



**UNIVERSITATEA “BABEȘ- BOLYAI” CLUJ-NAPOCA  
FACULTATEA DE ȘTIINȚA ȘI INGINERIA MEDIULUI**



# **TEZĂ DE DOCTORAT**

## **REZUMAT**

### **CĂRBUNII NEOGENI DIN ARIA SĂRMĂȘAG – DERȘIDA, RECONSTITUIREA PALEOMEDIILOR, RADIOACTIVITATEA CĂRBUNILOR ȘI IMPACTUL EXPLOATĂRII MINIERE ASUPRA MEDIULUI**

**Coordonator științific:**

**Prof. univ. dr. Vlad CODREA**

**Doctorand,  
Claudiu MARGIN**

**CLUJ – NAPOCA  
2014**

## C U P R I N S

### INTRODUCERE

<b>CAPITOLUL I</b>	<b>5</b>
<b>1. Delimitarea și încadrarea zonei studiate</b>	<b>6</b>
<b>1.1. Istoricul exploatării miniere Sărmășag – Bobota</b>	<b>9</b>
<b>1.2. Clasificarea cărbunilor din România</b>	<b>13</b>
<b>1.3. Date generale privind ligniții din lume și România</b>	<b>15</b>
<b>1.4. Principalele zone cu lignit din România</b>	<b>17</b>
<b>CAPITOLUL II</b>	
<b>2. Zăcămintele de ligniți din Bazinul Șimleu</b>	<b>21</b>
<b>2.1. Aspecte generale privind substratul geologic al Bazinului Șimleu</b>	<b>21</b>
<b>2.2. Principalele zăcăminte de ligniți din Bazinul Șimleu</b>	<b>25</b>
<b>2.2.1. Zăcământul Popești – Voivozi</b>	<b>25</b>
<b>2.2.2. Zăcământul Budoii-Derna</b>	<b>25</b>
<b>2.2.3. Zăcământul Ip-Zăuan</b>	<b>26</b>
<b>CAPITOLUL III</b>	
<b>3. Zăcământul Sărmășag</b>	<b>27</b>
<b>3.1. Geologia regiunii</b>	<b>27</b>
<b>3.2. Fundamentul Bazinului Șimleului</b>	<b>29</b>
<b>3.3. Sedimentarul neogen</b>	<b>31</b>
<b>3.3.1. Badenian</b>	<b>31</b>
<b>3.3.2. Sarmațian</b>	<b>32</b>
<b>3.3.3. Pannonian s.s.</b>	<b>34</b>
<b>3.3.4. Pontianul s.s.</b>	<b>38</b>
<b>3.3.5. Cuaternarul</b>	<b>40</b>
<b>3.4. Tectonica regiunii</b>	<b>41</b>
<b>3.5. Substanțe minerale utile</b>	<b>42</b>
<b>3.6. Evoluția geologică</b>	<b>43</b>
<b>3.7. Geologia zăcământului Sărmășag</b>	<b>44</b>
<b>3.7.1. Stratigrafia</b>	<b>44</b>

---

3.7.2. Tectonica zăcământului	47
3.8. Descrierea stratelor de cărbune	48
3.8.1. Zona Sărmășag	48
3.9. Studiul palinologic și geneza zăcământului Sărmășag	52
3.10. Paleomediul de formare al cărbunilor fosili	53
3.10.1. Paleogeografia și tectonica	53
3.10.2. Paleoclima	54
3.10.3. Flora fosilă	56
<b>CAPITOLUL IV</b>	
4. Vertebrate din zona Derșida	58
<b>CAPITOLUL V</b>	
5. Radioactivitatea cărbunilor de Sărmășag	64
5.1. Noțiuni generale despre radioactivitate	64
5.2. Scurt istoric al radioactivității	64
5.3. Radioactivitatea naturală	65
5.4. Radioactivitatea artificială	66
5.5. Proprietăți radioactive	68
5.5.1. Uraniul	70
5.5.2. Thoriul	70
5.5.3. Potasiul	72
5.6. Iradierea naturală și artificială	73
5.7. Radioactivitatea cărbunilor	75
5.8. Radioactivitatea cărbunilor din lume	76
5.8.1. Impactului elementelor radioactive din cărbune asupra mediului	77
5.9. Studiu asupra radioactivității cărbunilor și a cenușii rezultată în urma arderii acestora în unele zone din lume	78
5.9.1. Radioactivitatea cărbunilor din Asia	78
5.9.2. Radioactivitatea cărbunilor din Europa	80
<b>CAPITOLUL VI</b>	
6. Radioactivitatea lignitului din cariera Bobota II	83
6.1. Studiul radioactivității din zona carierei Bobota II	84
6.2. Studiul radioactivității lignitului de Sărmășag	90

---

6.3.Studiul radioactivității cenușii lignitului de Sărmășag	94
6.4.Evaluarea riscului radioactivității cenușii lignitului de Sărmășag	97
6.5.Studiul radioactivității alpha a lignitului de Sărmășag	101
6.5.1. Metoda de măsurare a radioactivității alpha	103
6.6.Studiul comparativ al radioactivității lignitului de Sărmășag cu cea a celor de la Husnicioara	104
6.7.Studii de paleomedii în sectoarele miniere Sinersig, Visag, Derna	105
<b>CAPITOLUL VII</b>	
7. Impactul exploatării miniere Sărmășag asupra mediului	109
7.1.Legislația de mediu în România	109
7.2.Impactul exploatărilor miniere asupra mediului ambiant	109
7.2.1. Efectele exploatării asupra calității mediului	112
7.3. Zăcământul Sărmășag	114
7.4. Impactul exploatării zăcământului produs asupra apelor	119
7.5. Impactul produs de exploatarea zăcământului Sărmășag asupra solului	124
7.6. Impactul folosirii cărbunelui asupra mediului	126
7.6.1. Impactul haldelor de steril	126
7.6.2. Utilizarea lignitului de Sărmășag	130
<b>CAPITOLUL VIII</b>	
8. Concluzii	133
Bibliografie	136
Planșe	152

**Cuvinte cheie:**

România, Bazinul Șimleu, Neogen, Miocen, cărbune, paleotologie, reconstituirea paleomediilor, radioactivitatea cărbunilor, radionuclizi, impactul exploatării miniere asupra mediului

## C U P R I N S

(rezumat)

<b>INTRODUCERE</b>	<b>7</b>
<b>CAPITOLUL I</b>	
<b>1. Delimitarea și încadrarea zonei studiate</b>	<b>8</b>
<b>CAPITOLUL II</b>	
<b>2. Zăcămintele de ligniți din Bazinul Șimleu</b>	<b>11</b>
<b>2.1. Aspecte generale privind substratul geologic al Bazinului Șimleu</b>	<b>11</b>
<b>CAPITOLUL III</b>	
<b>3. Zăcămintul Sărmășag</b>	<b>13</b>
<b>3.1. Geologia regiunii</b>	<b>13</b>
<b>3.2. Sedimentarul neogen</b>	<b>15</b>
<b>3.2.1. Badenian</b>	<b>15</b>
<b>3.2.2. Sarmațian</b>	<b>15</b>
<b>3.2.3. Pontianul s.s.</b>	<b>16</b>
<b>3.3. Studiul palinologic și geneza zăcămintului Sărmășag</b>	<b>16</b>
<b>3.4. Paleomediul de formare al cărbunilor fosili</b>	<b>17</b>
<b>3.5. Paleoclima</b>	<b>17</b>
<b>3.6. Flora fosilă</b>	<b>19</b>
<b>CAPITOLUL IV</b>	
<b>4. Vertebrate din zona Derșida</b>	<b>19</b>
<b>CAPITOLUL V</b>	
<b>5. Radioactivitatea cărbunilor de Sărmășag</b>	<b>23</b>
<b>5.1. Radioactivitatea cărbunilor</b>	<b>23</b>
<b>CAPITOLUL VI</b>	
<b>6. Radioactivitatea lignitului din cariera Sărmășag</b>	<b>24</b>
<b>6.1. Studiul radioactivității din jurul carierei Bobota II</b>	<b>25</b>
<b>6.2. Studiul radioactivității lignitului de Sărmășag</b>	<b>28</b>
<b>6.3. Studiul radioactivității cenușii lignitului de Sărmășag</b>	<b>32</b>

<b>6.4. Evaluarea riscului radioactivității cenușii lignitului de Sărmășag</b>	<b>35</b>
<b>6.5. Studiul radioactivității alpha a lignitului de Sărmășag</b>	<b>39</b>
<b>6.5.1. Metoda de măsurare a radioactivității alpha</b>	<b>40</b>
<b>6.6. Studiul comparativ al radioactivității lignitului de Sărmășag cu cea a celor de la Husnicioara</b>	<b>40</b>
<b>6.7. Studii de paleomedii în sectoarele miniere Sinersig, Visag, Derna</b>	<b>41</b>
<b>CAPITOLUL VII</b>	
<b>7. Impactul exploatării miniere Sărmășag asupra mediului</b>	<b>41</b>
<b>7.1. Impactul exploatărilor miniere asupra mediului ambiant</b>	<b>41</b>
<b>7.2. Zăcământul Sărmășag</b>	<b>42</b>
<b>7.3. Impactul exploatării zăcământului produs asupra apelor</b>	<b>42</b>
<b>CAPITOLUL VIII</b>	
<b>8. Concluzii</b>	<b>48</b>
<b>Bibliografie selectivă</b>	<b>51</b>

## **INTRODUCERE**

Regiunea studiată este situată în NV României, respectiv în județul Sălaj. Perimetrul studiat include o fostă exploatare minieră subterană și una de suprafață încă în activitate, dar probabil nu pentru mult timp, din cauza contractelor puține pe care exploatarea minieră Sărmășag le are în derulare.

În anul 2004 am început studiul lignitului din cadrul Exploatării Miniere Sărmășag, parte componentă a Societății Naționale a Cărbunelui Ploiești. Primele trei capitole sunt legate de secțiunile de geologie, palinologie, paleontologie animală și au fost inspirate atât din cercetările efectuate de-a lungul deceniilor trecute de mai multe generații de cercetători, la care am adăugat desigur, rezultate ale studiilor personale. O direcție mai puțin studiată în această zonă este cea legată de radioactivitatea acestor cărbuni, a cenușii rezultată din arderea lignitului de Sărmășag, cu precădere la cele mai întâlnite trei elemente radioactive, U, Th, K. Prin aceste cercetări am încercat să scot în evidență studiul radioactivității mediului înconjurător în zona limitrofă exploatării, și dacă exploatarea are vreun efect negativ asupra populației din zona adiacentă acesteia. Totodată, o succintă trecere în revistă a succesiunii paleomediilor neogene din etapele formatoare de cărbuni a fost de asemeni abordată. Un astfel de studiu are ca finalitate evidentă impactul exploatării miniere asupra mediului ambiant, asupra apei prin efectuarea unor analize de laborator la principalele elemente chimice, a metalelor grele din apa din cadrul carierei.

Cărbunele rămâne o importantă sursă de poluare asupra mediului înconjurător alături de alte surse de poluare care duc la contaminarea principalilor constituenți ai mediului natural (aerul, apa, solul) prin degradarea peisajului datorată, atât exploatării subterane, dar mai ales celor de suprafață unde în urma exploatărilor întâlnim haldele de steril, iar în urma arderii cărbunilor în termocentrale, cele de cenușă.

## CAPITOLUL I

### 1. DELIMITAREA ȘI ÎNCADRAREA ZONEI STUDIATE

Bazinul sedimentar neogen Șimleu (fig. 1.1) este situat în partea de nord-vest a țării, fiind delimitat de Munții Plopiș spre sud-vest, Munții Meseșului spre sud-est, râul Someș la est, iar spre nord, nord-vest se deschide spre marele Bazin Pannonic.



**Fig. 1.1.** Localizarea Bazinului Șimleu (după harta geografică a României 1: 500.000)

Din punct de vedere istoric, în Bazinul Șimleului întâlnim urme ale civilizațiilor vechi, încă din perioada neolitică, urme de civilizație din perioada dacică, dovedite de descoperirile unor obiecte din aur și argint în urma unor lucrări agricole (Luca & Gudea, 2010) și epoca romană răspândite în multe situri cunoscute și cercetate, cele mai multe fiind situate de-a lungul văilor Crasna și Zalău (Pop, 2009).

Din punct de vedere geomorfologic, Bazinul Șimleu prezintă relieful de șes și coline, cu altitudini cuprinse între 160 – 350 m, exceptând zona sudică, unde înălțimile ating 596 m (Măgura Șimleului). Bazinul este drenat de Valea Crasnei, afluent de ordinul 1 al Tisei care își are originea la

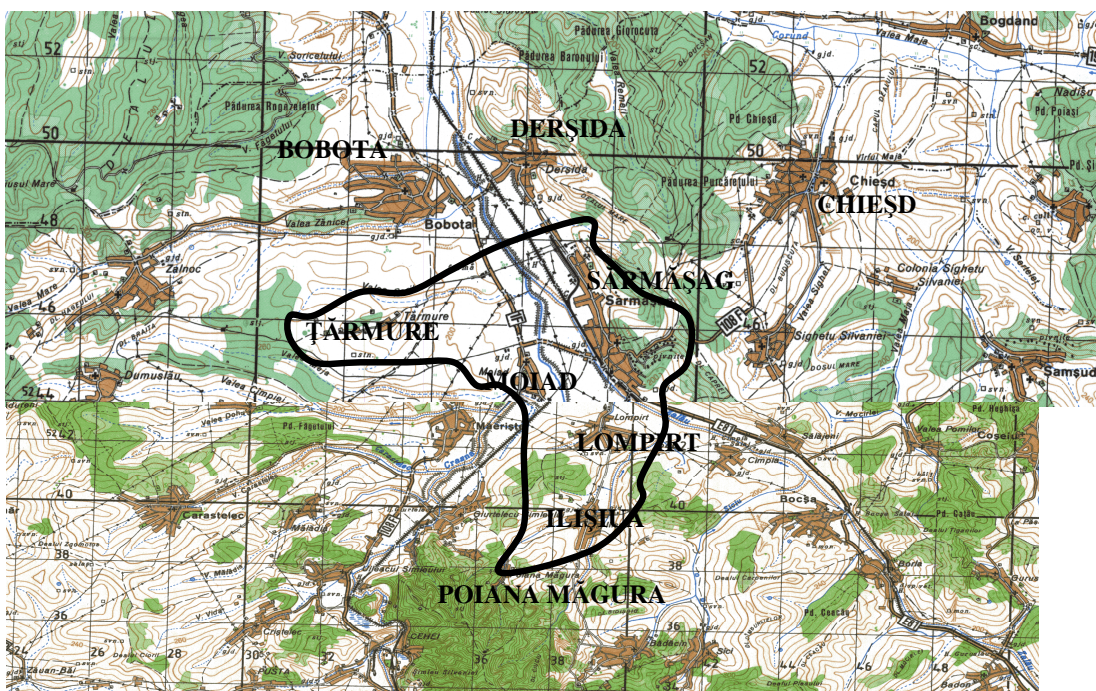


## CĂRBUNII NEOGENI DIN ARIA SĂRMĂȘAG – DERȘIDA, RECONSTITUIREA PALEOMEDIILOR, RADIOACTIVITATEA CĂRBUNILOR ȘI IMPACTUL EXPLOATĂRII MINIERE ASUPRA MEDIULUI

sud de Bazinul Șimleu și izvoarește de la înălțimea de 577m, la contactul dintre culmile munților Meseș și Plopiș (Bocoi, 2009). Valea Crasnei este alimentată de afluenți: pe partea dreaptă pâraiele Zalăului și Maja, iar pe partea stângă Pârâul Zenicelului, care are cursul în partea de sud a comunei Bobota.

Comuna Sărmășag, nominativă pentru zăcămintul de lignit, este situată în partea de nord-vest a României, în județul Sălaj, la 20 km nord-vest de municipiul Zalău, pe comunicația rutieră și feroviară Zalău - Satu-Mare, incluzând în teritoriul său administrativ cinci așezări: Ilișiu, Lompirt, Moid, Poiana Măgura, Țărmure.

Comuna Bobota se află în vecinătatea localității Sărmășag și are în administrare localitatea Derșida. Pe teritoriul ei se află localizată exploatarea de suprafață Bobota II din cadrul zăcămintului Sărmășag, iar la NE se află comuna Chieșd unde a funcționat o exploatare subterană de cărbune, astăzi abandonată (Fig. 1.2.).



**Fig. 1.2.** Bobota, Chieșd și teritoriul administrativ al comunei Sărmășag.

(după Hartă topografică 1:100.000 planșele L-34-22, L-34-34)

Sărmășag este o localitate care poate fi remarcată prin prevalențe economice de ordin industrial și agrar, cea industrială fiind reprezentată de industria extractivă, la care pot fi adăugate câteva societăți comerciale având capital românesc și străin.

Din punct de vedere al infrastructurii, comuna dispune de o rețea de apă centralizată care asigură apa potabilă, industrială (atunci când funcționa exploatarea subterană) pentru exploatarea minieră, respectiv o canalizare care constă dintr-o rețea de canale cu o stație de epurare.

Primele mențiuni geologice despre zona Șimleului datează din secolul XIX și aparțin lui Beudant (1822). Următoarele studii geologice a zonei aparțin în ordine cronologică următorilor cercetători: Hauer & Stache (1863), Hofmann (1893), Telegd (1915) au studiat sedimentarul din nordul și sudul Munților Plopiș și care fac o prezentare a depozitelor sarmațiene, „pliocene”. Apoi urmează studiile realizate Papp (1915), Mateescu (1925, 1926, 1938), Paucă (1954, 1964), Givulescu (1961, 1964, 1980, 1996, 1997), Nicorici (1962, 1968, 1972, 1974, 1982), Clichici (1969, 1971, 1973).

Tot din secolul XIX se cunosc și primele hărți geologice:

- hărțile geologice ale Austro-Ungariei (1863) care cuprind Depresiunea Șimleul Silvaniei;
- hărțile geologice ale regiunii Tășnad, Șimleu și Zalău (Hofmann, 1893);

La începutul sec. XX, în regiune s-au realizat primele studii paleontologice, stratigrafice, tectonice și economice mai elaborate (Telegd, 1915). În perioada 1918-1944 nu se studiază foarte intens acest teritoriu, dar se aduc noi date privind geologia regiunii de către Popescu-Voitești (1935) sau Rotarides (1931), care schițează sinteza geologică a Bazinului Șimleu. Alți geologi care s-au referit direct în lucrările lor la formațiunile care alcătuiesc Bazinul Șimleu sunt Chivu (1966), Ghiurcă (1970), Mateescu (1972), Petrescu (1972, 1982), Codrea et al. (2000, 2002, 2008, 2009, 2013) etc.

Astfel, Paucă în perioada 1947-1964 cercetează sectoare din Bazinul Pannonic, precum și din bazinele neogene adiacente, printre care și Bazinul Șimleu, sintetizând rezultatele în ultimele lucrări ale cronologiei menționate. Aceste studii atribuie depozitelor din Bazinul Șimleu următoarele vârste: Badenian, Sarmațian, Ponțian, Cuaternar. Dintre formațiunile miocen superioare, Ponțianul ocupă afluorează pe cea mai extinsă suprafață. În perioada 1958-1968 se cercetează depozitele sedimentare din Bazinul Șimleu și se consideră pe baza microfaunei recunoscute, prezența Badenianului inferior în zona Ciucea-Vânători, iar în Sarmațian se evidențiază un facies recifal transgresiv și un facies detritic. În perimetrele Sărmășag și Ip-Zăuan sunt descrise mai multe sedimente post-sarmațiene, fiind evidențiate depozite care revin la Pannonician s.s. și Ponțian s.s., limita inferioară a Ponțianului fiind plasată la apariția primelor intercalații de cărbuni (Nicorici, 1968).

În perioada 1960-1961 s-au efectuat mai multe lucrări de prospecțiuni, în regiunea cuprinsă între Derna-Tătăruș și Ip-Zăuan (Enache, 1961) și regiunea Sărmașag, Racova, Corund, iar pe baza asociațiilor microfaunistice s-a realizat în zona respectivă o paralelizare a depozitelor sarmațiene, panoniene și ponțiene, cu depozitele din Bazinul Vienei, prezentate de Papp (1951), de unde se susține faptul că în Bazinul Șimleu sunt prezente toate zonele separate în Bazinul Vienei, respectiv zonele A-B-C-D-E pentru Pannonian și zonele F-G-H pentru Ponțian, acumulările de cărbuni fiind cuprinse în zona F.

Zona a fost cercetată în același interval (Mateescu, 1972) prin lucrări de prospecțiuni și explorări, pe o suprafață de 1500 km<sup>2</sup>, ce cuprinde localitățile Giurtelec, Bobota, Supur, Solduba, Hodod, Hoța de Jos, Bârsău de Sus, într-un perimetru cu o lungime de 50 km și o lățime de 30 km.

## CAPITOLUL II

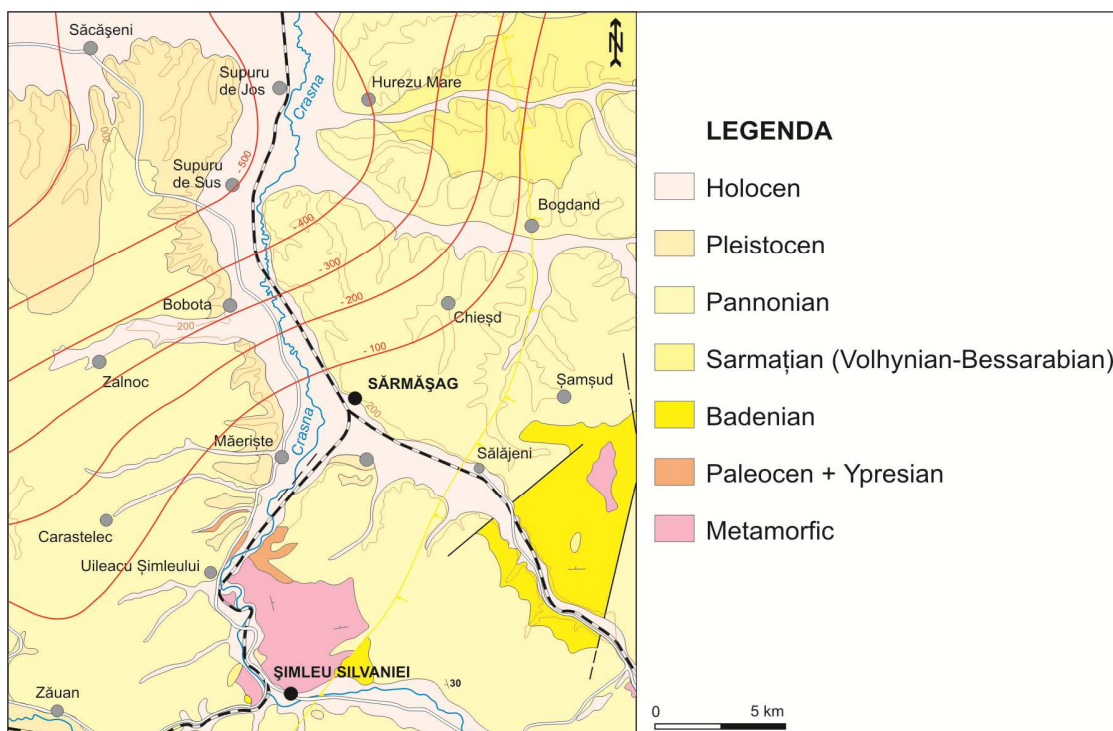
### 2. ZĂCĂMÂNTELE DE LIGNIȚI DIN BAZINUL ȘIMLEU

#### 2.1. Aspecte generale privind substratul geologic al Bazinului Șimleu

Bazinul neogen Șimleu a constituit de-a lungul timpului, obiectul a numeroase studii geologice, redactate de mai multe generații succesive de geologi. Ca și alte bazine neogene din vestul României, și Bazinul Șimleu s-a format și a început să funcționeze unitar începând cu Miocenul mediu (Badenian), ca rezultat conjugat al fracturilor pre-existente la nivelul structurilor Dacidelor Interne și al rotației suferite de Munții Apuseni în ansamblul lor pe parcursul Cenozoicului.

În privința ultimelor episoade de colmatare sedimentară a bazinului, din Miocenul superior, pe baza faunelor de moluște se pot delimita biozonele B, C, D ale Pannonianului s.s., iar pe baza litologiei particulare și a apariției primelor intercalații cărbunoase, zona F din baza Ponțianului s.s. Depozitele subsecvente zonei F, semnifică deja etape de continentalizare avansată, când practic bazinul este golit de apele Lacului Pannonic și când în această regiune se instalează o rețea hidrografică.

Zăcămintele de lignit din perimetrele Sărmașag și Ip-Zăuan au fost cercetate detaliat prin lucrări de exploatare sintetizate (Pătruț et al., 1966). Pe baza acestor date am întocmit o hartă geologică a zonei Sărmașag – Chieșd (fig.2.1).



**Fig 2.1.** Harta geologică a ariei Șimleu-Șamșud-Hurezu Mare-Săcășeni (prelucrată pornind de la harta topografică - trapez - L-34-022-D-c, 1:25.000)

În Bazinul Șimleu întâlnim mai multe zăcăminte de cărbuni, dintre care doar cariera Bobota II din zăcământul Sărmășag se mai află în exploatare, celelalte fiind închise sau intrate în conservare (zăcământele Popești-Voievozi, Ip-Zăuan, Budoi-Derna-Tătăruș).

Bazinul în discuție se află situat în partea de NV a Munților Apuseni și este cuprins între masivele cristaline ale Plopișului (format din micașturi și paragneise), Meseșului și Codrului, iar spre vest prezintă o mare deschidere spre Bazinul Pannonic (Șumălan, 2010).

Fundamentul și bordura bazinului sunt alcătuite în cea mai mare parte, din metamorfitele Seriei de Someș a Dacidelor Interne, acoperite de formațiuni sedimentare pre-neogene aparținând cuverturii structurii amintite și care revin Triasicului, Cretacicului superior și Eocenului. Depozitele neogene sunt reprezentate prin Burdigalian, Badenian, Sarmațian, Pannonian *s.s.* și Ponțian *s.s.*, cu grosimi de până la 1500 m.

În depozitele atribuite Miocenului inferior (care semnifică resturi ale unui bazin mai vechi, probabil parte a Bazinului Transilvaniei), apar argile cenușii, uneori conglomerate, care pe baza

conținutului de foraminifere au fost atribuite Burdigalianului și se găsesc răspândite la E de Zalău și la S de Mirșid.

În jumătatea estică a bazinului apar depozite de vârstă badeniană, în lungul bordurii estice și sudice, la suprafață precum, și în jurul insulelor cristaline Măgura Șimleului și Hăghișa, iar cercetările micropaleontologice efectuate au permis separarea subetajelor badeniene: Moravianul, Wielicianul și Kosovianul (Oncescu, 1965; Clichici, 1973).

Pe tot cuprinsul bazinului depozitele sarmațiene afloră pe suprafețe însemnate în colțul sudic al depresiunii, în zona de convergență a masivelor Plopiș cu Meseș (sectorul Fizeș, Sâg, Tusa, Cizer, Vânători). În această regiune Sarmațianul este format din faciesuri calcaroase recifale, cât și faciesuri detritice reprezentate prin marne, marne nisipoase, gresii, conglomerate, nisipuri și pietrișuri.

### **CAPITOLUL III**

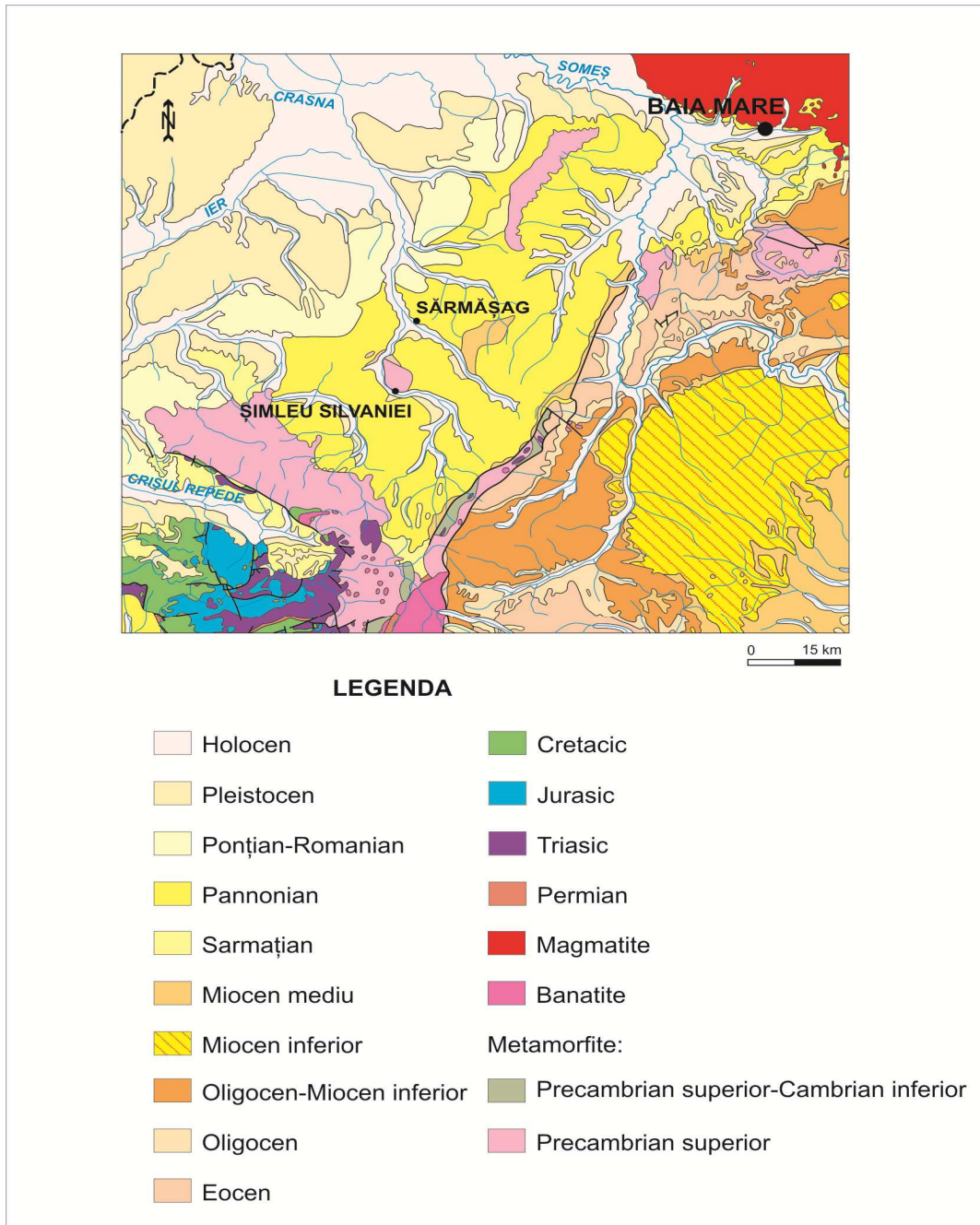
## **3. ZĂCĂMÂNTUL SĂRMĂȘAG**

### **3.1. Geologia regiunii**

Bazinul Șimleu, este divizat în două compartimente structural distincte printr-o ridicare a fundamentului, orientată NE-SV, ale cărei culminații străpung depozitele acoperitoare și apar la zi ca insule ce răzbat de sub acoperirea depozitelor neogene (Paucă, 1964), precum aparițiile la zi de la Culmea Codrului, Dealul Hăghișei și Măgura Șimleului. Astfel, bazinul se împarte în două mari unități numite Șanțul Zalăului (cuprins între Munții Meseș și cele trei insule de cristalin menționate) și Bazinul Sălajului propriu-zis (situat la vest fiind larg deschis spre Depresiunea Pannonică).

Formațiunile geologice care apar în alcătuirea sectoarelor de bordură ale bazinului și din fundamentul regiunii prezintă unele asemănări cu cele ale orogenului învecinat care intră în alcătuirea Munților Apuseni, în timp ce depozitele sedimentare care reprezintă umplutura sedimentară a bazinului au elemente comune cu cele din Bazinul Pannonic și Bazinul Baia Mare, deoarece mările și lacurile neogene ce au ocupat aceste arii depresionare, ajungeau foarte adesea să comunice larg între ele (Fig.3.1.).

**CĂRBUNII NEOGENI DIN ARIA SĂRMĂȘAG – DERȘIDA, RECONSTITUIREA PALEOMEDIILOR, RADIOACTIVITATEA CĂRBUNILOR ȘI IMPACTUL EXPLOATĂRII MINIERE ASUPRA MEDIULUI**



**Fig. 3.1.** Harta geologică a Bazinului Șimleu (preluată și prelucrată după harta geologică a Institutului Geologic al României, 1:1.000.000)

### 3.2. Sedimentarul neogen

Neogenul este perioada care ocupă ultimii 23.8 Ma și cea care ne va da reperele stratigrafice (Filipescu, 2002), evenimentele biotice și paleogeografice ale zonei studiate. În cadrul depozitelor neogene dezvoltate în aria sudică a Bazinului Șimleu, se pot separa depozite badeniene, sarmațiene, panonniene, ponțiene. Depozite miocene mai vechi apar în vestul bazinului Șimleu, dar și în Bazinul Borodului (Miocenul Inferior) alcătuit din marne, tufuri, microconglomerate, nisipuri, în Formațiunea de Borod, fauna fiind formată din moluște de tipul *Pirenella* – *Theodoxus* – *Tympanotonos*, *Turritella* – *Anacada*, și *Alvania* – *Ringicula* – *Pyramidella* (Popa, 2001).

#### 3.2.1. Badenian

Badenianul cuprinde în mare un orizont inferior de conglomerate (Nicorici, 1972), urmat de gresii, microconglomerate și apoi o alternanță de marne, gresii și tufuri, inclusiv două nivele de gipsuri, seria fiind încheiată de calcare cenușii-albicioase.

Există afinități faunistice în privința Badenianului din sudul Bazinului Șimleu și fauna cunoscută în renumitele cuiburi fosiliere de la Lăpugiu, Coștei (Badenian Inferior) și de asemenea în exteriorul Carpaților, în Oltenia, Subcarpații Moldovei și Munteniei. De asemenea corelările biostratigrafice se extind și asupra asociațiilor de aceeași vârstă din bazinul Vienei, Ungariei, Poloniei și Bulgariei.

#### 3.2.2. Sarmațian

În continuitate de sedimentare peste Badenian, urmează depozitele sarmațiene în care s-au delimitat două faciesuri, unul în zonă litorală, iar altul în zonă de larg a bazinului.

Pe cursul superior al Barcăului a fost semnalată pentru prima dată prezența acestor depozite în anul 1863 de Hauer și Stache, pe baza existenței unor strate cu *Cerithium* și *Cardium*. Faciesul de litoral se dezvoltă direct peste fundamentul cristalin, ca urmare a avansării apelor bazinului dincolo de limita depozitelor badeniene. Depozitele acestui facies încep cu nisipuri și brezii cu material provenit din cristalin, cimentate într-un liant argilos, cu resturi de lamelibranhiate precar conservate. Evoluția evenimentelor geologice din această zonă permit a distinge că în intervalul Badenian-Sarmațian-Pannonian se poate consemna o transgresiune în Badenian și Pannonian și o regresiune în Sarmațianul superior și Ponțian (Harzhauser & Piller, 2004).

### **3.2.3. Ponțianul s.s.**

#### *Zona „F”*

Ocupă mari suprafețe în întreg bazinul ca și zona E, dar prezintă un caracter regresiv față de acesta având o grosime ce variază între 170-450 m și este formată din marne fine până la nisipoase cu intercalații de nisipuri în general marnoase, în bancuri de până la 10 m grosime.

În mod subordonat în aceste depozite, mai apar intercalații de argile, uneori cărbunoase și numeroase strate de cărbuni. Stratele de cărbuni se dezvoltă începând de la limita inferioară până la limita superioară a zonei F, dar se pot grupa în două orizonturi pe care le putem urmări în tot bazinul.

Jumătatea inferioară a zonei F, este ocupată de orizontul cărbunos inferior, urmat de un orizont marnos cu un singur strat de lignit, restul zonei F, formând orizontul cărbunos superior. Fiecare orizont cărbunos cuprinde 10-15 straturi de lignit dintre care unele exploatabile. Fauna caracteristică zonei F, este foarte bogată, mai ales în partea superioară, fiind însă mai săracă în șanțul Zalăului. Urmează un orizont steril de 30-70 m grosime, format din marne și nisipuri marnoase, care în cadrul Bazinului Șimleu apare sporadic sub forma unui strat de cărbune cu grosimea medie de 0,10-0,20 m. Partea superioară a zonei F conține numeroase strate de cărbune, fiind denumită orizontul cărbunos superior, stratele de cărbune din acest orizont, prezentând grosimi mai mari în zona Sărmășag. În șanțul Zalăului, din puținele foraje care s-au executat, s-a observat că structurile orizontului superior, sunt mai numeroase, acesta fiind aproape lipsit de cărbune. Există posibilitatea ca stratele de cărbune să crească ca număr și ca grosime spre axul sinclinalului din care s-a cercetat doar zona litorală. Spre extremitățile de E, V și NV ale Bazinului Șimleu, zona F se subțiază, iar stratele de cărbune se apropie și dispar treptat, același lucru fiind întâlnit și în zona anticlinalului Bobota-Supur.

### **3.3. Studiul palinologic și geneza zăcământului Sărmășag**

Din punct de vedere palinologic Ponțianul, care conține ligniți de la Sărmășag a fost studiat de către Petrescu et al. (1982), care a subliniat faptul că depozitele ponțiene din această zonă sunt identice cu cele din zona Lugoșului (Petrescu et al., 1989; Petrescu, 2003), dar și cu cele din perimetrul Derna - Tătăruș.

Stratele de cărbuni din perimetrul Sărmășag, au o dezvoltare mare atât pe verticală, cât și pe orizontală, cu grosimi de 0,10 - 3 m. Caracteristicile acestor strate de lignit conduc la înțelegerea



modului de formare a cărbunilor prin dezvoltarea unui facies de turbărie în aria vechilor golfuri pre-ponțiene.

În faza inițială a existat o mare dezvoltare „*in situ*”, a plantelor superioare, specifice turbăriilor, cu un climat cald, umed și uniform favorabil dezvoltării plantelor de talie mare. Numărul mare al stratelor de cărbuni separate prin intercalații sterile, dovedesc că Depresiunea Șimleu a fost supusă unei subsidențe continue și ritmice în timpul Miocenului superior.

Materialul vegetal acumulat a suferit o primă transformare sub acțiunea bacteriilor anaerobe și acizilor humici (humificarea). A doua fază, începe după acoperirea și izolarea stratelor de turbă de către un strat de depuneri minerale și cuprinde o serie de transformări fizico-chimice petrecute sub influența catalitică a adausurilor minerale, a acidului carbonic, metanului, apelor de circulație, a presiunilor și temperaturilor, care au condus în final la formarea cărbunilor inferiori (turba) - procesul de incarbonizare.

Givulescu (1964) oferă o listă care cuprinde 19 taxoni ai vegetației ponțiene din regiunea Sărmășag și a descris patru specii de ferigi respectiv: *Osmunda parschlugiana*, *Pteridium oeningense*, *P. bilanicum*, *P. cf. urophyllum*.

Materialul colectat de Givulescu (1964, 1996) a provenit din două halde, respectiv din halda de la Chieșd și dintr-o haldă situată lângă birourile administrative ale exploatării Sărmășag. În prima probă materialul fosil a fost conservat în argile cenușii compacte, iar în proba a doua apare extrem de abundent, însoțit și de rare ostrocode, în argile coapte, roșii. De asemenea a mai fost examinat și un șist cărbunos găsit în halda de la Chieșd, șist care provine din coperișul stratului 9 de unde s-au determinat următoarele forme: *Osmunda*, *Pteridium oeningense*, *Salvinia* sp.

### **3.4. Paleomediul de formare al cărbunilor fosili**

Reconstituirea paleomediului de geneză a cărbunilor fosili presupune analiza mai multor factori aflați în strânsă interdependență.

Dintre aceștia cei mai importanți ar fi:

- evoluția paleogeografică și tectonică a regiunii analizate;
- condițiile de climă;
- flora fosilă.

### **3.5. Paleoclima**

Reconstituirile paleoclimatice sunt dependente de asociațiile de faună și floră cantonate în strate. Dacă ne referim la condițiile climatice ale regiunii, acestea pot fi reconstituite pe baza

studiului formelor de animale terestre și a paleoflorei continentale sau prin studiul mineralelor argiloase.

Cu cât este mai cald și mai umed, cu atât flora devine mai bogată și pădurile mlăștinoase iau amploare. Dacă în zonele tropical-subtropicale, mlaștinile sunt acoperite cu arbori complet, în cele din zona temperată arborii se află doar parțial extinși, pentru ca în turbăriile reci, vegetația să fie dominant ierboasă. O condiție esențială pentru instalarea turbăriilor este ca media precipitațiilor anuale să fie superioară evaporației.

Menționăm în acest context că în regiunile temperate-reci (cu medii anuale de  $8^{\circ} - 9^{\circ}$  C) este suficientă o cantitate de precipitații de 700 mm/an, pentru a se instala o turbărie. În schimb, în regiunile tropicale (cu medii anuale de  $22^{\circ} - 26^{\circ}$  C), pentru dezvoltarea unei turbării este nevoie de o cantitate mult mai mare de precipitații, ce poate ajunge la 3000-4000 mm/an. Un fapt demn de reliefat este rata de creștere a vegetației în condiții climatice diferite. Astfel într-un climat tropical-subtropical într-un interval de 7-9 ani, arborii ating înălțimi de cca 30 m. În schimb în climat temperat esențele forestiere - în aceeași perioadă de timp - ajung să crească numai 5-6 m. În cazul Ponțianului de la Sărmășag dovezile paleoclimatice sunt date de cercetarea florei și microflorei continentale.

Numeroasele amprente foliare de: *Carpinus*, *Alnus*, *Typha*, *Potamogeton*, *Alangium* și altele definesc asociația tipică de mlaștină ponțiană. Microflora menționată, privită prin descendenții actuali cei mai apropiați, ne determină să apreciem condițiile climatice din Ponțian, ca fiind asemănătoare cu cele existente actual în regiunile subtropicale ale Chinei de Sud, respectiv cu cea temperat caldă, din regiunea *swamps*-urilor atlantice nord americane (Givulescu, 1980; 1997).

Mult mai edificatoare sunt datele ce provin din cunoașterea condițiilor climatice în care trăiesc descendenții actuali ai vegetalelor fosile, identificate prin analize palinologice. Din cadrul palinomorfelor ne vom opri asupra celor cu semnificații paleoclimatice unde se remarcă polenul de *Juglandaceae*, care participă în cantitate mare în spectrul analizat (*Caryapollenites*, *Engelhardtiaepollenites*). Se știe că acești arbori preferă regiunile temperat calde și subtropicale, iar un climat asemănător este probat și de polenul de: *Myricaceae* (*Myricipites*), *Tiliaceae* (*Tiliaepollenites*) *Nyssaceae* (*Nyssapollenites*) și altele. Fără îndoială că o bună parte din palinomorfele *Quercinee* (*Quercoides*, *Cupuliferoidaepollenites*) provin de la stejari exotici de tip subtropical.

Asociația amintită ne face să ne gândim că esențele forestiere de la care provin aparțineau unor păduri de tipul actualelor *swamps*-urilor atlantice nord americane (Petrescu et al., 1982). Foarte probabil că media temperaturii anuale să fi fost  $16^{\circ} - 18^{\circ}$  C, cu precipitații medii de 1.200-1.500

mm/an. Spre etajele superioare (documentate prin polen de *Pinuspollenites*, *Abiespollenites*, *Tsugaepollenites*), aceste valori termice scădeau cu câteva unități. Valori sensibil schimbate față de cele menționate se realizau în șesurile inundabile cu *Taxodiacee*, *Myricacee*, *Betulacee* și altele.

### 3.6. Flora fosilă

În perioada Neogenă, după cum se știe, fauna era foarte divesificată, flora fiind principalul factor ce intervine decisiv în evoluția unei mlaștini turboase, deci și în geneza cărbunilor. Evoluția florelor de-a lungul perioadelor geologice, importante pentru formarea cărbunilor este foarte evidentă: alge și psilofite în Devonian, lepidopside-arthroside-pteridospermopside-cordaitopside pentru Carbonifer-Permian, cycadopside- coniferopside pentru Jurassic, conifere și angiosperme pentru Cretacic superior- Cenozoic.

Microflora de la Sosnica de lângă Wrocław (Polonia) și din vestul acesteia (Stachurska et al., 1973; Ziembinska 1974) cuprinde foarte numeroase amprente foliare, care revin însă la un număr restrâns de taxoni, specifice condițiilor de mlaștină: *Glyptostrobus*, *Alangium*, *Alnus*, *Carpinus*. Dacă ne referim la Pontianul mediu de la Lugoj (Banat) acesta este identic cu cel de la Sărmășag este de precizat că elementele floristice dominante revin coniferelor și angiospermelor- dicotiledonate. Aceste elemente rămân specifice întregului Pontian din partea de vest a României- Bazinul Lugoj (Banat), bazinele de ligniți din Bihor (Voivozi), Roșiori (Deva) și Sălaj (Sărmășag, Ip) etc.

## CAPITOLUL IV

### 4. Vertebrate din zona Derșida

În Miocenul Superior vertebratele în țara noastră sunt extreme de rare, deoarece în mare mediile tafonomice care sunt necesare conservării unor oase sau dinți nu sunt foarte frecvente. Dar, în câteva localități din țara noastră putem observa aceste particularități cum este și Derșida (comuna Bobota) din județul Sălaj fig. 4.1.



**Fig. 4.1.** Localizarea Văii Peșterii (după hartă topografică 1: 100000)

Acest sat se află în vecinătatea drumului E 81 care leagă Zalăul de Satu Mare. La Derșida, depunerile din Miocenul Superior sunt bine expuse în aflorimente, cele mai extinse secțiuni fiind localizate pe Valea Peșterii, la N de sat. Paucă (1954) a fost primul care a semnalat aceste depuneri și moluștele fosile, urmat la scurt timp de contribuțiile lui Maxim & Ghiurcă (1960,1963,1964). Câteva rămășițe de vertebrate colectate de la aceiași nivele au fost studiate la câteva ani după, de Macarovici & Jurcsák (1968), respectiv Jurcsák (1973,1983). După anii 1980, nu s-a mai efectuat nici un studiu asupra acestor faune din zonă. La două decenii după, Codrea et al. (2002), au extras din siturile fosilifere, câteva resturi de vertebrate, adăugând și observații sedimentologice, arătând faptul că a existat un sistem fluvial în Miocenul Superior, într-un decor de câmpie, având lacuri sau bălți în interiorul câmpiei fluviale. Litologia este compusă din depozite clastice de granulație fină, intercalate cu complexe detritice, cu grosimi de până la zeci de metri (Fig.4.2) , dominate de gresii și nisipuri.



**Fig. 4.2.** Fragmente de moluște fosilizate și bucăți de cuarț de pe Valea Peșterii

Majoritatea fosilelor aparțin mamiferelor de talie mare, cele mici fiind relativ rare, iar micromamiferele lipsesc cu desăvârșire. Această situație este rezultatul unui cadru tafonomic special: majoritatea dinților și oaselor colectate s-au acumulat într-un canal de dimensiuni mici (extensie laterală de maximum 4 metri, de grosime maximum jumătate de metru), amestecate cu scoici și fragmente de moluște fosilizate (planșa 1: a1, a2, b1, b2, c, d) precum și cu bucăți de cuarț (fig.4.3.).

Unele rămășițe, în mare parte aparținând unor mamifere mari reprezentative, au fost dezgropate de către predecesorii noștri dintr-un nivel superior al aceleași văi, la doar câțiva metri deasupra canalului menționat. Acolo, încă se pot observa intercalații de gresii și argile gri, ultimul strat având numeroase scoici sau carapace de moluște aparținând în mare lui *Unio wetzleri flabellatiformis* Mik. (fig. 4.3.).



**Fig. 4.3.** Intercalații de argile, având numeroase cochilii de moluște pe Valea Peșterii

Cele mai multe fosile colectate în acest sit fosilifer de pe Valea Peșterii aparțin hipparionilor. Aproape toate datele disponibile se referă doar la dinți izolați de ierbivore Rhinocerothidae (planșa 2: f, g1, g2), Bovidae (planșa 2: h, i, j1, j2, j3, j4), Cervidae (planșa 2: h1, h2), dinți de carnivor (planșa 3: d1, d2, e1, e2), dar nu la oase craniene sau postcraniene.

În acest context, fizionomia animalelor nu a putut fi foarte bine schițată. Putem doar să estimăm că avem hipparioni de mărime medie, aparținând unei singure specii care ar putea fi înrudiți cu *Cremohipparion mediterraneum*, însă o poziție sistematică clară ar necesita mai multe studii detaliate, bazate pe fosile mai complete. Dacă hipparionul de Derșida este apropiat de specia menționată, aceasta se poate relaționa cu un habitat deschis (Scott et al., 2005) sau este posibil a fi tolerat și habitate intermediare.

În zonă, din perioada Pontian Inferior se mai poate vorbi de niște fragmente de piese dentare ce aparțin unui tapir de talie medie spre mică (Codrea, 2000), descoperit de această dată chiar în cărbunii de la Sărmășag, atribuit la *Tapiriscus pannonicus* Kretzoi.

Artiodactilele sunt, de asemenea foarte rare. Prezența lui *Procapreolus* este sigură, la fel ca și un bovid deocamdată nedeterminat. *Procapreolus* (Kretzoi, 1982) poate fi interpretat ca un locuitor al pădurii sau al zonelor de lizieră, asemănător cu reprezentanții actuali ai genului *Capreolus*.

Carnivorele sunt documentate prin prezența câtorva dinți de *Ictitherium* atribuite la *I. panonicum* (Kretzoi, 1952) (planșa 3 : c1, c2). Aceasta hienă de dimensiuni mici locuia în

habitate deschise, acoperite cu ierburi. Evident diversitatea carnivorelor ar trebui să fie ridicată – dacă ne gândim la câteva localități din perioada de sfârșit a Miocenului.

Cele mai puține fosile găsite în Derșida aparțin rozătoarelor, doar castorul *Dipoides* poate fi documentat până acum în aceste asociații (planșa 3 : a, b1, b2). Specimene mai mici lipsesc cu desăvârșire probabil din cauze tafonomice. *Dipoides* este menționat doar într-o localitate daciană potrivit lui Terzea, Oradea – Dealul Viilor (Jurcsak, 1983).

Vertebrate non-mamifere sunt extrem de rare, putem menționa doar câteva fragmente de carapace provenind de la o broasca țestoasă terestră.

## CAPITOLUL V

### 5. RADIOACTIVITATEA CĂRBUNILOR DE SĂRMĂȘAG

#### 5.1. Radioactivitatea cărbunilor

Sursa principală a radioactivității cărbunilor o constituie U și Th având un rol important în radiometrie, unde se determină concentrațiile U, Th, K și a izotopului  $^{226}\text{Ra}$ . Concentrația acestora variază cu adâncimea din analiza rocilor de la suprafața scoarței terestre și a meteoriților ce au o compoziție asemănătoare cu zonele adânci ale pământului de unde s-a stabilit că există mai mult U și Th decât alte elemente chimice. Distribuția elementelor radioactive (Airinei, 1977), concentrate în zăcămintele de cărbune sunt determinate de fenomene de petrogeneză (alterare, transport și sedimentare). U și Th au același comportament în procesele de alterare, de transformare și de formare a cărbunilor. Th nu migrează din locul de formare și se poate concentra numai în zăcămintele reziduale sau aluvionare în vecinătatea masivului de origine. U dă prin oxidare săruri hexavalente ușor solubile, care trec în soluție și migrează. Aceste săruri hexavalente trec în săruri tetravalente și se depun formând concentrații de U. În unele cazuri U nu migrează odată cu produsele lui de dezintegrare, pe când echilibrul din familia Th se reface într-un timp relativ scurt, de ordinul zecilor de ani. Potasiul este abundent în roci, iar în granite concentrația lui este relativ constantă, având o concentrație mai variată în rocile bazice și sedimentare.

Organismele vii, precum și toată biosfera este expusă inevitabil la doze mici de radiații ionizante, provenite de la surse naturale. În diferite zone din lume populația este expusă la doze de radiații de 3-4 ori mai crescute decât cea medie de pe glob, precum în regiuni din India, China, Japonia sau Brazilia.

Radionuclizii din sol sunt în principal izotopul K-40 și radioizotopi din seriile radioactive naturale (U-238, U-235, Th-232), răspândirea lor fiind neuniformă.

În toate zonele cu o concentrație ridicată de acești radionuclizi îi întâlnim în exploatările uranifere și la zonele limitrofe, în munții Apuseni (lângă Ștei), în Banat (lângă Ciudanovița) și în Moldova (lângă localitatea Crucea).

Seria U-238 este compusă din 14 radionuclizi: Th-234, protactiniu Pa-234, U-234, Th-230, radium Ra-226, radon Rn-222, Po-218, Pb-214, Bi-214, Po-214, Pb-210, Bi-210, Po-210 și Pb-206 stabil. Radionuclidul cu toxicitatea cea mai mare este Ra-226. Datorită perturbărilor suferite de sol la suprafață, precum și a difuziei radonului în sol, cei 14 radionuclizi nu sunt în echilibru radioactiv în sol.

Seria U-235 se găsește în concentrații mai mici de 0,7%, față de U-238 cu 99,3%, dar nu au un efect semnificativ de iradiere a populației.

Seria Th-232 este compusă din 11 radionuclizi (Chadwick, 1966) din care cei mai importanți pentru activitatea mediului sunt cei doi izotopi ai Ra-224 și Ra-228 și descendenții de viață scurtă ai radonului  $^{222}\text{Rn}$  și toronului  $^{220}\text{Rn}$  care se atașează de particulele de praf din atmosferă și pătrund în plămâni, ducând la iradiere internă.

## **CAPITOLUL VI**

### **6. RADIOACTIVITATEA LIGNITULUI DIN CARIERA SĂRMĂȘAG**

Studiul radioactivității asupra carierei Sărmășag a fost executat în perioada 2005 - 2013, măsurându-se doza absorbită din jurul carierei pe mai multe traiecte, și de asemenea prin investigații făcute în laboratorul de radioactivitate a Facultății de Știința și Ingineria Mediului Cluj Napoca și a Laboratorului de Mediu din cadrul Academiei Forțelor Tereste Sibiu. La probele de cărbune și cenușă analizate s-au găsit cantități variabile de radionuclide primordiale  $^{238}\text{U}$ ,  $^{232}\text{Th}$  respectiv  $^{40}\text{K}$ .

Măsurătorile efectuate în carieră s-au realizat în anii 2006 și 2011, s-au efectuat cu ajutorul radiometrului – roengenometrului miniaturizat R.R.M. 90, destinat pentru măsurarea valorii nivelului de radiație și a gradului de contaminare beta a terenului, a diferitelor obiecte și chiar lichidelor și a detectorului de radiații Geiger Gamma SCOUT cu care s-a măsurat doza absorbită în cariera Bobota II ce face parte din zăcămintul Sărmășag.



Aceste măsurători s-au executat pe teren, de-a lungul carierei, pe drumul care leagă cariera de siloz, datele fiind trecute în tabelele și figurile de mai jos. În urma analizelor efectuate în laborator de-a lungul anilor, au reieșit valori ale  $^{238}\text{U}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{40}\text{K}$  cuprinse între 5.48 -109.9 Bq/kg<sup>-1</sup> la  $^{238}\text{U}$ , 2.63 - 44.24 Bq/kg<sup>-1</sup> la  $^{232}\text{Th}$  și 4.61 - 798. Bq/kg<sup>-1</sup> la  $^{40}\text{K}$  pentru cărbunele lignit iar la cenușa rezultată din arderea lignitului de Sărmășag valori cuprinse între 17 -116.6 Bq/kg<sup>-1</sup> la  $^{238}\text{U}$ , 15 – 46.6 Bq/kg<sup>-1</sup> la  $^{232}\text{Th}$  și 14.65 – 914.02 Bq/kg<sup>-1</sup> la  $^{40}\text{K}$ .

Măsurătorile efectuate în cadrul laboratorului s-au efectuat cu ajutorul spectrometrului ORTEC GEM HpeGe (FWHM 1.85KeV la 1.33MeV) cu fereastră de Al (1mm).

### **6.1. Studiul radioactivității din jurul carierei Bobota II**

Măsurătorile dozei absorbite le-am efectuat în două perioade, anul 2006 și 2011 cu mai multe măsurători de-a lungul carierei, pe drumul de la carieră la siloz și deasupra zăcământului de cărbune fig. 6.1.



**Fig. 6.1.** Măsurători ale dozei absorbite efectuate în cariera Bobota II/ zăcământul Sărmășag

Valorile obținute în anul 2006 au arătat o radioactivitate redusă de-a lungul celor patru traiecte, dar o radioactivitate mai ridicată în cadrul silozului și pe zăcământ. Aici valorile măsurate (pe trasee) s-au situat între 0,52 și 1,21  $\mu\text{Sv/h}$ , iar în cadrul silozului valoarea a fost de 0,69  $\mu\text{Sv/h}$  iar în carieră deasupra zăcământului de cărbune, măsurătoarea a arătat o doză absorbită de 3,73  $\mu\text{Sv/h}$ .

S-au stabilit punctele de măsurare de-a lungul fiecărui traiect coordonatele fiind luate cu ajutorul GPS/ului.

Traiectul 1 a fost monitorizat de-a lungul căii ferate din dreptul fostei halte Sărmășag pe direcția NE, unde s-a măsurat radioactivitatea în 17 puncte fig. 6.2.



Fig. 6.2. Reprezentarea punctelor de măsurare a dozei absorbite pe traiectul 1

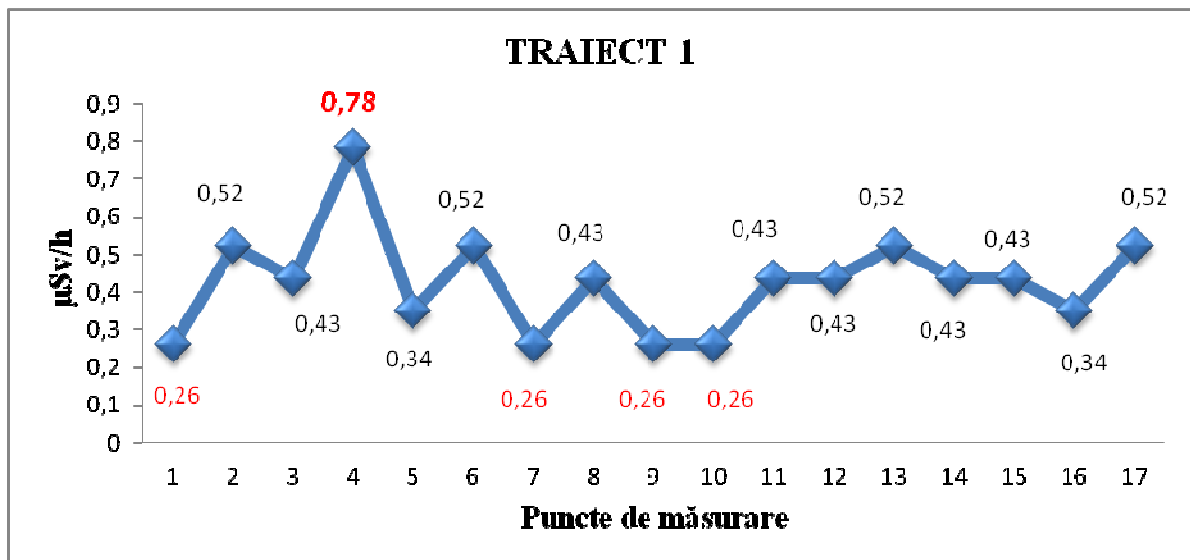


Fig. 6.3. Variația dozei absorbite pe traiectul de măsurare 1

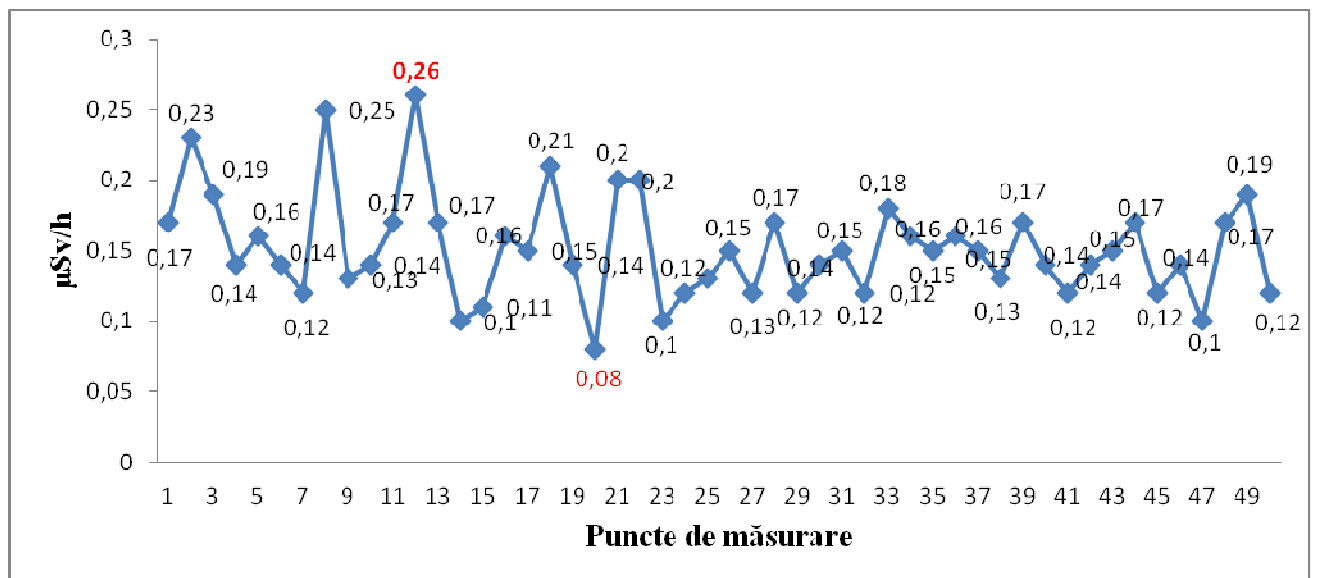
Valorile obținute s-au situat în intervalul de 0,26 – 0,78  $\mu\text{Sv/h}$ , valoarea medie a acestor măsurători fiind de 0,34  $\mu\text{Sv/h}$ , fig. 6.4. Cea mai mare valoare a fost în punctul de măsurare numărul 4 de 0,78  $\mu\text{Sv/h}$  iar cea mai mică la punctele 1,7, 9,10 cu un indice de 0,26  $\mu\text{Sv/h}$ , fig. 6.3.

În anul 2011 am continuat studiul, pe teren de-a lungul carierei de cărbune folosind detectorul de radiații Geiger Gamma SCOUT, în fig.6.4 fiind prezentate punctele de măsurare.



**Fig. 6.4.** Punctele de măsurare a dozei absorbite – anul 2011

Datele obținute în urma măsurătorilor care s-au încadrat 0,06 – 0,20  $\mu\text{Sv/h}$  folosind detectorul de radiații Geiger Gamma SCOUT.



**Fig. 6.5.** Graficul valorilor obținute de-a lungul carierei – anul 2011

Măsurătorile de pe teren din anul 2011 le-am efectuat în 50 de puncte de măsurare de-a lungul carierei valorile fiind cuprinse între 0,08 și 0,26  $\mu\text{Sv/h}$ , așa cum sunt prezentate în fig. 6.5. valoarea cea mai ridicată fiind în punctul de măsurare 12 de 0,26  $\mu\text{Sv/h}$ , iar cea mai mică în punctul 20 de 0.08  $\mu\text{Sv/h}$ .

## 6.2. Studiul radioactivității lignitului de Sărmașag

Studiul radioactivității lignitului de Sărmașag s-a continuat cu date obținute în cadrul laboratorului de radioactivitate a Facultății de Știința și Ingineria Mediului Cluj Napoca.

Astfel, în perioada 2005 - 2012 din cadrul carierei am prelevat 21 probe de lignit din diferite zone ale carierei fig.6.7., coordonatele fiind luate cu ajutorul GPS-ului.

O estimare a concentrațiilor radioactive a elementelor din eșantioanele de cărbune colectate din Sărmașag s-a făcut folosind o tehnologie avansată. Cele 21 eșantioane care au fost colectate din stratul XVI de la cariera Bobota II, zăcămintul Sărmașag care conțin urme  $^{238}\text{U}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{40}\text{K}$  (Margin et al., 2009).

Determinarea concentrației de radionuclizi a început cu prepararea sau mai bine zis pregătirea probelor. Probele în formă de pulbere (100-150g), s-au așezat în cutii cilindrice cu diametrul de 8 cm și înălțimea de 3.5 cm. Cutiile sunt închise ermetic și stocate 30 de zile pentru un a ajunge la un echilibru sigur între Ra-226 și urmașii radonului.

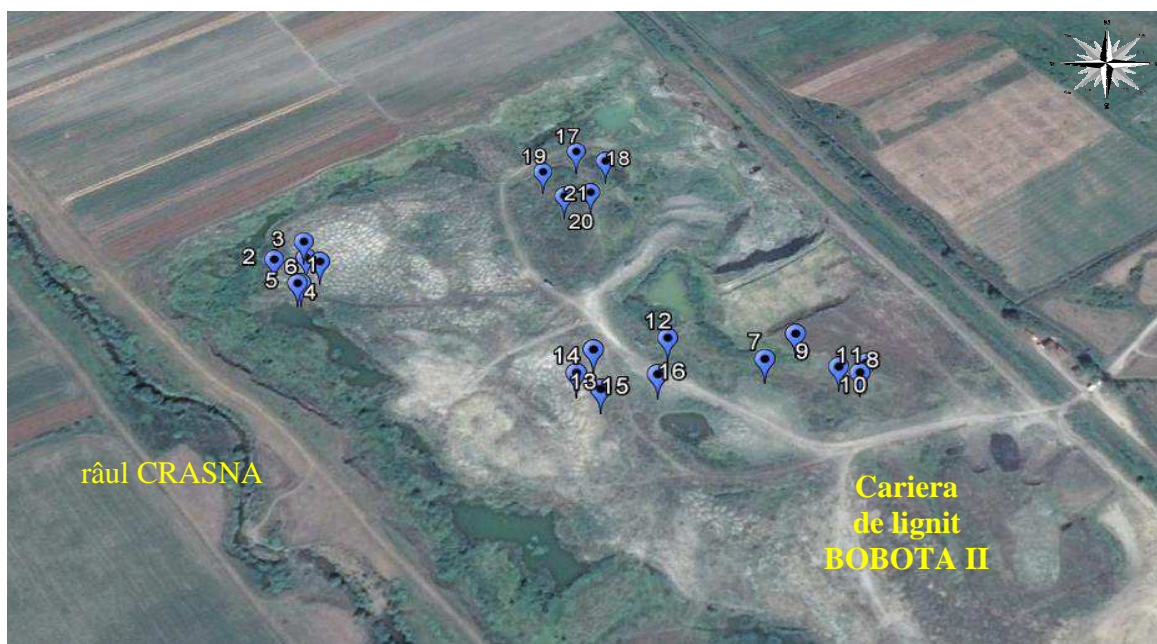
Măsurătorile s-au efectuat cu ajutorul unui spectrometru multicanal ORTEC Digidart cu detector de semiconductor de tipul HPGe de tipul GMX (Gamma-X) cu o fereastră de beriliu fig.6.6. Domeniu de energie la care funcționează detectorul este cuprins între 10 și 1500 keV.



**Fig. 6.6.** Detector ORTEC GMX HpeGe FWHM 1.92KeV at 1.33MeV cu fereastră de Be  
Detectorul are o rezoluție de 1.92keV la energia de 1.33MeV a Co-60 și o eficiență relativă 34.2 %.

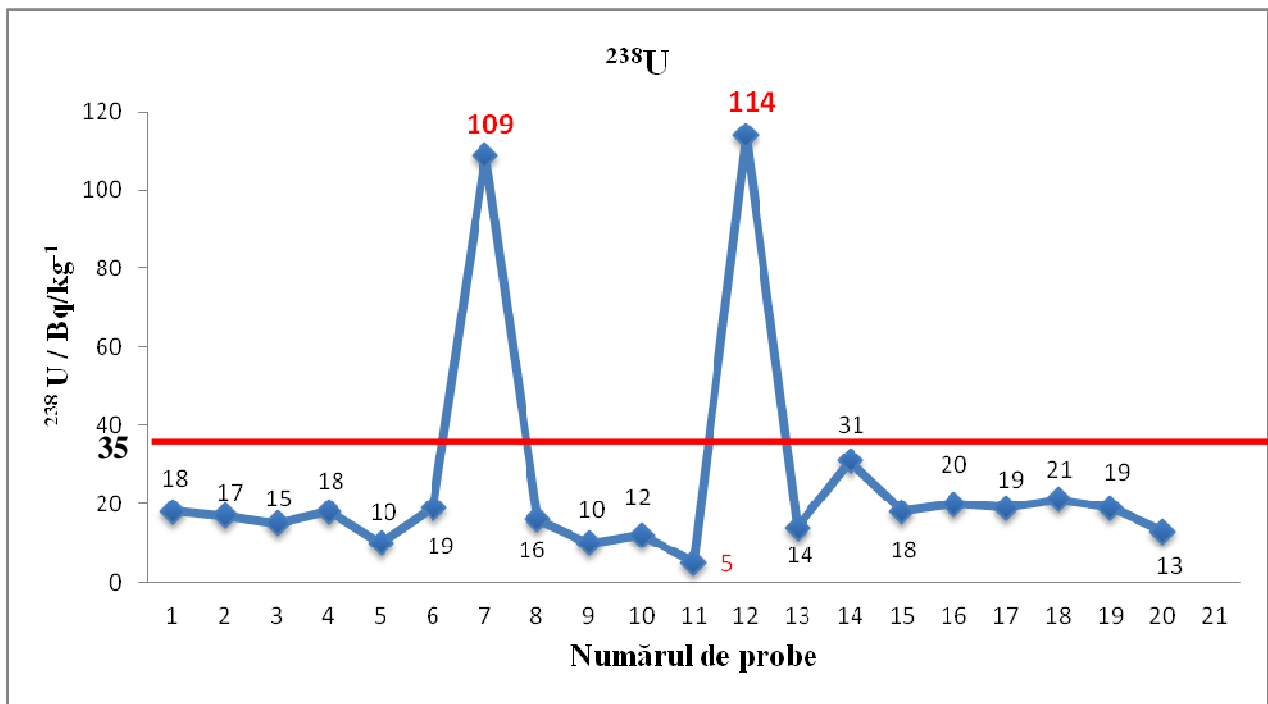
**CĂRBUNII NEOGENI DIN ARIA SĂRMĂȘAG – DERȘIDA, RECONSTITUIREA PALEOMEDIILOR,  
RADIOACTIVITATEA CĂRBUNILOR ȘI IMPACTUL EXPLOATĂRII MINIERE ASUPRA MEDIULUI**

Acestea la fel cum am prezentat și mai sus, au fost uscate, apoi a fost măsurată radioactivitatea specifică. Eșantioanele colectate de-a lungul anilor sunt prezentate în fig. 6.7 unde se poate observa prelevarea din mai multe zone a carierei de pe zăcămint, în funcție de exploatarea la zi ce era în acea perioadă.



**Fig. 6.7.** Punctele de colectare a eșantioanelor de cărbune din cariera BOBOTA II

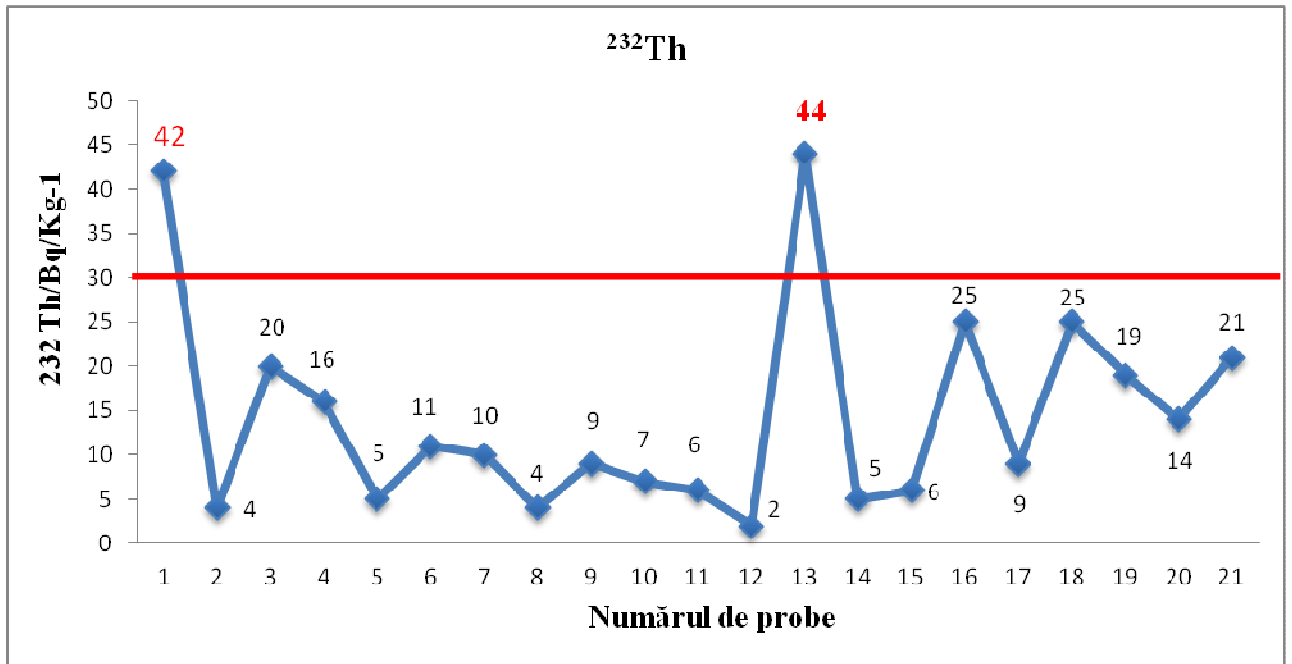
Mai jos sunt prezentate sub formă de grafic valorile radionuclizilor  $^{238}\text{U}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{40}\text{K}$ , din probele de lignit studiate, unde sunt prezentate pe fiecare probă în parte valorile minime și maxime obținute, acestea fiind cuprinse între  $2 \text{ Bq/kg}^{-1}$  și  $798 \text{ Bq/kg}^{-1}$ .



**Fig. 6.8.** Variațiile radionuclidului  $^{238}\text{U}$  obținute din probele de cărbune

Astfel la  $^{238}\text{U}$  în cadrul eșantioanelor studiate au reieșit valori cuprinse între 5.48 și 114.7 Bq/kg<sup>-1</sup>, valoarea medie a  $^{238}\text{U}$  la lignitul de Sărmășag fiind de 24,66 Bq/kg<sup>-1</sup>. Aceste concentrații se mențin în valorile medii mondiale acestea fiind de 35 Bq/kg<sup>-1</sup> la  $^{238}\text{U}$ . (UNSCEAR, 2000). Se pot observa două valori mai ridicate de unde reiese că în acea parte de carieră acumulările de uraniu au fost mai mari datorită probabil vegetației din aceea zonă.

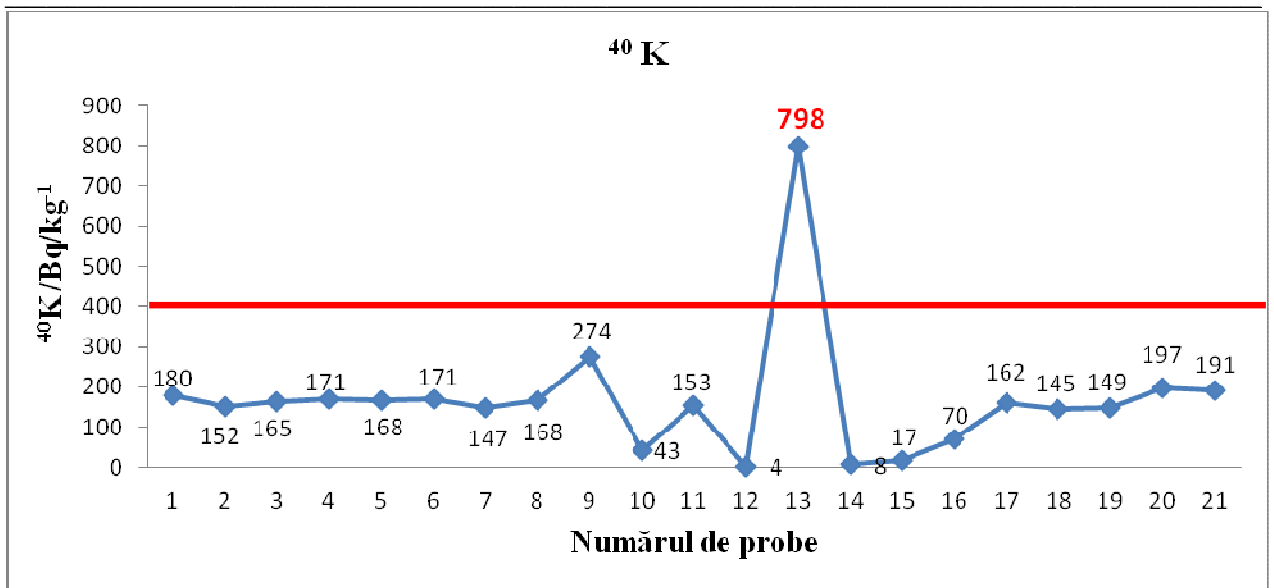
Valorile cele mai ridicate după cum se vede fig. 6.8 sunt la punctele 7, 12, 14 aflate aproximativ în partea centrală a carierei unde se pare că acumularea de uraniu probabil, a fost mai ridicată. Celelalte valori obținute din partea de vest, partea de nord a carierei au rămas în limitele mediilor mondiale a cărbunilor. Limitele mondiale admise a concentrației radionuclidului  $^{238}\text{U}$  în cărbune sunt între 17-60 Bq/kg<sup>-1</sup> (UNSCEAR, 2000).



**Fig. 6.9.** Variațiile radionuclidului  $^{232}\text{Th}$  obținute din probele de cărbune

Figura 6.9., prezintă variațiile concentrației  $^{232}\text{Th}$  care este cuprinsă între  $4 \text{ Bq/kg}^{-1}$  și  $44 \text{ Bq/kg}^{-1}$ , media acestuia fiind de  $14.47 \text{ Bq/kg}^{-1}$ . Avem două valori peste limitele mediei mondiale la punctele 1 cu o valoare de  $42 \text{ Bq/kg}^{-1}$  și 13 cu o valoare de  $44 \text{ Bq/kg}^{-1}$ . Acestea sunt peste valoarea mediei mondiale care este de  $30 \text{ Bq/kg}^{-1}$ , dar în limita concentrației radionuclidului  $^{232}\text{Th}$  care se situează între  $1-64 \text{ Bq/kg}^{-1}$  (UNSCEAR 1993, 2000)

**CĂRBUNII NEOGENI DIN ARIA SĂRMĂȘAG – DERȘIDA, RECONSTITUIREA PALEOMEDIILOR, RADIOACTIVITATEA CĂRBUNILOR ȘI IMPACTUL EXPLOATĂRII MINIERE ASUPRA MEDIULUI**



**Fig. 6.10.** Variațiile radionuclidului  $^{40}\text{K}$  obținute din probele de cărbune

În fig. 6.10., sunt prezentate concentrațiile radionuclidului  $^{40}\text{K}$ , cu valori ce variază între 4 și 798 Bq/kg<sup>-1</sup>, media acestora fiind de 168.23 Bq/kg<sup>-1</sup>. Variația radionuclidului  $^{40}\text{K}$  se încadrează în limita mediei mondiale care este de 400 Bq/kg<sup>-1</sup>. Valoarea cea mai ridicată o întâlnim în punctual 13 cu un indice de 798 Bq/kg<sup>-1</sup>, o valoare apropiată de concentrația maximă admisă din cărbune a  $^{40}\text{K}$  a cărei valoare este de 850 Bq/kg<sup>-1</sup>. Limitele concentrației radionuclidului  $^{40}\text{K}$  din cărbune sunt între 140 - 850 Bq/kg<sup>-1</sup> (UNSCEAR 1993, 2000).

### **6.3. Studiul radioactivității cenușii lignitului de Sărmașag**

Studiul l-am continuat cu măsurarea activității radionuclizilor  $^{238}\text{U}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{40}\text{K}$  cenușii rezultată din arderea lignitului de la cariera Bobota II. S-au colectat cărbuni din 15 puncte, din cariera Bobota II, fig. 6.11. Aceștia au fost arși și măsurată radioactivitatea radionuclizilor  $^{238}\text{U}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{40}\text{K}$  în cadrul Laboratorului de Radioactivitate a Facultății de Știința și Ingineria Mediului Cluj-Napoca folosind detectorul ORTEC GMX HpeGe FWHM 1.92KeV at 1.33MeV cu fereastră de Be de unde au reieșit valori cuprinse între 17-122 Bq/kg<sup>-1</sup> la  $^{238}\text{U}$ , 15-122 Bq/kg<sup>-1</sup> la  $^{232}\text{Th}$  și 87-914 Bq/kg<sup>-1</sup> la  $^{40}\text{K}$ .

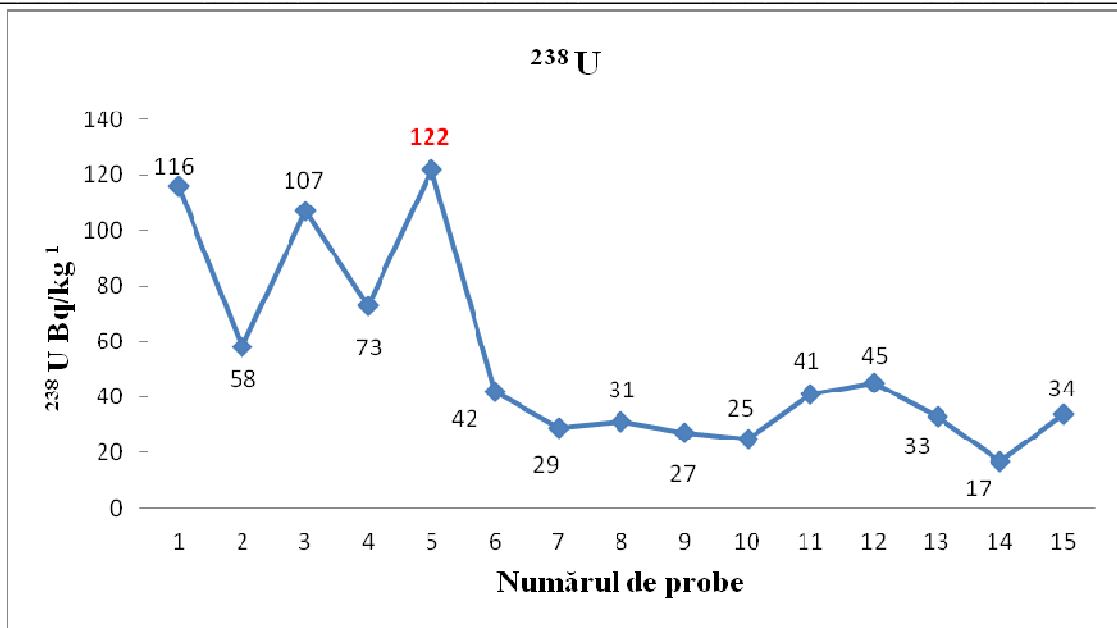




**Fig. 6.11.** Punctele de colectare a eșantioanelor de cărbune din cariera BOBOTA II (după harta Google Map)

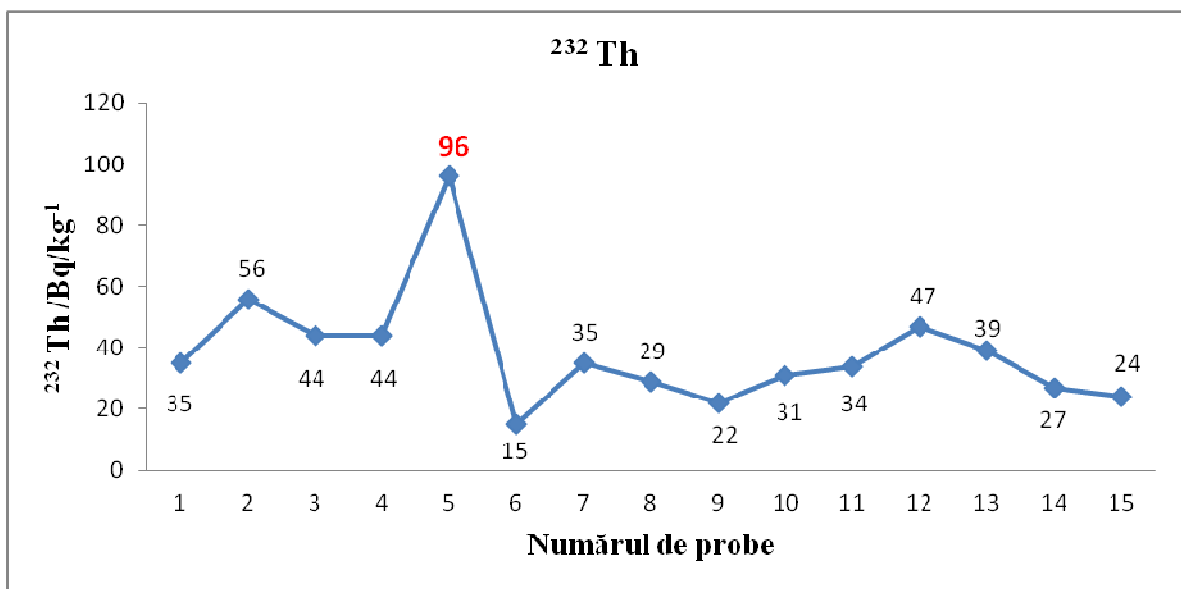
Radioactivitatea cenușii rezultate depinde foarte mult de caracteristicile chimice și fizice ale cărbunelui, în cazul nostru de lignitul de la Sărmășag. Aceste caracteristici, în timpul arderii modifică concentrația radionuclizilor ceea ce duce la valori de două sau trei ori mai mari la cenușă decât la cărbuni. La uraniu, thorium, potasiu această valoare mai ridicată se datorează faptului că în timpul arderii produsele de descompunere sunt distribuite între faza de gaz și produsele de combustie solide. Această divizare este controlată de volatilitate și de celelalte elemente chimice existente, elementele  $^{238}\text{U}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{40}\text{K}$  fiind mai puțin volatile acestea rămânând în faza solidă adică în deșeuri. Datorită acestor transformări radioactivitatea cenușii față de cea a cărbunilor are valori mai mari și de zece ori. (Pandit et al., 2011).

La uraniu fig. 6.19 valoarea cea mai ridicată o avem la punctul de colectare 5 aflat în vestul carierei lângă râul Crasna, fig.6.7 iar cea mai mică la punctul 14 situat în partea de est a carierei, valoarea medie fiind de  $53.33 \text{ Bq/kg}^{-1}$ . De aici se poate concluziona faptul că acumularea de uraniu în cenușă este mai mare în partea de vest a carierei lângă râul Crasna, față de parte de est a carierei.



**Fig. 6.12.** Variațiile radionuclidului  $^{238}\text{U}$  obținute din probele de cenușă

La  $^{232}\text{Th}$  valoarea cea mai mare fig. 6.12 o întâlnim în punctual de măsurare 5 de  $96 \text{ Bq/kg}^{-1}$  iar cea mai mică la punctual de măsurare 6 ( $15 \text{ Bq/kg}^{-1}$ ) aflate în partea de vest a carierei, cu o valoare medie de  $38.53 \text{ Bq/kg}^{-1}$ .



**Fig. 6.13.** Variațiile radionuclidului  $^{232}\text{Th}$  obținute din probele de cenușă

S-a măsurat radioactivitatea radionuclidului  $^{40}\text{K}$  fiind care este cel mai răspândit, la care suntem expuși cel mai des, dar are și valoarea cea mai ridicată. Acumularea acestuia este mai mare în cenușa lignitului de Sărmășag decât la  $^{238}\text{U}$  și  $^{232}\text{Th}$ , fig. 6.14 cu o valoare medie a radionuclidului  $^{40}\text{K}$  de  $213.46 \text{ Bq/kg}^{-1}$ . Această acumulare mare este probabil din punct de vedere biologic datorită vegetației din acea perioadă, care a dus la formarea cărbunilor și a asimilat mai mult  $^{40}\text{K}$ , având un timp de înjumătățire mare. (Timar, 2013)

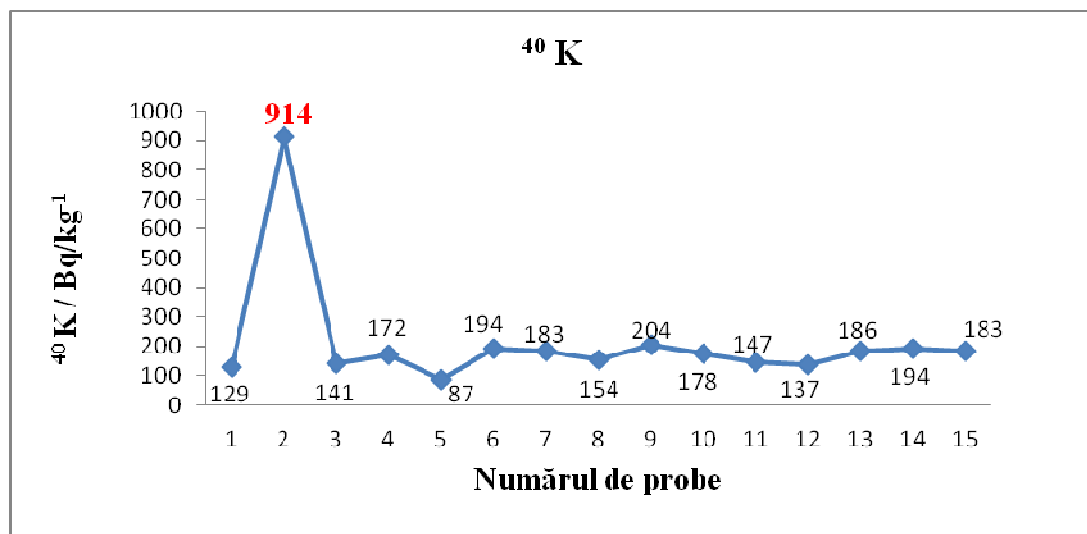


Fig. 6.14. Variațiile radionuclidului  $^{40}\text{K}$  obținute din probele de cenușă

#### 6.4. Evaluare riscului radioactivității cărbunelui și cenușii lignitului de Sărmășag

Cea mai importantă sursă de producere a energiei electrice rămâne cărbunele, dar și cea mai poluantă deoarece, în urma arderii acestora rezultă cenușa zburătoare și cenușa care este depusă în halde. În această cenușă întâlnim elemente toxice cum ar fi As, Cd, Cr, Ni, Co, Cu, Sb care ajung în natură, în sol, în apele subterane, dar întâlnim și radionuclizii studiați  $^{238}\text{U}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{40}\text{K}$ . Majoritatea centralelor care folosesc cărbunii la producerea energiei electrice sunt situate în apropierea zonelor locuite, impactul acestora asupra mediului fiind în funcție de capacitatea termocentralei.

Astfel, în studiul de față am folosit datele valorilor radionuclizilor  $^{238}\text{U}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{40}\text{K}$  obținuți de la cenușa din cărbunele de Sărmășag de-a lungul anilor de studiu. Pentru calcularea mai exactă a dozei absorbite la cenușă, arderea s-a efectuat în cadrul laboratorului deoarece termocentrala de la Zalău a folosit cărbuni din mai multe zone carbonifere iar rezultatele obținute nu ar fi fost concludente.

Cu ajutorul formulelor am determinat doza gamma emisă (D) în aer folosind valorile obținute la cele trei elemente  $^{238}\text{U}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{40}\text{K}$  din cenușa formată în urma arderii lignitului. Am calculat această doză cu ajutorul formulei lui Hamilton care a studiat radiația gamma în materialele folosite în construcții (Hamilton, 1971).

Măsurarea dozei absorbite este descrisă cu ajutorul formulei:

$$D = (0.462C_U + 0.604C_{Th} + 0.0417C_K) \text{ nGyh}^{-1} \quad (6.1.)$$

unde D este rata dozei absorbită, factorul de conversie la nisip ( $1 \text{ Bq kg}^{-1}$ ) utilizat la radionuclizi care este de  $^{238}\text{U}$  la 0,462, la  $^{232}\text{Th}$  de 0,604, respectiv la  $^{40}\text{K}$  0,0417, iar  $C_U$ ,  $C_{Th}$ ,  $C_K$  reprezintă valorile radionuclizilor  $^{238}\text{U}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{40}\text{K}$  obținute la cenușa lignitului de Sărmașag. Rata dozei absorbite la cenușă se situează între  $31,37$  și  $118,92 \text{ nGyh}^{-1}$ . Valoarea medie globală a dozei absorbite este de  $55 \text{ nGyh}^{-1}$  (UNSCEAR, 2000).

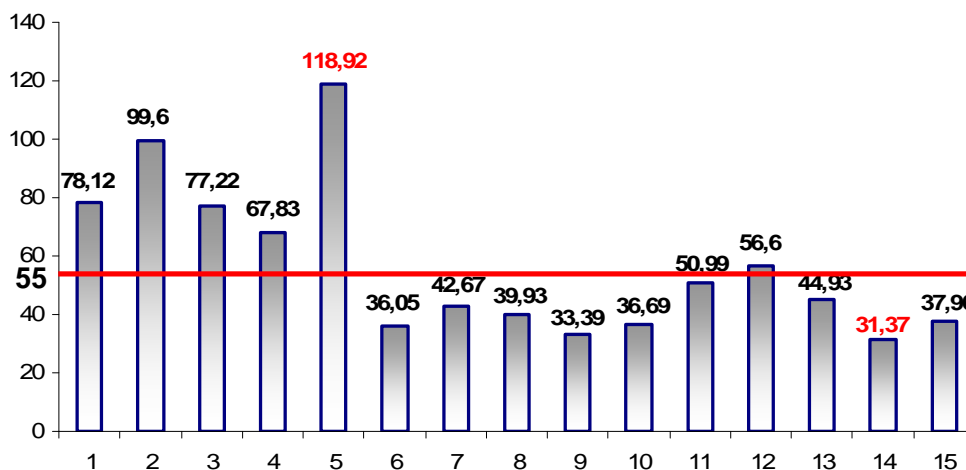


Fig. 6.15. Variația debitului dozei la probele de cenușă

În fig.6.15 valorile rezultate din calculul dozei absorbite la cenușă, ne arată la cele 15 puncte valori ridicate peste limita admisă de  $55 \text{ nGyh}^{-1}$  în 6 puncte de măsurare 1 ( $78,12 \text{ nGyh}^{-1}$ ), 2 ( $99,6 \text{ nGyh}^{-1}$ ), 3 ( $77,22 \text{ nGyh}^{-1}$ ), 4 ( $67,83 \text{ nGyh}^{-1}$ ), 5 ( $118,92 \text{ nGyh}^{-1}$ ) și 12 ( $56,6 \text{ nGyh}^{-1}$ ).

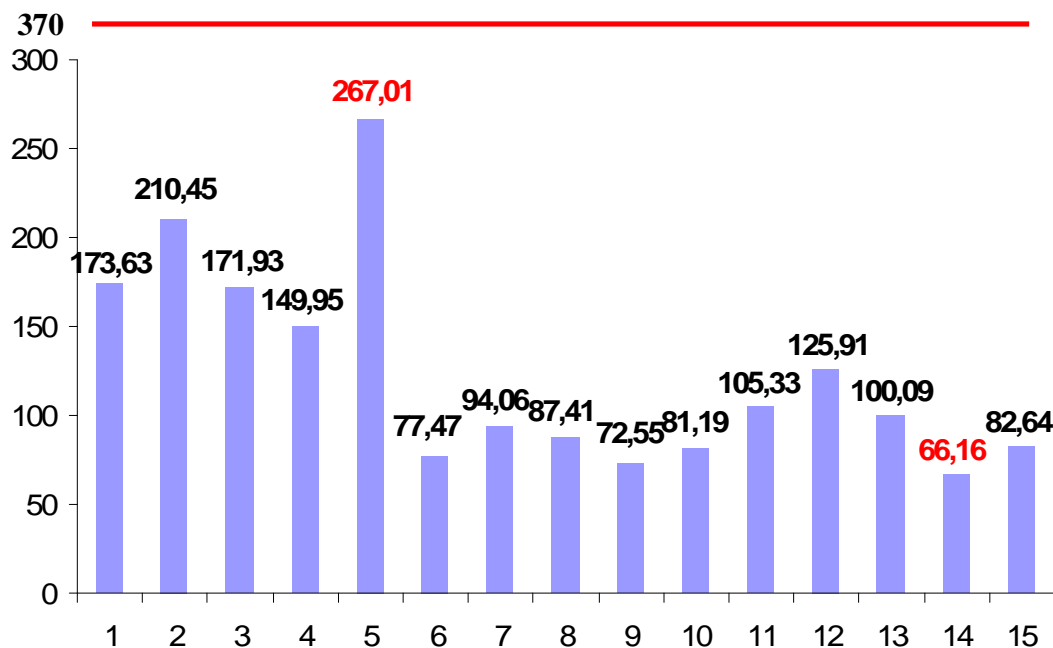
Pentru a realiza hazardurile acestor trei elemente  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{40}\text{K}$  numită echivalent radiu ( $R_{eq}$ ), acesta se obține prin suma activităților radioactive specifice a materialelor și activitatea celor trei radionuclizi Ra, Th, K (Krisiuk et al., 1971) și este descrisă folosind următoarea ecuație, a lui Beretka și Mathew (Beretka&Mathew, 1985):

$$R_{eq} = C_{Ra} + 1.43C_{Th} + 0.077C_K \text{ Bq/Kg}^{-1} \quad (6.2)$$

**CĂRBUNII NEOGENI DIN ARIA SĂRMĂȘAG – DERȘIDA, RECONSTITUIREA PALEOMEDIILOR,  
RADIOACTIVITATEA CĂRBUNILOR ȘI IMPACTUL EXPLOATĂRII MINIERE ASUPRA MEDIULUI**

unde  $C_{Ra}$ ,  $C_{Th}$ ,  $C_K$  reprezintă valorile radionuclizilor  $^{226}Ra$ ,  $^{232}Th$ ,  $^{40}K$  obținute la cenușa de Sărmașag iar 1,43 și 0,077 sunt coeficienți obținuți din raportul Ra/Th, Ra/K.

Activitatea echivalentă a radiului la materialele de construcții nu este uniformă iar valoarea maximă admisă nu trebuie să depășească valoarea de  $370 \text{ Bq/Kg}^{-1}$  pentru  $^{226}Ra$ . La  $^{232}Th$  această valoare este de  $260 \text{ Bq/Kg}^{-1}$ , iar la  $^{40}K$  de  $4810 \text{ Bq/Kg}^{-1}$  (Stranden, 1976).



**Fig. 6.16.** Variația activității echivalente a radiului la probele de cenușă

Activitatea echivalentă a radiului măsurată la cele 15 probe de cenușă au arătat valori cuprinse între 66,16 și 267,01  $\text{Bq/Kg}^{-1}$ , fig 6.16. Aceste valori se situează în limitele medii la  $^{238}U$ , care este de  $370 \text{ Bq/Kg}^{-1}$  (UNSCEAR, 2000).

În continuare am calculat o estimare a dozei ratei anuale efectivă pentru cenușă, unde am folosit formulele (Cevik et al.,2007), pentru factorul de ocupare al expunerii din interior și exterior folosind formulele:

- pentru expunerea exterioară:

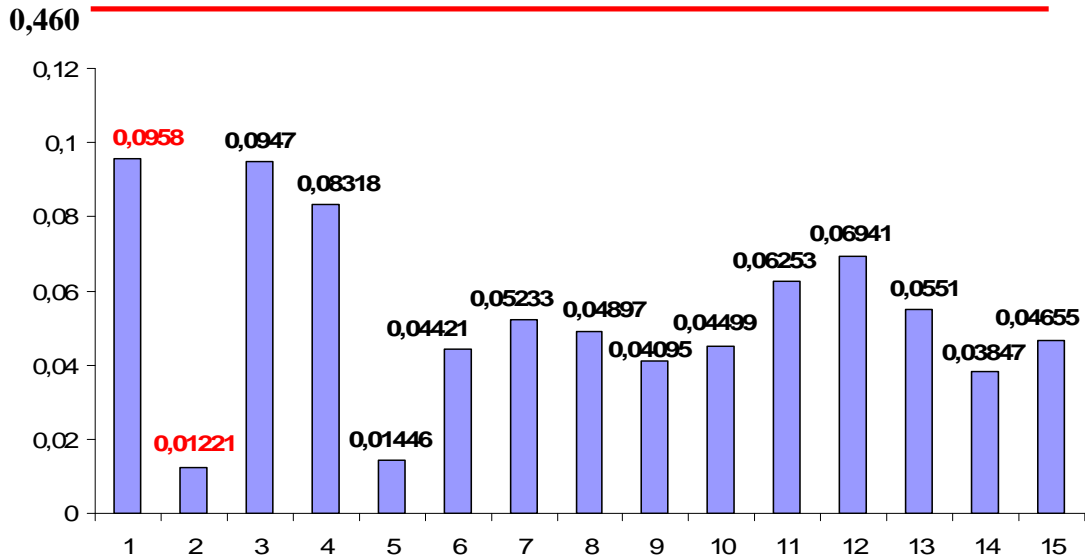
$$\text{EDR (mSv/y}^{-1}) = D \text{ (nGy/h)} \times 8760\text{h} \times 0.7 \text{ Sv/Gy} \times 0.2 \times 10^{-6} \quad (6.3)$$

- pentru expunerea interioară:

$$\text{EDR (mSv/y}^{-1}) = D \text{ (nGy/h)} \times 8760\text{h} \times 0.7 \text{ Sv/Gy} \times 0.8 \times 10^{-6} \quad (6.4)$$

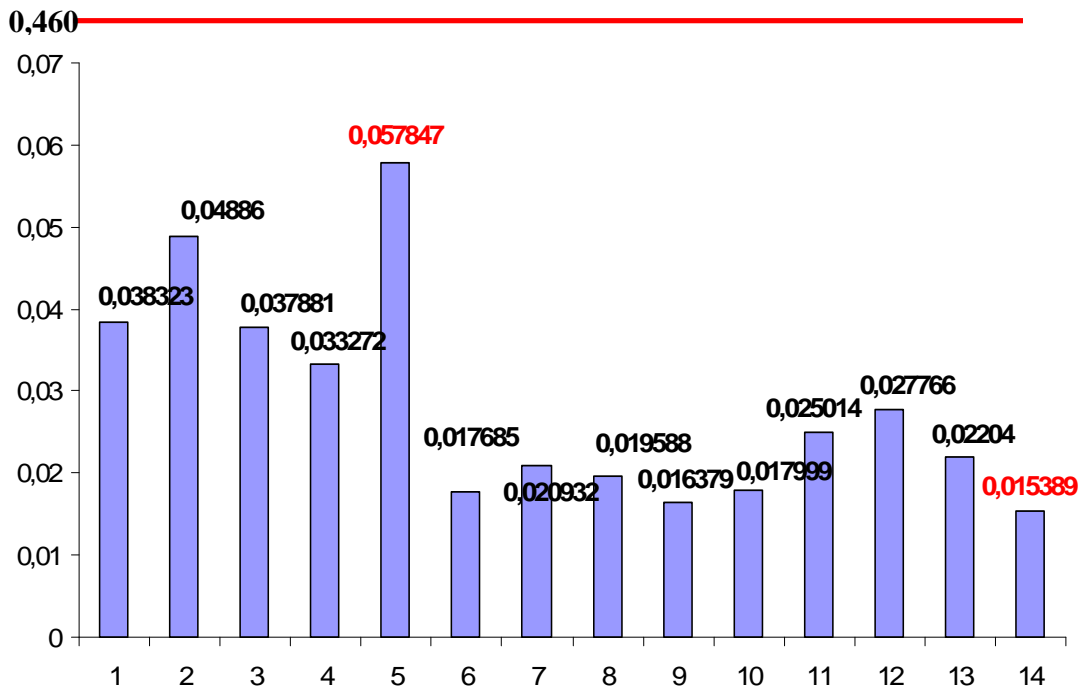
**CĂRBUNII NEOGENI DIN ARIA ȘĂRMĂȘAG – DERȘIDA, RECONSTITUIREA PALEOMEDIILOR,  
RADIOACTIVITATEA CĂRBUNILOR ȘI IMPACTUL EXPLOATĂRII MINIERE ASUPRA MEDIULUI**

unde **D** este doza absorbită, 0,7 Sv/Gy coeficient al dozei absorbite în aer, respectiv 0,8 este factorul de ocupare pentru expunerea din interior, iar 0,2 factorul de ocupare pentru expunerea din exterior, datele obținute pentru rata anuală efectivă.



**Fig. 6.17.** Variația ratei anuale efective măsurată în exterior a activității cenușii cărbunelui de Șărmășag

Calcululele efectuate la rata anuală efectivă măsurată în exterior a activității cenușii cărbunelui de Șărmășag fig. 6.17, se situează în limite cuprinse între 0,01221 și 0,0958 mSv/y<sup>-1</sup> mult sub valoarea de 0,46 mSv/y<sup>-1</sup>(UNSCEAR, 2000).



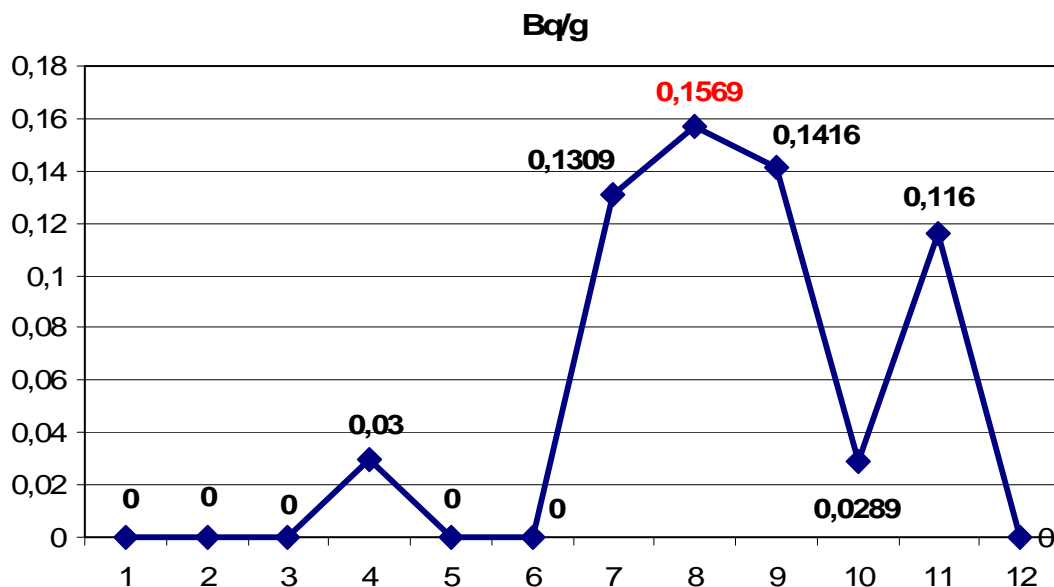
**Fig. 6.18.** Variația ratei anuale efective măsurată în interior a activității cenușii cărbunelui de Șarmășag

Datele obținute la calculul ratei anuale efectivă măsurată în interior a activității cenușii cărbunelui de Șarmășag se situează la valori cuprinse între  $0,015389 \text{ mSv/y}^{-1}$  și  $0,057847 \text{ mSv/y}^{-1}$ , fig. 6.18.

### 6.5. Studiul radioactivității alpha a lignitului de Șarmășag

În acest subcapitol vom descrie studiul asupra cărbunilor de la Șarmășag, a nivelului de radiații alfa, prezent în diferite probe prelevate în anul 2013, acest studiu fiind făcut în cadrul Departamentului Științe Tehnice al Academiei Forțelor Terestre “Nicolae Bălcesu”, Sibiu.

Am prelevat 12 probe de cărbune din cariera de la Bobota II. Aceste probe le-am mojarat, pus în recipiente individuale, apoi în exicatorare și au fost cântărite la balanța analitică cu 4 zecimale exacte.



**Fig. 6.19.** Variația particulelor alfa la probele de cărbuni

Valorile obținute se evidențiază prin date diferite prezente la cele 12 probe prelevate și se remarcă prin valori cu o relativă variabilitate în funcție de locul de recoltare, dar toate probele analizate se situează sub nivelul valoric al pragului de atenție. De asemenea trebuie menționat faptul că 5 probe din cele 12 analizate nu au prezentat nici o valoare a radioactivității alfa, valorile aflându-se sub limita de detecție.

Probele nr 7, 8, 9 și 11 au prezentat valorile cele mai ridicate, aceste valori fiind situate sub limita de atenționare așa cum se poate vedea și în fig. 6.19.

### **6.5.1. Metoda de măsurare a radioactivității alpha**

S-a introdus proba de măsurat în suportul de probe cu discul înalțător plasat în adâncitura suportului de probe. Plasarea discului în suport este necesară pentru a ridica tavita de măsură la o distanță cât mai mică de traductor, măsurând în acest fel întregul flux de radiații alfa, aceste radiații fiind puternic atenuate de câțiva milimetri de aer, (Margin et al., 2013).

### **6.6. Studiul comparativ al radioactivității lignitului de Sărmășag cu cel de la Husnicioara**

O comparație a radioactivității lignitului de la Sărmășag se poate face cu cel de la cariera din Husnicioara. Acest studiu al radioactivității lignitului de la Husnicioara s-a efectuat în anul și a avut ca scop analiza cantităților principalilor radionuclizi  $^{238}\text{U}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{40}\text{K}$  din cărbuni. Probele au fost colectate din stratul IV al patului de cărbune care este format din două pachete de cărbune (Cosma et al., 2009). Aceste eșantioane au fost luate din zona de sus și cea de jos a paturilor de cărbune. Din punct de vedere geologic depozitele de lignit de la Husnicioara sunt cantonate în Pontian Dacian, Romanian (Meilescu, 1994; Diaconu, 2001; Codrea & Diaconu, 2003; Diaconu, 2004 ) și iar resturile vegetale sunt formate din frunze de tipul *Bytneriophyllum tiliaefolium*, *Glyptostrobus europaeus*, *Salix*, cu lemne conservate de *Glyptostroboxylon* (Țicleanu & Bitoianu, 1989)

Studiul comparativ l-am efectuat cu media radionuclizilor  $^{238}\text{U}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{40}\text{K}$  din lignitul de Sărmășag și media radionuclizilor lignitului din cariera de la Husnicioara din stratul inferior de cărbune tabelul 6.1.

**Tabel 6.1.** Media radionuclizilor de lignit din cariera Sărmășag și Husnicioara.

<b>Cariera</b>	<b>Sărmășag</b>	<b>Husnicioara</b>
$^{238}\text{U}$ (Bq/Kg <sup>-1</sup> )	57.33	160.33
$^{232}\text{Th}$ (Bq/Kg <sup>-1</sup> )	38.53	29
$^{40}\text{K}$ (Bq/Kg <sup>-1</sup> )	213.46	235.66

Media concentrațiilor la cele două cariere variază între între 57.33 – 160.33 Bq/kg<sup>-1</sup> la  $^{238}\text{U}$ , 38.53 - 29 Bq/kg<sup>-1</sup> la  $^{232}\text{Th}$ , , respectiv 213.46 – 235.66 Bq/kg<sup>-1</sup> la  $^{40}\text{K}$  la probele de la Husnicioara. La cele de la Sărmășag valorile se situează între 5 - 114 Bq/kg la  $^{238}\text{U}$ , între 2 - 44 Bq/kg la  $^{232}\text{Th}$ , respectiv 4 - 798 Bq/kg la  $^{40}\text{K}$ .



### **6.7. Studii paleomedii în sectoarele miniere Sinersig, Visag, Derna**

Schimbările din perioada neogenă din punct de vedere paleoclimatic au determinat modificarea paleoflorei, care poate fi observată atât în micro- cât și în macroflora. Micro- și macroflora neogenă din sectoarele de exploatare Visag, Sinersig, Derna Tătăruș a fost studiată din multe aflorimente cu sute de taxoni identificați. Aceste flore sunt identice cu cea studiată în capitolul II din prezenta lucrare de unde putem trage concluziile referitoare la modul de acumulare a celor trei elemente radioactive U, Th, K la cărbunii ponțieni de la Sărmășag.

În perioada Miocenului flora a evoluat mult, mediul de sedimentare fiind în zona Sărmășagului unul mlăștinos. În acea perioadă paleoclimatul a fost subtropical cu o medie anuală până la 18°C și un regim de precipitații de 1200 mm/an. (Petrescu et al., 1980), precum se evidențiază în sectoarele miniere Sinersig și Visag. Macroflora studiată este uniformă și puțin diferențiată în ambele sectoare Visag și Sinersig, fiind formată din *Osmunda*, *Glyptostrobus*, *Alnus*, *Betula*, *Zelkova*, *Acer*, *Cornus*, *Alangium* etc.

## **CAPITOLUL VII**

### **7. IMPACTUL EXPLOATĂRII MINIERE SĂRMĂȘAG ASUPRA MEDIULUI**

#### **7.1. Impactul exploatărilor miniere asupra mediului ambiant**

Așa cum am arătat și în capitolele precedente, România dispune de numeroase zăcăminte de cărbuni, activitatea de extragere și valorificare a acestora având o mare vechime în această zonă a Europei. De-a lungul istoriei odată cu dezvoltarea industriei a crescut și producția de substanțe minerale în diferitele etape istorice parcurse, valoarea maximă fiind atinsă în secolului XX (Fodor, 2006).

Odată cu schimbările de ordin social, la sfârșitul anului 1989 industria minieră din România se afla în plin proces de producție, cu foarte multe unități de exploatare și procesare atât a cărbunilor cât și a celorlalte substanțe minerale, dintre care doar unele își desfășurau activitatea în condiții de calitate corespunzătoare și eficiență economică. Odată cu începerea procesului de restructurare industriei miniere din România, s-au impus măsuri de reducere a acestora și a rămânerii în activitate doar a unităților profitabile. În acest sens, s-a trecut la analiza riguroasă a întregii industrii extractive și au fost identificate punctele slabe ale sectorului minier. Printre măsurile care au dus la

aliniera activității miniere la standardele impuse de Uniunea Europeană, atât din punct de vedere tehnic cât și economic, au fost următoarele:

- trecerea în conservare a unor unități productive;
- închiderea obiectivelor cu pierderi mari;
- îmbunătățirea activității la unitățile rămase în funcțiune;
- disponibilizarea unui număr mare de angajați;
- ecologizarea zonelor degradate de exploatarea miniere.

Măsurile mai sus menționate au determinat eficientizarea activității miniere, odată cu îmbunătățirea calității producției de cărbune și a mediului înconjurător.

### **7.2. Zăcământul Sărmășag**

Zăcământul Sărmășag este într-o continuă transformare, deoarece conform documentelor, până în următorii ani, exploatarea ar putea fi închisă, iar zona să fie integrată în cadrul circuitului economic, așa cum s-a întâmplat și cu prima exploatare la zi respectiv Bobota I. Astfel după datele obținute de la exploatarea Sărmășag valoarea medie a producției de lignit din cariera Bobota a fost cuprinsă între 80 mii tone/an și de 20 mii tone/an.

### **7.3. Impactul exploatării zăcământului produs asupra apelor**

Având în vedere că apa stă la baza vieții putem concluziona că poluarea apei este un pericol foarte mare asupra organismelor vii. (Onica, 2001).

Pericolul apelor evacuate o constituie unele din minele de uraniu care conțin radionuclizi de uraniu, radiu, vanadiu. Dintre ei radiul este cel mai periculos și expunerea la acești radionuclizi dăunători organismelor vii, iar anumite plante, pești și animale pot acumula acești radionuclizi în țesuturile lor, ducând la o bioacumulare de material radioactiv.

Ca exemple de apă evacuată din mină în lume, Polonia a executat zilnic 900000 m<sup>3</sup> apă, iar în SUA 4000 mile de râuri și cursuri de apă care au fost afectate de aceste ape evacuate din mină (Onica, 2001).

Deformările terenului în urma exploatării cărbunilor în cariere duc la o serie de discontinuități naturale și duc la realizarea unor căi de comunicații între zăcământ și apele subterane.

Normele americane au stabilit încă din 1978 un număr de 65 de poluanți considerați toxici în apele de mină, dintre care amintim doar câțiva, cum ar fi: arsenul, azbestul, beriliul, cadmiul, cromul, cuprul, mercurul, seleniul, etc.

În cazul carierei Sărmășag, întâlnim mai mulți factori de impact asupra apelor, unul din acești factori fiind perturbarea resursei de apă subterană, unul calitativ iar celălalt cantitativ, de unde și efectul asupra acestora care poate fi local, temporar sau de lungă durată.

În cadrul carierelor asecarea are ca efect scăderea hidrostatică a nivelului apelor subterane ceea ce a avut loc și în localitățile limitrofe zăcămintului Bobota II, respectiv Derșida, Bobota, Sărmășag unde fântânile au secat după închiderea carierei și umplerea integrală cu steril. Apele subterane de adâncime fiind sub presiune au dat naștere la izvoare, ochiuru de apă care sunt captate și scoase în afara perimetrului carierei cu ajutorul unor motopompe fiind deversate în valea Crasnei. Există tendința de a reveni la nivelul hidrostatic inițial, dar poate duce la o contaminare a apelor datorită reacționării componentelor minerali din steril cu apa. În comuna Sărmășag există captare din stratele impermeabile din ape subterane de adâncime și anume cele arteziene de unde localnicii se alimentează cu apă.

În cadrul exploatării miniere de la Sărmășag, s-a constatat însă o scădere a nivelului hidrostatic al apelor subterane, prin secarea fântânilor din zonă, aceasta revenind la o parte din ele după încetarea exploatărilor subterane, la această dată toate galeriile subterane fiind inundate.

La ora actuală principalul receptor natural este valea Crasna care trece la NV de cariera Bobota II. Apele provenite din industria minieră au diferite calități și au un conținut mare de cloruri, sulfuri, oxizi, etc.

În anul 2011 am prelevat cinci probe de apă din diferite zone din carieră fig. 7.1.



**Fig. 7.1.** Prelevare de probe de apă

Aceste determinări ale apei le-am executat apoi în laboratorul LIAS, din cadrul Facultății de Știința Mediului cu ajutorul spectrometrului compact de absorbție atomică Zeenit 700, complet automat, mono și dublu fascicul cu atomizare în flacără și cuptor de grafit încălzit transversal, aparatul fiind controlat extern prin intermediul unității de evaluare și control (computer) cu posibilitatea trecerii de la o tehnică la alta prin soft. fig. 7.2.



**Fig. 7.2.** Spectrometrul de absorbție atomică Zeenit 700

Am măsurat pH-ul, salinitatea, conductivitatea, precum și temperatura rezultatele obținute fiind trecute în tabelul 7.1.

**Tabel 7.1.** Rezultatele obținute la conductivitate, pH, salinitate, temperatură

<b>Proba</b>	<b>Conductivitate (<math>\mu\text{S/cm}</math>)</b>	<b>pH</b>	<b>salinitate</b>	<b>Eh</b>	<b>T°C</b>
<b>S1</b>	1320	8,179	0,6	-81,6	20
<b>S2</b>	974	8,17	0,4	-81,5	19,4
<b>S3</b>	2330	7,95	1,2	-68,9	19,4
<b>S4</b>	968	8,017	0,4	-72,5	19,7
<b>S5</b>	1100	8,01	0,5	-72,3	20,2
<b>CMA / NTPA 001/2005</b>	-	<b>6,5 – 8,5</b>	-	-	<b>35</b>

Dintre aceștia după unele probe recoltate din exploatarea de la Bobota II din diferite locații din carieră datele obținute în laborator au arătat că pH-ul se păstrează în limite normale respectiv între valorile 6,5 – 8,5, iar celelalte valori rămân la fel în acele date normale.

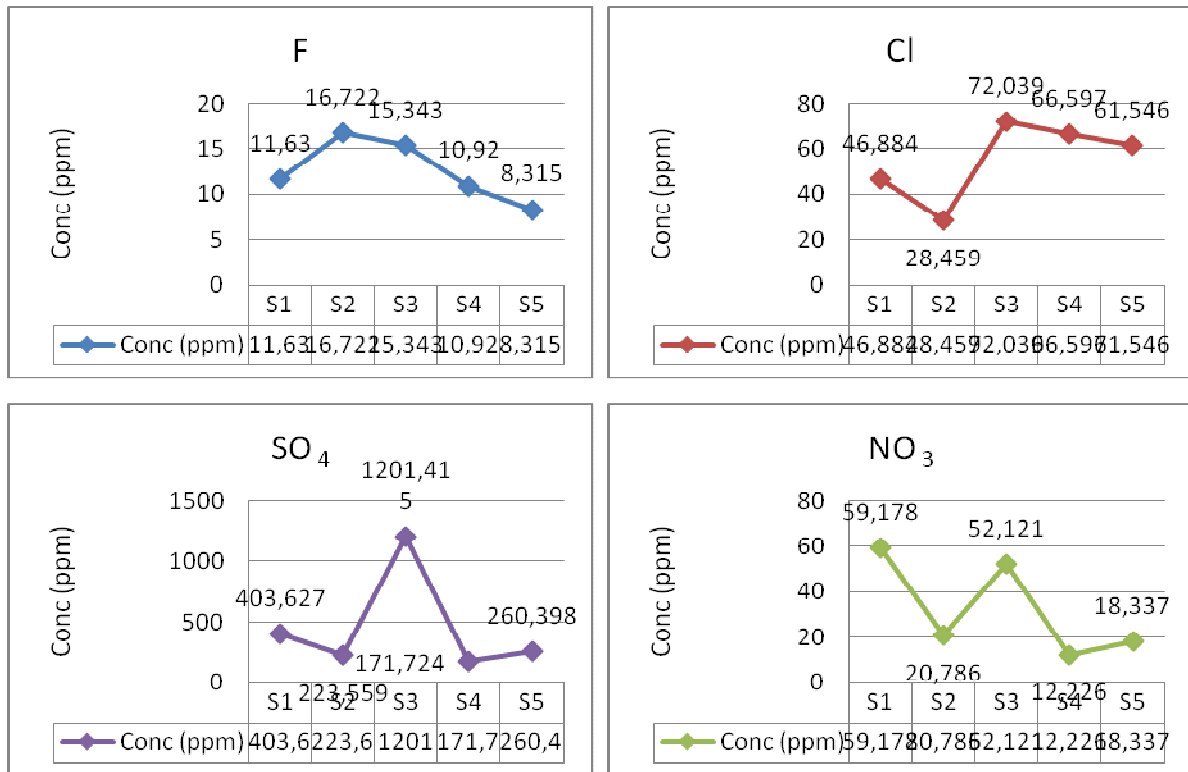
Tot la aceste probe am făcut măsurători asupra clorurilor, florurilor, sulfatilor, respectiv la nitrați unde valorile obținute la clor se situează în limitele conform normativelor în vigoare acestea

**CĂRBUNII NEOGENI DIN ARIA SĂRMĂȘAG – DERȘIDA, RECONSTITUIREA PALEOMEDIILOR, RADIOACTIVITATEA CĂRBUNILOR ȘI IMPACTUL EXPLOATĂRII MINIERE ASUPRA MEDIULUI**

fiind trecute în tabelul 7.2. Valori mai ridicate am întâlnit la toate cele cinci probe de fluor, respectiv la proba 1 și 3 la nitrați și proba 3 la sulfatați.

**Tabel 7.2.** Valorile obținute la fluor, clor, sulfatați, nitrați la probele de apă analizate

Sărmașag Proba	Conc (ppm)			
	F	Cl	NO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>
S1	<b>11,633</b>	46,884	<b>59,178</b>	403,627
S2	<b>16,722</b>	28,459	20,786	223,559
S3	<b>15,343</b>	72,039	<b>52,121</b>	<b>1201,415</b>
S4	<b>10,920</b>	66,597	12,226	171,724
S5	<b>8,315</b>	61,546	18,337	260,398
<b>CMA / NTPA 001/2005</b>	<b>5</b>	<b>500</b>	<b>50</b>	<b>600</b>



**Fig.7.3.** Variația de F, Cl, NO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub> din apa prelevată

Valorile acestor probe pot fi observate fig. 7.3 unde am întocmit sub formă grafică aceste determinări.

Concentrația metalelor grele din cele cinci probe analizate sunt prezentate în tabelul 7.3 și variația fiecărui element în parte fig. 7.4.

Tabel 7.3. Valorile obținute la metalele grele din apa analizată

Proba	Cr	Cd	Cu	Fe	Pb	Ni
S1	0,012	0,019	0,012	0,750	0,042	<b>0,125</b>
S2	0,047	0,005	0,036	0,506	0,003	0,089
S3	0,020	0,009	0,016	0,367	<b>0,170</b>	0,096
S4	0,014	0,091	0,004	0,308	0,005	0,044
S5	0,005	0,023	0,008	0,483	0,006	0,049
<b>CMA NTPA 001/2005</b>	<b>1</b>	<b>0,2</b>	<b>0,1</b>	<b>5</b>	<b>0,2</b>	<b>0,5</b>

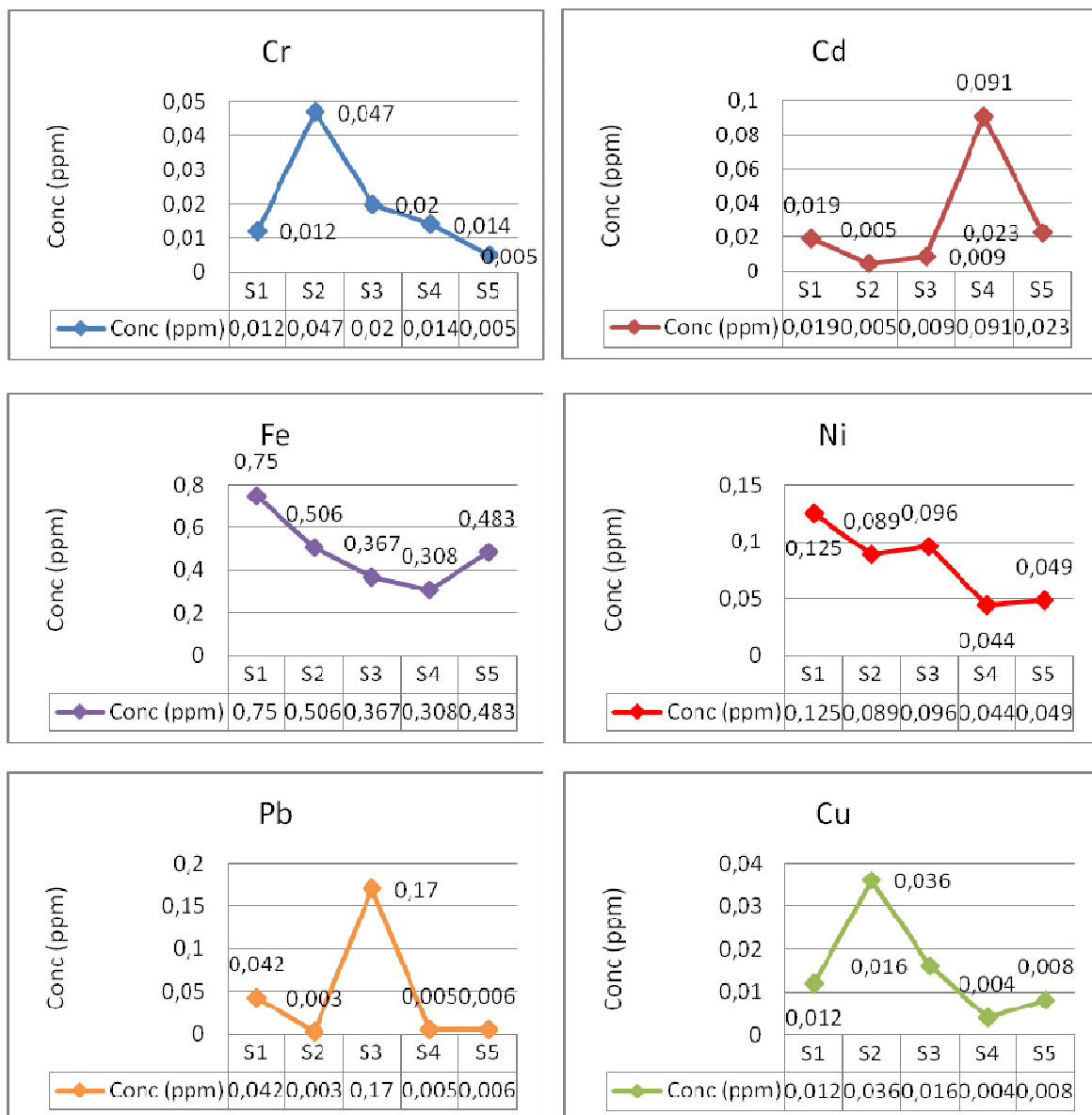


Fig. 7.4. Variația metalelor grele: Cr, Cd, Fe, Ni, Pb, Cu din apa prelevată

Conform normativelor H.G. 188/2002 cu modificările și completările ulterioare prin H.G. 352/2005, cu privire la condițiile de deversare a apelor uzate în receptori, singurele elemente aflate peste normele în vigoare sunt la Pb proba numărul 3 cu o concentrație de opt ori mai mare și Ni cu o valoare de aproximativ două ori mai ridicată decât cele normale.

Ca o concluzie a acestui subcapitol rezultă faptul că apa analizată din cadrul carierei Sărmășag nu este poluată și se menține în limitele normale, conform legislației în vigoare doar cu cele câteva probe care au avut valori peste cele admise respectiv F și NO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub>.

După închiderea carierei Bobota I, s-a format un lac de agrement fig. 7.5 ceea ce a dus la formarea unei noi forme de relief în locul celei care a degradat peisajul.



**Fig. 7.5.** Lacul de agrement format în urma închiderii carierei Bobota I

Studii referitoare la cenușa provenită de la arderea lignitului de Sărmășag s-au făcut în anul 2000, când s-a efectuat analiza tehnică a unui număr de 14 probe de lignit. Ca și o concluzie a acestor determinări a rezultat faptul că (Aytim et al., 2000) variația materiilor volatile, a cărbunelui fix cu cenușa prezintă o corelație liniară bună. Cenușa poate fi utilizată în lucrări de umplutură, de stabilizare a pământurilor, în substituirea parțială a cimentului din betoane (Racoceanu&Popescu, 2007) mai ales la cele hidrotehnice, pentru drumuri, piste de aeroport etc.

Astfel și cenușa de la depozitul de zgură Panic este valorificată fiind folosită la reconstruirea drumurilor din localitatea Zalău, din împrejurimi dar și în producerea unor materiale de construcții (Raport privind starea mediului în jud. Sălaj, 2004).

## CAPITOLUL VIII

### 8. CONCLUZII

Regiunea studiată în cadrul acestei teze se găsește localizată sub aspect geografic în nord-vestul României, iar din punct de vedere geologico-structural, în bazinul neogen al Șimleului. Zona cercetată face parte din administrativul comunelor Sărmășag și Bobota, unde se găsește poziționată cariera de lignit aflată încă în activitate. Am adăugat și observații specifice privitoare la localitatea Derșida, deoarece siturile fosilifere de pe Valea Peșterii păstrează date unice pentru Ponțianul terminal din Transilvania, fauna de vertebrate de aici fiind așadar de un real interes. Săpăturile pe care le-am efectuat au completat materialele deja colectate de predecesori, evidențiind o faună cu hipparioni evoluți.

Privitor la depozitele purtătoare de cărbuni, acestea revin Ponțianului *s.s.*, care încheie o succesiune regională care a debutat în Miocenul superior cu baza Pannonianului *s.s.* Ea este coevală sub aspect stratigrafic cu Sarmațianul superior (Kersonian) din spațiul extracarpatic.

Ca urmare a faunei identificate și a asociațiilor stabilite s-a constatat că Neogenul superior din Bazinul Șimleu este congruent cu subdiviziunile (zonarea paleontologică bazată pe molște) conturate de Papp (1953) pentru Bazinul Vienei.

Ponțianul studiat se caracterizează sub aspect vegetal printr-o asociație palinologică mixtă, formată din conifere, angiosperme, dicotiledonate. Repartiția din punct de vedere cantitativ-calitativ a palinomorfelor, a permis precizarea unor zone polinice potrivit condițiilor de mediu ce au generat formarea cărbunilor.

Dintre conifere, mediul mlăștinos-turbos este susținut de polenul de *Taxodiacee*, iar la anumite nivele același aspect este susținut de acumulări de ramuri frunzoase de *Glyptostrobus* (plantă tipică de mlaștină). Prin numărul mare de granule de polen de *graminee*: *Typha*, acestea susțin mediul palustru în anumite zone marginale ale mlaștinilor iar angiospermele dicotiledonate având un rol bine definit în cadrul spectrului analizat, sunt cele care au furnizat materialul lemnos necesar genezei ligniților.

Din punct de vedere paleoclimatic vegetația ponțiană de la Sărmășag a evoluat în condițiile unui climat temperat-cald. Sub acest aspect, vegetația mlăștinos-turboasă din Ponțianul de la Sărmășag era asemănătoare cu swamps-urile americane actuale. Modul de păstrare al amprentelor foliare, al granulelor de polen ca și trăsăturile sedimentologice ale zăcămintului cercetat, indică faptul că la Sărmășag acumularea materialului vegetal s-a realizat *in situ*, ceea ce probează



autohtonă a cărbunilor în discuție. Este adevărat însă, că la anumite nivele, în anumite zone ale zăcămintului aportul materialului alohton poate fi de asemenea important.

În zona Sărmășag s-au obținut rezultate bune în privința parametrilor petrofizici ai rocilor și în interpretarea diagramelor complexe de carotaj determinându-se strate de căbuni, căbune argilos, argile căbunoase.

Orizonturile acvifere din culcușul și coperișul stratului XVI, sunt cele care vor influența și în viitor exploatarea acestei acumulări de căbuni. Lucrările de exploatare executate și-au atins obiectivul propus, actualmente existând un volum de rezerve de bilanț care poate asigura continuitatea timp de 10 ani a producției de căbune la nivelul dezvoltării exploatării miniere Bobota II.

Legat de vertebratele de la Dreșida, fosilele recuperate prin săpătură ne indică că ele revin perioadei de sfârșit din Miocen din această regiune intracarpatică. În țara noastră aceste asociații sunt extreme de rare, datorită numărului mic de localități de această vârstă. Pot fi evidențiate două habitate principale: zone împădurite, la granița cu ape curgătoare (frecventate de *deinotheri*, *mastodonti*, *cervide* și *castori*) și zone deschise ierboase localizate probabil undeva mai departe (documentate prin *hipparioni*, *bovide*, *hiene*). Fosilele reprezentanților ambelor ambianțe, adesea sub formă fragmentară, au fost transportate de apă, sortate hidrodinamic, acumulându-se cu precădere într-un lag al unui canal. Unele fosile colectate cu decenii în urmă dintr-un nivel superior de pe Valea Peșterii, par a sugera existența unui schelet de deinother de talie mare.

Referitor la numeroasele studii de radioactivitate a cărbunilor din lume, concentrațiile de radionuclizi ale celor trei elemente studiate  $^{238}\text{U}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{40}\text{K}$ , sunt diferite, de la valori sub limita mediilor mondiale, la valori ce le depășesc pe acestea. Aceste valori ale radionuclizilor depind foarte mult de perioada geologică când s-au format căbunii, de modul de acumulare a celor trei elemente  $^{238}\text{U}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{40}\text{K}$ , care pot fi controlate din punct de vedere biologic, anume de tipul vegetației din care s-au format căbunii, respectiv de zonele limitrofe din punct de vedere geologic, care au un efect mai mare sau mai mic asupra acestor concentrații de radionuclizi.

Din punct de vedere geologic acești radionuclizi sau acumulat în lignitul de Sărmășag prin microflora și macroflora ce s-a dezvoltat în acea perioadă, acestea fiind strâns legate și de tectonică sau climă.

Vegetația din Ponțianul de la Sărmășag este de tipul mlăștină-turboasă, asemănătoare cu cea din zăcămintele de la Visag sau Sinersig (Banat), ori Derna (Bihor) unde depozitele ponțiene cantonează strate de căbuni. Acumulările de elemente radioactive studiate U, Th, K s-au realizat

îndeosebi în porțiuni morfologice ale plantelor precum rădăcini și frunze, iar distribuția radionuclizilor din sistemul sol–plantă a fost destul de complexă, datorită proceselor fizico-chimice și biologice. Din studiul efectuat cea mai mare acumulare de radionuclizi a fost la K, fiind urmată de Th și de U. În timpul creșterii plantelor acestea acumulează mai puțin uraniu și thoriu și mai mult K. Chiar dacă planta crește pe un sol cu mult uraniu, aceasta nu îl acumulează foarte mult. Deoarece la unii cărbuni de la Sărmășag întâlnim cantități mai mari de uraniu, aceasta se poate explica probabil prin acumularea acestuia din soluțiile uranifere care circulau prin statele permeabile de steril, după formarea cărbunilor. Lignitul de Sărmășag fiind din perioada Neogenă, fixarea uraniului s-a efectuat probabil din soluțiile în care se găsesc ioni de uraniu  $UO_2$ , în condiții de pH între 3-6, prin procese de absorbție.

Un rol probabil determinant pentru generarea acumulărilor celor trei radionuclizi U, Th, K în plantele neogene de la Sărmășag l-a avut și vântul, care a purtat acești radionuclizi peste mlaștina pontiană din sectoarele adiacente bazinului de sedimentare pontian.

Ca o concluzie a impactului exploatării cărbunilor pontieni asupra mediului, din datele acumulate rezultă faptul că exploatările miniere - atât cele subterane, dar mai ales cele de suprafață - produc modificarea mediului ambiant prin poluarea celor trei tipuri de mediu: sol, apă, aer. Dar ce a mai amplă poluare o reprezintă arderea cărbunilor pentru producerea energiei electrice, prin producerea rezultați, și anume cenușa care este depozitată în halde, și cenușa zburătoare degajată din coșurile de emisii, ambele producând cea mai mare poluare deoarece conține multe elemente chimice nocive atât oamenilor, animalelor, dar îndeosebi plantelor, fiind responsabilă după unii specialiști de încălzirea globală - un subiect actual foarte disputat și totodată, controversat.

După cum se poate observa din studiul și analizele principalilor factori de poluare de la exploatarea minieră Sărmășag, la exploatările subterane s-a realizat ecologizarea haldelor de steril prin recultivare cu pomi fructiferi, înnierbare, iar la prima exploatare la zi s-a format lacul de agrement din vecinătatea localității.

Însă principalul factor poluant rămâne exploatarea la zi Bobota II, care deși nu este o carieră de mari dimensiuni a produs și produce un dezechilibru al mediului înconjurător prin poluarea aerului și prin modificările geomorfologice (temporare sau permanente). Referitor la calitatea apei din punct de vedere al pH-ului, clorurilor, nitraților, sulfaților, a concentrației metalelor grele din interiorul carierei, acesta se află în limite normale, doar la fluor fiind cele mai mari valori, datorită faptului că apele au spălat roci care au în compoziție o cantitate mai ridicată de fluor și silicați.

Perimetrul Sărmășag – Bobota – Derșida, precum și bazinul Șimleu, rămân în continuare zone ce pot fi cercetate din punct de vedere geologic, dar mai ales paleontologic prin continuarea săpăturilor din punctul fosilifer de pe Valea Peșterii.

**Bibliografie selectivă:**

- Achim G., 2007.** Armele convenționale și neletale, Ed. ETEA, București, 121 p.
- Airinei Șt., 1977.** Geofizica pentru geologi, Ed. Tehnică, București, 451 p.
- Argintaru P., 2009** Influența radiațiilor ionizante asupra țeșuturilor vii, Ed. Sitech, Craiova, 104 p.
- Athanassiou A., 2004.** On a Deinotherium (Proboscidea, Mammalia) finding in the Neogene of Crete (Greece). Carnets de Géologie. Letter 2004/05: p.1-7.
- Albu M., Guran A., Albu L., 1989.** Cărbunii în actualitate și perspectivă, Ed. Tehnică, București, 249 p.
- Andrei V., Glodeanu F., Chirica T., 2003.** Deșeuri radioactive, Ed. Modelism, București, 128 p.
- Agusti J., Anton M., 2002.** Mammoth, Sabertooths and Hominids, 65 milion years of Mammalian evolution in Europe, Columbia University Press, New York, 313 p.5
- Avramiuc M., 2006.** Impactul exploatărilor tehnologice asupra mediului, Ed. Universității Suceava, Suceava, 146 p.
- Balintoni I., 1997.** Geotectonica terenurilor metamorfice din România. Ed. Carpatica, Cluj-Napoca, 176 p.
- Begy R., Cosma C., Alida T., Fulea D. 2007.** Studiu asupra contaminării cu Cs 137 a solului în zone din Transilvania, Enviroment&Progres nr.9/2007, Cluj-Napoca. p. 73-76.
- Beretka J., Mathew P., 1985.** Natural Radioactivity of Australian Building Materials. Industrial Wastes and By-Products. Health Phys, p.87-95.
- Berthoud D., 1875.** On the occurence of uranium, silver, airon, etc., in the Tertiary Formation of Colorado Territory, Proc. National Academy Science, Philadephia 27, p.363-365.
- Beudant F., 1822.** Voyage minéralogique et géologique en Hongrie, pendant l'année 1818. Volume I: p. 560, Volume II, Paris, 611 p.
- Bocoi L., 2009.** Valea Crasnei. Dimensiunea geomorfologică în contextul utilizării terenului, Teză de doctorat, Universitatea Oradea, p. 264.
- Borcia C., 2003.** Surse de radiații și protecția radiologică, Ed. Univ. A.I.Cuza, Iași, 292 p.
- Buia G., Rădulescu M., 2002.** Geoecologia și managementul ecologic, Ed. Focus, Petroșani, 248 p.

- Burlacu G., 2008.** Energia nucleară și dezvoltarea durabilă, Ed. Tehnică, București, 183 p.
- Chadwick J., 1966.** Radioaktivitás Condolat Kiado, Budapest, 175 p.
- Christol J., 1832.** Description of hipparion, Sc. Ind., France, p.180-181.
- Clichici O., 1971.** Macroflora depoyitelor Sarmațiene din estul Bazinului Șimleu, Studia Universitatea Babeș-Bolyai, Geologia-Mineralogie, XVI, 2, Cluj-Napoca, p. 43-53.
- Clichici O., 1973.** Stratigrafia neogenului din estul Bazinului Șimleu, Ed. Academiei RSR, București, 178 p.
- Codrea V., 1994.** A priority issue: Deinotherium proavum Eichwald or Deinotherium gigantissimum Ștefănescu?, In The Miocene from the Transylvanian Basin-Romania, Cluj-Napoca. p.105-110.
- Codrea V., 2000.** Rinoceri și tapiri Terțari din România, Presa Universitară Clujeană, Cluj-Napoca, 174 p.
- Codrea V., Fărcaș C., 2002.** Principalele asociații de tetrapode continentale paleogene din Transilvania: distribuție stratigrafică și semnificații paleoambientale. Armonii Naturale IV, Muzeul județean Arad, Arad, 80-90 p.
- Codrea V., Fărcaș C., Săsăran E., Dica P., 2002.** A Late Miocene mammal fauna from Derșida (Sălaj district) and its related paleoenvironment. Studia Universitatis Babeș-Bolyai, Geologia, Special issue 1, Cluj-Napoca, p. 119-132.
- Codrea V., Diaconu F., 2003.** Plio-Pleistocene large mammals from Husnicioara (Mehedinți, department). St. și Cerc., Geologie-Geografie, 8, Bistrița, p. 73-85.
- Codrea A., Barbu O., Codrea V., 2007.** A walnut from the Dej tuff (Middle Miocene) at Tioclu de Jos (Cluj district), Contribuții Botanice, XLII, Grădina Botanică "Alexandru Borza", Cluj-Napoca, p.111-114.
- Codrea V., Godefroit P., 2008.** New Late Cretaceous dinosaur findings from northwestern Transylvania (Romania). Compte Revue de Palevol 7, p. 289-295.
- Codrea V., Margin C., 2009.** Latest Miocene Mamals from Derșida (Șimleu Basin), Studii și comunicări. Științele Naturii. Tom. XXV/2009, Craiova, p. 391-395.
- Cojocaru G., Olteanu I., Achim G., 2006.** Primul ajutor și tratamentul medical în urma atacurilor ADMCBRN, Editura ETEA, București, 131 p.
- Constantin D., Sîrbu C., 2003.** Urgențe neurologice în condițiile războiului modern, Ed. Militară, București, 157 p.
- Cosma C., Jurcuț T., 1996.** Radonul și mediul înconjurător, Ed. Dacia, Cluj-Napoca, 208 p.

- Cosma C., Varvara S., Gligor M., 2008.** Vârste absolute prin metode nucleare de datare, Ed. Quantum, Cluj-Napoca, 214 p.
- Cosma C., Petrescu I., Meilescu C., Timar A., 2009.** Studies on the radioactivity of lignite from the area between the Danube and Motru (South-West Romania) and the incidence on the environment Journal of Environmental Protection and Ecology, vol. 10, no.1, p. 192-195.
- Cozma I., 2006.** Tehnici și tehnologia de închidere a exploatărilor miniere, Ed. Focus, Petroșani, 167 p.
- Delacroix D., Guerre J.P., Leblanc P., Hickman C., 2002.** Radionuclide and Radiation Protection data handbook 2nd Edition, Nuclear tehnology Publishing, Ashford, England, 168 p.
- Dicu T., Olteanu D., Cosma C., 2007.** Doze joase de radiație ionizantă: efectul bystander și răspunsul adaptiv, Enviroment&Progres nr.9/2007, Cluj-Napoca, p. 163-170.
- Delinschi A., 2009.** Contribution of the study of Maeotian hipparion faunas from the Republic of Moldova, Studii și comunicări. Științele Naturii. Tom. XXV/2009, Craiova, p. 391-395.
- Diaconu F., 2001.** Formele „sculptate” și trovanții dacieni din Cariera Husnicioara (sectorul Dunăre-Motru), Studii și cercetări de geografie și protecția mediului, Craiova, p. 75-78.
- Diaconu F., 2004.** New floristic elements in the Pontian deposits from Batoșii (Mehedinți District). Studii și cercetări. Geologie-Geografie. Bistrița. 9, p.73 – 84.
- Filipescu S., 2002.** Stratigrafie, Presa Universitară Clujeană, Cluj-Napoca, 282p.
- Fodor D., 2008.** Exploatarea în cariere a zăcămintelor de substanțe minerale și roci utile, vol. I, Ed. Corvin Deva, 689 p.
- France de Lapparent B., Murelaga X., Codrea V., 2004.** Presence of Dortokidae (Chelonii, Pleurodira) in the Earliest Tertiary Of the Jibou Formation, Romania: Paleobiogeographical Implications, Acta Palaeontologica Romaniae V. 4, p. 203-215.
- Gaziry W., 1997.** Die Mastodonten (Proboscidea, Mammalia), aus Dorn-Durkheiml, (Rheinsessen), Courier Forschungs Institut Senkenberg. Frankfurt an Mein, 197, p. 73-115.
- Gheerbrant E., Codrea V., Hosu A., Sen S., Guernet C., Lapparent De Broin Fr., Riveline J., 1999.** Découverte de vertébrés dans les Calcaires de Rona (Thanétien ou Sparnacien), Transylvanie, Roumanie: les plus anciens mammifères cénozoïques d'Europe Orientale. Eclogae geologiae Helvetiae, Basel, 92 (1999), 517-535 p.
- Givulescu R., 1964.** Plante fosile din pliocenul de la Sarmășag, reg. Crișana. Stud. Cercet. Geol., Geofiz. Geogr., Ser. Geol., 9, p.365-370.

- Givulescu R., 1980.** Les progres de l'investigation paleobotanique du Tertiaire de la Roumanie, Paleobotany and Palynology, Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam, 29, p. 35-48.
- Givulescu R., 1996.** Turbăriile fosile din Terțiarul României, Ed. Carpatica, Cluj-Napoca, 171 p.
- Givulescu R., 1997.** Istoria pădurilor fosile din Terțiarul Transilvaniei, Banatului, Crișanei și Maramureșului, Ed. Carpatica, Cluj-Napoca, 172 p.
- Göhlich U., 1999.** Order Proboscidea. In: Rössner G. E. & Heissig K. (eds.) The Miocene. Land Mammals of Europe. Dr. Friedrich Pfeil, München., p. 157-168.
- Gräf I., 1957.** Die Prinzipien der Artbestimmung bei Dinotherium. Palaeontographica A, Stuttgart, 108, p.131-185.
- Hamilton E., 1971.** The relative radioactivity of building materials, American Ind. Hyg. Association Journal., North Virginia, p.298.
- Harzhauser M., Piller W., 2004.** Integrated stratigraphy of the Sarmatian (Upper Middle Miocene) in the western Central Paratethys, Stratigraphy vol.1, no 1, pp. 65-86.
- Hoganson J., Edward C., 2003.** Geology of the Lewis & Clark Trail in North Dakota Mountain Press, p. 37-38 Montana, 2003, 251.p.
- Hofmann A., 1893.** Die Fauna von Göriach.-Abh. k. k. geolog. Reichsanstalt, Wien, 15/6: p. 1-87.
- Hurwic J., 2011.** Maria Sklodowska-Curie and radioactivity, Ed. Galant, Warsaw, 148 p.
- Huttunen K., 2002.** Systematics and taxonomy of the European Deinotheriidae (*Proboscidea*, *Mammalia*), Annalen des Naturhistorischen Museum in Wien, Wien, 103 A, p. 237-250.
- Ianovici V., Borcoș M., Bleahu M., 1976.** Geologia Munților Apuseni, Ed. RSR, București, 682 pp.
- Jurcsák T., 1983.** Răspîndirea Proboscidenilor în Nord-Vestul României. Nymphaea, Oradea, 10, p. 65-85.
- Jurcsák T., 1984.** Obiecte de podoabă de origine sudică în așezarea de epoca bronzului de la Derșida (jud. Sălaj). Acta Musei Porolissensis, Zalău, 8, p. 111-119.
- Karin P., Humelnicu D., Cecal A., 2005.** Radioactivitatea mediului înconjurător, Ed. MatrixRom, București, 225 p.
- Kazunori A., Nobuhiko B., Toshihiko O., Shinji T., 2012.** Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant accident: facts, environmental contamination, possible biological effects, and countermeasures Journal Clinical Biochemistry Nutrition, vol.50 (1), p. 2–8.
- Kovachev D., Nikolov I., 2006.** Deinotherium thraceiensis sp. nov. from the Miocene near Ezerovo. Plovdiv District. Geologia Balcanica, Sofia, 35 (3-4), p. 5-40.

- Kretzoi M., 1952.** Die Raubtiere der Hipparionfauna von Polgárdi, *Annales Instituti Geologici Publici Hungarici*, Budapest, 40 (3), p. 5-42.
- Kretzoi M., 1982.** Wichtigere streufunde aus der Wirbeltierpaläontologischen Sammlung der Ungarischen Geologischen Anstalt (7. Mitteilung). *Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentes 1980-RÓL.*, Budapest, p. 385-394.
- Landels J., 1978.** *Engineering in the Ancient World*, University of California Press, Berkley, 32 p.
- Lazăr M., Dumitrescu I., 2006.** *Impactul antropic asupra mediului*, Ed. Universitas, Petroșani, 310 p.
- Luca S., Gudea N., 2010.** *Repertoriul arheologic al județului Sălaj*, Biblioteca Brvkental Sibiu, Ed. Altip, Alba-Iulia, 166p.
- Lukeneder S., Zuschin M., Harzhauser M., Mandic O., 2011.** Spatiotemporal signals and palaeoenvironments of endemic molluscan assemblages in the marine system of the Sarmatian Paratethys, *Acta Palaeontologica Polonica* 56 (4), , pp. 767 - 784
- Magill J., Gally J., 2005.** *Radioactivity Radionuclides Radiation*, Ed. Springer, New York, 265 p.
- Marcu G., 1971.** *Chimia elementelor radioactive*, Ed. Didactică și Pedagogică, București, 564 p.
- Margin C., 2012.** *Study on the radioactivity ash of the Sărmășag lignite, Sălaj county Romania, 44th Annual Conference and Exhibit, Quebec City, Canada, poster presentation.*
- Margin C., Codrea V., Barbu O., 2008.** *Radioactivity of the Neogene coal mine at Sărmășag (Sălaj district), Studii și cercetări Geology – Geography, Bistrița, 13, p.31-40.*
- Margin C., Moldovan M., Iurian A., Niță D., Dobrei G., Cosma C., 2011.** *Radioactivitatea lignitului de Sărmășag, județul Sălaj, Revista Ecoterra, no. 29, Bistrița, p. 90-93.*
- Margin C., Codrea V., Barbu O., 2013.** *Radioactivity of the coal combustion ash at Sărmășag (Northwestern Romania), Studii și cercetări Geology – Geography, Bistrița, 18, Bistrița, p. 47-52 .*
- Margin C., Moșteanu D., Ilie F., 2013.** *Study of the  $\alpha$  Radioactivity of the Coal of Sărmășag in the County of Sălaj, Ed. Academiei Forțelor Terestre „Nicolae Bălcescu”, Sibiu, p.141-146.*
- Marinescu F., 1978.** *Stratigrafia Neogenului superior din sectorul vestic al Bazinului Dacic*, Editura Academiei RSR, București, 155 p.
- Mateescu I., 1972.** *Studiul petrografic al cărbunilor plioceni din zăcământul Sărmășag-Chiejd, Studii de Geologie Economică, Institutul Geologic București, p. 46-53.*

- Maxim I., Ghiurcă V., 1964.** Variations de formes chez *Unio wetzleri flabellatiformis* Mik., dans le Pliocène de Derșida-Sălaj, Revue Roumaine de Géologie, Géophysique et Géographie, Série Géologie, Bucarest, 8 (1-2), p. 11-20.
- Maxim Al., 2006.** Măsuri de reducere a poluării produse de haldele de cenușă, ale termocentralelor, prin recultivare biologic, *Enviroment&Progres* nr.7/2006, Cluj-Napoca, p. 61-65
- Meilescu C., 1994** - Contribuții la cunoașterea geologică a depozitelor Pliocenului din cariera Husnicioara „Drobeta”, *Bul. St. Muz, Porțile de Fier, Drobeta Turnu Severin*, p. 25-26.
- Nicorici E., 1972.** Stratigrafia Neogenului din sudul Bazinului Șimleu, Ed. Academiei RSR, București, 160 p.
- Nicorici E., 1974.** Minutinele badenian-superioare de la Tusa (Bazinul Șimleu), *D. S. (Paleont.)*, LX, (1972-1973), București, 3, p.94-114.
- Olteanu R., 2011.** Atlas of the Pannonian and Pontian ostracodes from the eastern area of the Pannonian Basin, *Geo-Eco-Marina*, 17, p. 135-177.
- Onica I., Chiril Gh., 2005.** Exploatarea cu banc de cărbune subminat în abatajele frontale, Ed. AGIR, București, 293 p.
- Papp A., 1953.** Das Pannon des Wiener Beckens, *Mitteilungen der Geologischen Gesellschaft*, Wien, p. 39-45.
- Paucă M., 1964.** Bazinul Neogen al Silvaniei. *Anuarul Comitetului Geologic*, București, XXXIV, I, p. 39-101.
- Pătruțoiu L., 2007.** Radioactivitatea și țesutul viu *Enviroment & Progres*, vol. 10, Cluj-Napoca, p. 321-325.
- Petrescu I., 1972.** Caracterele generale ale spectrului sporo-polinic din Oligocenul părții de NV a Transilvaniei, *Studia Universitatis Babeș-Bolyai, Seria Geologie-Mineralogie*, 2, Cluj-Napoca, p. 65-69.
- Petrescu I., Dragastan O., Olaru L., 1980.** Palinologie. Ed. didactică și pedagogică, București, 419 p.
- Petrescu I., Nicorici E., Boticaș E., 1982.** Contributions a la connaissance de la palinologie du Pontien a charbons de Sarmasag, basin de Simleu (Nord-Quest de la Roumanie), *Simpozionul de Paleobotanică-Palinologie*, Cluj-Napoca, p.74-77.
- Petrescu I., Nicorici M., Bițoianu C., Mărgărit Gh., Nicorici E., Pătruțoiu I., Todros C., Popescu D., 1986.** Geologia zăcămintelor de cărbuni, vol. I, Ed. Tehnică, București, 313 p.



- Petrescu I., Nicorici M., Bițoianu C., Țicleanu N., Todros C., Ionescu M., Mărgărit Gh., Nicorici E., Dușa A., Pătruțoiu I., Munteanu A., Buda A., 1987.** Geologia zăcămintelor de cărbuni, vol. II, Ed. Tehnică, București, 385 p.
- Petrescu I., Cernita P., Meilescu C., Codrea V., Pascovici N., Vădan M., Hosu Al., Manda S., Bengulescu L., 1989.** Preliminary Approaches to the Polynology of Lower Pliocene (Dacian) Deposits in the Husnicioara Area (Mehedinți Country, S.W. Romania), *Studia Univ. Babeș-Bolyai seria Geol – Geograf*, XXXIV/2, Cluj-Napoca, p. 67-74.
- Petrescu I., Nicorici E., Codrea V., 1989.** Palinostratigrafia formațiunilor pontiene cu ligniți din Bazinul Lugoș, *Studia Univ. Babeș-Bolyai seria Geologia*, XXXIV/2, Cluj-Napoca, p. 22-33
- Petrescu I., Brișan N., Meilenescu C., Pătruțoiu I., 2001.** Palinological researches concerning the Pontian the Visenilor valley and Boereasca valley NE of Drobeta turnu Severin, *Studia Univ. Babeș-Bolyai seria Geologia*, XLVI/2, Cluj-Napoca, p. 95-108.
- Petrescu I., 2003.** *Palinologia Terțiarului*. Ed. Carpatica, Cluj Napoca, 249 p.
- Popa R., Racoceanu C., Șchiopu C., 2005.** Tehnici de monitorizare și depoluare a aerului, Ed. Sitech, Craiova, 280 p.
- Ristoiu D., Haiduc I., Kovacs M., Ristoiu T., 2009.** Arderea combustibililor solizi și efectele lor asupra mediului, *Enviroment&Progres nr.13/2009*, Cluj-Napoca, p. 260-268.
- Ristoiu D., Gndt F., Ristoiu T., Kovacs M., 2009.** Carbon dioxide capture tehnologies for fossil fuel power plants, *Enviroment&Progres nr.13/2009*, Cluj-Napoca, p. 269-277.
- Scott R. , Bernor R., Raba W., 2005.** Hipparionine Horses of the Greater Pannonian Basin: Morphometric Evidence from the Postcranial Skeleton, *Palaeontographia Italica*, Pisa, 90: p. 193-212.
- Shtangeeva I., 2008.** Uranium and Thorium accumulation in cultivated plants, *Trace Elements as Contaminants and Nutrients: Consequences in Ecosystems and Human Health*, Edited by M. N. V. Prasad, John Wiley & Sons, Inc., p. 295 – 342.
- Stoici S., Tătaru S., 1988.** *Uraniul și Thoriul*, Ed. Tehnică, București, 340 p.
- Swaine D., Goodarzi F., 1995.** *Environmental Aspect of Trace in Coal*, Kluwer Academic Publisher, Netherlands, p.1-75.
- Ștefan I., 2011.** Cercetări în vederea eficientizării activității de extracție a lignitului prin reproiectarea elementelor geometrice ale taluzurilor de lucru și definitive aferente carierelor, rezumat Teză de doctorat, Universitatea București, Facultatea de Geologie și Geofizică, Catedra Inginerie Gelologică, 44 p

- Vancea A., 1960.** Neogenul din Bazinul Transilvaniei, Ed. Academiei RSR, București, p. 262
- Varga I., 2010.** Exploatarea de cărbuni din bazinul văii Almașului - impactul asupra mediului și reabilitarea terenurilor afectate, teză de doctorat, Universitatea Babeș-Bolyai, Facultatea de Știința Mediului, 169 p.
- Varga I., Begy R., Constantin D., Cosma C., 2011.** Preliminary results regarding the radioactivity in the Zăghid mining area, Environmental Issues in the context of sustainable development, Bioflux Publishing House, Cluj-Napoca, p. 198-210
- Viman V., Viman C., Dobra M., Vâtcă G., Margin C., 2013.** The study of environmental pollution in areas with mining activity, 45th Annual Conference and Exhibit, Quebec City, Canada, p. 1-6.
- Voitești P., 1935.** Evoluția geologică-paleogeografică a pământului românesc, Rev. Muz.Geol.-Mineral, Universitatea Cluj, vol. V, nr. 2, 211 p.
- Woodger E., Brandon T., Blackhawk N., 2003.** Encyclopedia of the Lewis and Clark Expedition, Library of American History, New York, p.448
- Xinwei L., Xiaodan J., Wang L., 2006.** Natural radioactivity of coal and its by-products in the Baoji coal-fired power plant, China Current Science, vol. 91, no. 11, College of Tourism and Environment, Shaanxi Normal University, p.1508-1511.
- \*\*\* **APM Sălaj, 2004.** Raport privind Starea Mediului în județul Sălaj, în anul 2004, cap. VIII, p. 121-142.
- \*\*\* **APM Sălaj, 2008.** Raport privind Starea Mediului în județul Sălaj, în anul 2008, cap. V, p. 49-65.
- \*\*\***CNCAN NSR01:** Norme fundamentale de securitate radiologică, Ministerul Apelor și Protecției Mediului.
- \*\*\***H.G. 188/2002.** Norme privind condițiile de descărcare în mediul acvatic a apelor uzate.
- \*\*\***H.G. 541/2003.** Stabilirea unor măsuri pentru limitarea emisiilor anumitor poluanți proveniți de la instalațiile mari.
- \*\*\***International Energy Agency.** World Energy Statistic 2013
- \*\*\***Legea pentru protecția monumentelor naturii / 1930**
- \*\*\***Legea privind protecția mediului înconjurător nr. 9 / 1973**
- \*\*\***UNSCEAR 2000.** United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation: 2000. Sources, Effects and Risks of Ionizing Radiation, United Nations, New York.