol. Geophys. Geogr. GEOLOGIE* 30, 41-48, București.
- SZAKÁCS A., SEGHEDI I., (1989). Base surge deposits in the Ciomadul Massif (South Harghita Mountains). *D.S.Inst Geol.Geofiz.*, 74/1, 175-180, București.
- SZAKÁCS A., SEGHEDI I., (1991). - Accretionary lapilli tuffs in the Harghita Mts,. In *The Volcanic Tuffs from the Transylvanian basins*, Speccial Issue no. 3, MÂRZA I. (edt.) (1991) Ed. Universității din Cluj-Napoca, pp.217-222.
- SZAKÁCS A., SEGHEDI I., PÉCSKAY Z. (1993) Peculiarities of South Harghita Mts. as terminal segment of the Carpathian Neogene to Quaternary volcanic chain. *Rev. Roum. Geologie*, 37, 21-36, București.
- SZAKÁCS A., SEGHEDI I., (1995a). Time-space evolution of the Neogene-Quaternary volcanism in the Călimani-Gurghiu-Harghita volcanic chain. *Guide to excursion B3*, X-th RCMNS Congress Bucuresti 1995, *Romanian J. of Stratigraphy*, 76, Supplement No. 4, 24p.

- SZAKÁCS A., SEGHEDI I. (1995b). The Călimani-Gurghiu-Harghita volcanic chain, East Carpathians, Romania: volcanological features. *Acta Volcanologica* 7(2), 145-155.
- SZAKÁCS A., SEGHEDI I., (1996). Volcaniclastic sequences around andesitic stratovolcanoes, East Carpathians, Romania, workshop guide, of the IAVCEI, CEV and CVS commissions. *Rom. Jour. of Petrology*, 77, supplement 1, 55p.
- SZAKÁCS A, IOANE D, SEGHEDI I, ROGOBETE M, PÉCSKAY Z., (1997). Rates of migration of volcanic activity and magma output along the Călimani-Gurghiu-Harghita volcanic range, East Carpathians, Romania. *Przegląd Geologiczny* 45, 10/2: 1106
- SZAKÁCS A., SEGHEDI I. (1998). Premises of tephrological investigation of Quaternary in Romania. *Rom.J.Stratigraphy*, 77, 4, 85-90.
- SZAKÁCS A., ZELENKA T., MARTON E., PÉCSKAY Z., POKA T., SEGHEDI I. (1998) Miocene acidic explosive volcanism in the Bükk Foreland, Hungary: Identifying eruptive sequences and searching for source locations. *Acta Geologica Hungarica*, Vol. 41/4, p. 413-435
- SZAKÁCS A., SEGHEDI I., PÉCSKAY Z., (2002). The most recent volcanism in the Carpathian- Pannonian Region. Is there any volcanic hazard? *Geologica Carpathica*, vol.53 Special Issue, Proceedings of the XVIIth Congress of Carpathian-Balkan Geological Association, Bratislava, Slovakia, p.193-194
- SZAKÁCS A., LEXA J., MOLNAR F., SEGHEDI I., KOVACS M., PÉCSKAY Z., MARTON I., (2010). The role of the time factor in the hydrothermal metallogenesis related to the Neogene volcanism in the Carpathian-Pannonian Region. CBGA Congress-Tessaloniki, sept, 2010, Abstract volume.
- SZAKÁCS, I. SEGHEDI, (2013). The relevance of volcanic hazard in Romania: is there any? *Environmental Engineering and Management Journal* 12, 1, 125-135.
- SZAKÁCS, A., SEGHEDI, I., PÉCSKAY, Z., MIREA, V., (2015). Eruptive history of a low frequency and low-output rate Pleistocene volcano, Ciomadul, South Harghita Mts., Romania. *Bulletin of Volcanology*, 77:12, DOI 10.1007/s00445-014-0894-7.
- ȘTEFAN A., SZAKÁCS A., SEGHEDI I., (1996). Dacite from type locality: Genealogy and description. The 90th Anniversary Conference of the Geological Institute of România volume, June 12-19, 1996, 1-6, ed. Geological Institute of Romania.

- TSCHEGG, C., NTAFLOR T, SEGHEDI I., HARANGI SZ., KOSLER J., COLTORTI C., (2010). Paleogene alkaline magmatism in the South Carpathians (Poiana Ruscă, Romania): Asthenospheric melts with geodynamic and lithospheric information. *Lithos* 120, 393–406.
- UDUBAȘA GH., ROȘU E., SEGHEDI I., IVĂȘCANU M.P., (2001). The “Golden Quadrangle” in the Metaliferi Mountains, Romania: What does this really mean?, ABCD Geode workshop, Vața Băi, Romania, 8-12 June, *Romanian Journal of Mineral Deposits* 79, suppl. 2, 3-24.
- UPTON J., COLE P., SHAW P., SZAKÁCS A., SEGHEDI I., (2002). Correlation of tephra layers found in southern Romania with the Campanian Ignimbrite (~37 Ka) eruption. VMSG Meeting, University College, London 3-4 January 2002, 5-7.
- VASELLI O., DOWNES H., THIRLWALL M., DOBOSI G., CORADOSSI N., SEGHEDI I., SZAKÁCS A., (1995). Ultramafic xenoliths in Plio-Pleistocene alkali basalts from the Eastern Transylvanian Basin: depleted mantle enriched by vein metasomatism. *Journal of Petrology*, 36, 1, 23-53.