

**UNIVERSITATEA BABEȘ-BOLYAI**  
**FACULTATEA DE ȘTIINȚA MEDIULUI**

**TEZĂ DE DOCTORAT**  
**(Rezumat)**

**EXPLOATĂRILE DE CĂRBUNI DIN BAZINUL VĂII ALMAȘULUI**  
**- IMPACTUL ASUPRA MEDIULUI ȘI REABILITAREA**  
**TERENURILOR AFECTATE**

**Coordonator științific:**  
**Prof. univ. dr. Șerban-Nicolae VLAD**

**Doctorand**  
**Ildiko Melinda VARGA**

**Cluj-Napoca**  
**2010**

## CUPRINSUL TEZEI

<b>INTRODUCERE</b>	<b>1</b>
<b>Cap. I. GEOLOGIA BAZINULUI TRANSILVANIEI CU PRIVIRE SPECIALĂ ASUPRA SECTORULUI NORD-VESTIC</b>	<b>3</b>
1. <i>Introducere</i>	<b>3</b>
2. <i>Istoricul cercetărilor geologice</i>	<b>4</b>
3. <i>Evoluția Bazinului Transilvaniei în structura geologică a Europei</i>	<b>7</b>
4. <i>Evoluția internă a Bazinului Transilvaniei</i>	<b>11</b>
4.1. <i>Formațiunile sedimentare</i>	<b>15</b>
<b>Cap. II. GEOLOGIA ZĂCĂMINTELOR DE CĂRBUNI DIN BAZINUL VĂII ALMAȘULUI ȘI AREALELE ADIACENTE, VĂILE CRISTOLȚEL ȘI SOLONA</b>	<b>24</b>
<b>Cap. III. GENEZA ȘI CARACTERISTICILE FIZICO-CHIMICE ALE CĂRBUNILOR DIN BAZINUL VĂII ALMAȘULUI ȘI AREALELE ADIACENTE, VĂILE CRISTOLȚEL ȘI SOLONA</b>	<b>30</b>
1. <i>Noțiuni generale</i>	<b>30</b>
2. <i>Geneza cărbunilor din zonele studiate</i>	<b>32</b>
3. <i>Proprietățile fizico – chimice ale cărbunilor</i>	<b>33</b>
<b>Cap IV. LEGISLAȚIA ÎN DOMENIUL PROTECȚIEI MEDIULUI</b>	<b>37</b>
A. <i>Legislația europeană privind mediul și industria minieră</i>	<b>37</b>
B. <i>Legislația națională privind mediul și industria minieră</i>	<b>38</b>
C. <i>Aplicarea legislației de mediu în cadrul exploatărilor de cărbuni din bazinul Văii Almașului și a arealelor adiacente</i>	<b>42</b>
<b>CAP V. EXPLOATĂRILE DE CĂRBUNI DIN PERIMETRELE ZĂGHID, CRISTOLȚEL ȘI TESTIOARA ȘI IMPACTUL ASUPRA MEDIULUI</b>	<b>46</b>
<b>5. 1. PERIMETRUL DE EXPLOATARE ZĂGHID (zonă în curs de reabilitare)</b>	<b>47</b>
5.1.1 <i>Geologia perimetrului</i>	<b>47</b>
5.1.2. <i>Amplasarea în mediu a perimetrului studiat</i>	<b>51</b>
5. 1. 3. <i>Descriere generală</i>	<b>52</b>
A. <i>Cariera Zăghid</i>	<b>52</b>
B. <i>Mina Zăghid</i>	<b>55</b>
5. 1. 3. 1. <i>Relieful perimetrului de exploatare</i>	<b>58</b>
5. 1. 3. 2. <i>Așezările umane din zonă</i>	<b>58</b>
5. 1. 3. 3. <i>Resursele de apă</i>	<b>58</b>
5. 1. 3. 4. <i>Clima și calitatea aerului</i>	<b>59</b>
5. 1. 3. 5. <i>Tipologia solului</i>	<b>59</b>
5. 1. 4. <i>Impactul exploatărilor miniere asupra atmosferei</i>	<b>59</b>
5. 1. 5. <i>Impactul exploatărilor asupra calității apelor</i>	<b>60</b>
A. <i>Determinări prin metode electrochimice</i>	<b>66</b>
B. <i>Determinarea conținutului de cloruri și a consumului chimic de oxigen prin metode volumetrice</i>	<b>73</b>
C. <i>Determinarea conținutului de metale grele prin analiză instrumentală</i>	<b>77</b>
5. 1. 6. <i>Impactul exploatărilor asupra solului și subsolului și steril</i>	<b>90</b>
5. 1. 6. 1. <i>Analize fizico – chimice realizate pe probe de sol</i>	<b>94</b>

A. Determinarea pH-ului solului și a sterilului	97
B. Determinarea carbonatului de calciu din sol și steril	99
C. Determinarea calitativă a conținutului de substanțe organice în sol și steril	99
D. Determinarea metalelor grele din sol și steril	100
5. 1. 6. 2. Determinarea elementelor radioactive din probele de steril și cărbune	104
5. 1. 7. Impactul asupra vegetației și faunei	109
5. 1. 8. Impactul asupra așezărilor umane	109
5. 1. 9. Evaluarea impactului	110
<b>5. 2. EXPLOATĂRILE MINIERE DIN ZONELE ADIACENTE ȘI IMPACTUL ASUPRA MEDIULUI (zone reabilitate)</b>	113
5. 2. 1 <i>Mina Cristolțel</i>	113
5. 2. 1. 1. Efectele asupra mediului în perimetrul minier Cristolțel	114
5. 2. 1. 2. Evaluarea impactului	123
5. 2. 1. 3. Reabilitarea ecologică efectuată la mina Cristolțel	125
5. 2. 2. <i>Mina Teștioara</i>	127
5. 2. 2. 1. Efecte asupra mediului datorate exploatării	128
5. 2. 2. 2. Evaluarea impactului	133
5. 2. 2. 3. Lucrările de reabilitare ecologică realizate	133
<b>CAP. VI. SOLUȚII PROPUSE PENTRU REABILITAREA PERIMETRULUI MINIER ZĂGHID</b>	135
6. 1. <i>Reamenajarea depozitelor de steril</i>	136
6.2. <i>Separarea deșeurilor</i>	153
6. 3. <i>Drenajul și remedierea apelor de suprafață (ape de mină)</i>	155
<b>CONCLUZII</b>	161
<b>BIBLIOGRAFIE</b>	169

**Cuvinte cheie:** cărbune, exploatare minieră, ape de mină, metale grele, Bazinul Văii Almașului, Zăghid, Cristolțel, Teștioara, reabilitare

## **INTRODUCERE**

Datorită abundenței sale, cărbunele, a fost exploatat în diferite părți ale lumii, de-a lungul istoriei și continuă să fie obiectul unei activități economice importante și astăzi.

Dezvoltarea pe o scară largă a extracției cărbunelui a avut loc în timpul Revoluției Industriale, iar cărbunele a reprezentat principala resursă de energie pentru industrie și transport, din secolul XVIII până în perioada anului 1950. Cărbunele rămâne o sursă importantă de energie și în zilele noastre, din cauza costurilor scăzute, abundenței mari în comparație cu alți combustibili, în special pentru generarea de energie electrică. Cărbunele este exploatat pe scară largă prin metode de extracție la zi sau în subteran.

Încă din anul 1970, a început să se pună un mai mare accent pe problemele care le ridică exploatarea cărbunelui. Cele mai importante au fost cele legate de problemele de mediu, cum sunt: distrugerea peisajului, poluarea aerului, apelor, precum și contribuția prin procesul de ardere al cărbunelui la încălzirea globală. Uneori, aceste efecte negative asupra mediului pot fi foarte accentuate, iar principalii receptori ai acestei poluări o reprezintă ecosistemele și omul.

În cadrul acestui studiu sunt analizate trei perimetre de exploatare a cărbunelui brun din partea de nord-vest a bazinului Transilvaniei: perimetrele miniere Zăghid, Cristolțel și Teștioara.

## **Capitolul I. Geologia Bazinului Transilvaniei cu privire specială asupra sectorului nord-vestic**

Bazinul Transilvaniei reprezintă un bazin major de sedimentare, adiacent Bazinului Pannonic, localizat în partea estică a sistemului orogenic alpin european (CIULAVU ET AL., 2000; FILIPESCU, 2001; KRÉZSEK și BALLY, 2006). Bazinul Transilvaniei conține cele mai importante zăcăminte de hidrocarburi din partea de sud-est a Europei

Formarea Bazinului Transilvaniei a început în Cretacicul superior după principalele faze de deformare a lanțului Carpat, odată cu încetarea etapelor orogenice care au condus la sutura blocurilor continentale Tisza și Dacia (CSONTOS ET AL., 1992).

Evoluția Bazinului Transilvaniei este legată de scufundarea unui relief cristalino-mezozoic, care a început către sfârșitul Cretacicului și s-a continuat cu intermitență până în Miocenul superior (SĂNDULESCU și VISARION, 1976; CIUPAGEA, 1970).

Ridicarea bazinului din Cretacicul superior – Paleocen, a dus la fenomene de cutare, acestea fiind mult mai intense în partea de vest a bazinului decât în cea de nord (CIULAVU și BERTOTTI, 1994; HUISMANS ET AL., 1997). În timpul Maastrichtianului terminal - Paleocenului, sectorul nordic al bazinului a fost deasupra nivelului mării (CIUPAGEA ET AL., 1970; CODREA și GODEFROIT, 2008;

GHEERBRANT ET AL., 1999).

Umplutura sedimentară post-tectonică a Bazinului Transilvaniei are local o grosime de peste 5000 m (VANEEA, 1960; CIUPAGEA ET AL., 1970) și a fost divizată în patru megasecvențe stratigrafice majore (KRÉZSEK, 2005; KRÉZSEK & BALLY, 2006): Cretacic superior (rift, colaps gravitațional), Paleogen (sag), Miocen inferior (flexural), Miocen mediu - superior (back-arc).

În prezent Bazinul Transilvaniei se află cu aproximativ 400 m deasupra nivelului mării (SANDERS ET AL., 2002; KRÉZSEK, 2005).

## **Capitolul II. Geologia zăcămintelor de cărbuni din Bazinul Văii Almașului și arealele adiacente, Văile Cristolțel și Solona**

Cea mai mare parte a formațiunilor purtătoare de cărbuni din nord-vestul Bazinului Transilvaniei se dezvoltă pe cuprinsul bazinelor Văii Almașului și Văii Agrijului, dar în sud unele perimetre cu cărbuni revin Văii Nadășului, pe când în extremitatea nord-estică alte perimetre aparțin bazinului Someș.

În nord-vestul bazinului Transilvaniei (pe teritoriul județului Sălaj) au existat mai multe perimetre de exploatare a cărbunilor (vezi figura 2.1). Primele perimetre exploatare au fost cele din regiunea Ticu-Tămașa (1850), după care au început exploatarea la minele Curturiș și Băgara. În nordul bazinului Transilvaniei exploatarea au început după anul 1904 în zonele: Creaca, Lupoia, Brebi, Jac și Surduc (la minele Pogor, Cristolțel, Solona și Surduc). În perimetrul Zăghid – Hida, exploatarea au început în anul 1954 în subteran și în 1978 în carieră (PETRESCU ET AL., 1987; VARGA ET CIURTE, 2007).

În nord-vestul bazinului Transilvaniei, zăcămintul de lignit de la Sărmășag, reprezintă una dintre acumulările semnificative din punct de vedere economic din nord-vestul României. Succesiunea sedimentară conține 27 de strate de lignit (majoritatea stratelor au grosimi mici, cu excepția stratului XVI) (CODREA, 1994).

Fundamentul bazinului carbonifer Valea Almașului este alcătuit din șisturi cristaline și formațiuni sedimentare cretacic superioare.

Zăcămintele de cărbuni din Bazinul Văii Almașului se cantonează în formațiuni de vârste oligocen - miocen inferioare (FÖLDVARY, 1988; FILIPESCU, 2001; FĂRCAȘ ȘI CODREA, 2004; ȘTEFĂNESCU ET AL., 2006). Din acest interval, în Bazinul Almaș s-au identificat 14-23 strate de cărbuni, situate la diferite nivele stratigrafice (PAPP, 1915; MATEESCU, 1970; PETRESCU ET AL., 1987).

Dintre stratele de cărbuni identificate, numai unele prezintă importanță economică, acestea fiind: str. 1- stratul Francisc, str. 2- Rozalia (din *Gresiile de Var*), str. 5, 6, 7 (din *Formațiunile de Cuzăplac și Cubleşu*), str. 10, 11, 12 (din *Formațiunile de Sâncraiu și Dealu Cotului*) și str. 5, 6, 7, 10, 11, 12

(din *Formațiunea de Valea Almașului*) (PETRESCU ET AL., 1987).

Cărbunii din *Oligocenul inferior* de pe cuprinsul Bazinul Văii Almașului s-au format la sfârșitul *Rupelianului*.

**Neogenul** este reprezentat pe cuprinsul bazinelor carbonifere Almaș-Agrij și Surduc-Cristolțel-Testioara, numai prin formațiuni sedimentare atribuite Miocenului. În aceste structuri întâlnim depozite semnificative de cărbuni importanți din punct de vedere economic doar în partea inferioară a Miocenului (*Acvitanian*) (PETRESCU, 1968 b).

Cea mai importantă formațiune purtătoare de cărbuni din acest bazin o reprezintă *Formațiunea de Dealu Cotului*.

Termenul de *Formațiunea de Valea Almașului*, „se impune să fie folosit în regiunea Tihău - Cliț (între Valea Brîglezului și Valea Loznei), unde nu se pot face departajări litologice cartabile și corelabile pe suprafețe mari” (PETRESCU ET AL., 1987). Astfel pentru perimetrele miniere Cristolțel și Teștioara se folosește termenul de *Formațiunea de Valea Almașului*.

### ***Tectonica zăcământului***

Bazinul Văii Almașului este o regiune monoclinală cu căderi mai accentuate în apropierea ramei paleogene și căderi mai reduse în părțile centrale ale bazinului carbonifer. Formațiunile oligocene din zona Zimbor-Hida prezintă, în general, o structură monoclinală simplă cu căderi către interiorul Bazinului Transilvaniei (PETRESCU ET AL., 1987).

Principala falie de zăcământ este falia direcțională numărul 2, cu o direcție nord-sud și produce o ridicare a compartimentului vestic cu valori cuprinse între 10-20 m, fiind interceptată atât prin lucrări miniere cât și prin foraje.

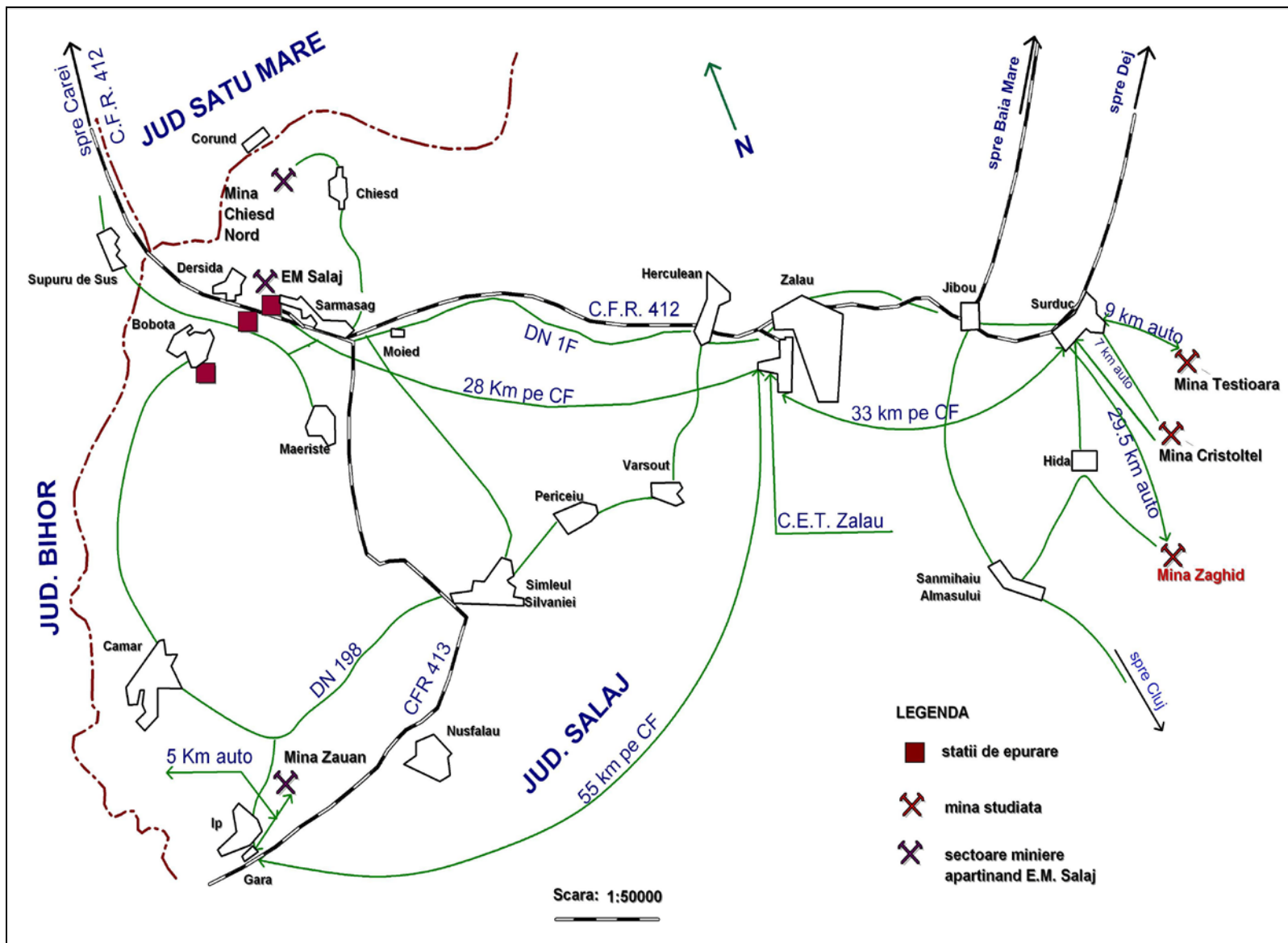


Figura 2.1. Perimetrele de exploatare a cărbunelui din cadrul EM Sălaj

### Capitolul III. Geneza și caracteristicile fizico-chimice ale cărbunilor din Bazinul Văii Almașului și arealele adiacente, Văile Cristolțel și Solona

Cărbunele este un material natural, compus în principal din carbon și hidrogen iar pe lângă aceste două elemente se mai găsesc oxigen, azot, sulf și alte elemente în urme (GREB ET AL., 2006).

Studiul resturilor vegetale permite reconstituirea paleomediului în care s-au format străvechile turbării, generatoare de cărbuni. Dacă ne referim la stratele de cărbuni cu importanță economică (din *Gresia de Var*, *Formațiunea de Cubleșu* și *Formațiunea de Dealu Cotului*) din Bazinul Văii Almașului este bine să subliniem caracterul relativ unitar al asociațiilor generatoare de turbe (PAPP, 1915).

Comunitatea forestieră cu *Taxodium* și *Nyssa*, a avut un rol decisiv în edificarea stratelor de turbă la nivelul *Gresiei de Var* (PETRESCU, 1968 a).

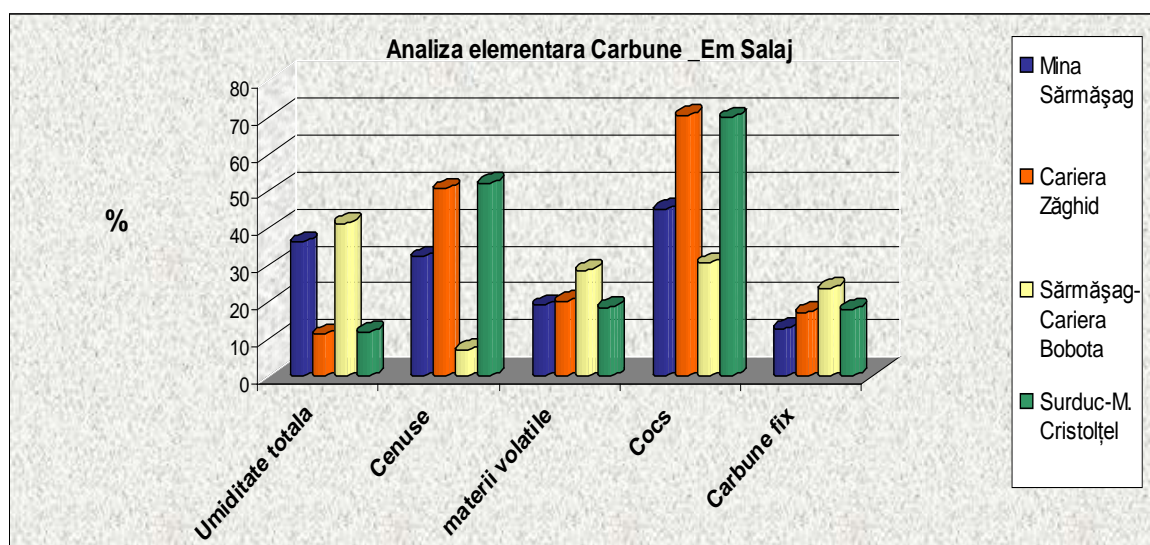
În cadrul *Formațiunii de Cubleșu* este foarte bine reprezentată turbăria înaltă cu *Sequoia* și comunitatea joasă de luncă cu *Taxodium*, *Nyssa*, *Alnus* și *Liquidambar* (PETRESCU ET AL., 1986). Cărbunii din *Formațiunea de Dealu Cotului*, s-au format predominant pe seama unor turbării generate de *Myrica*, *Cyrilla*, *Alnus* etc.

#### Proprietățile fizico – chimice ale cărbunilor

Proprietățile fizice și chimice ale cărbunilor sunt dependente de condițiile de formare.

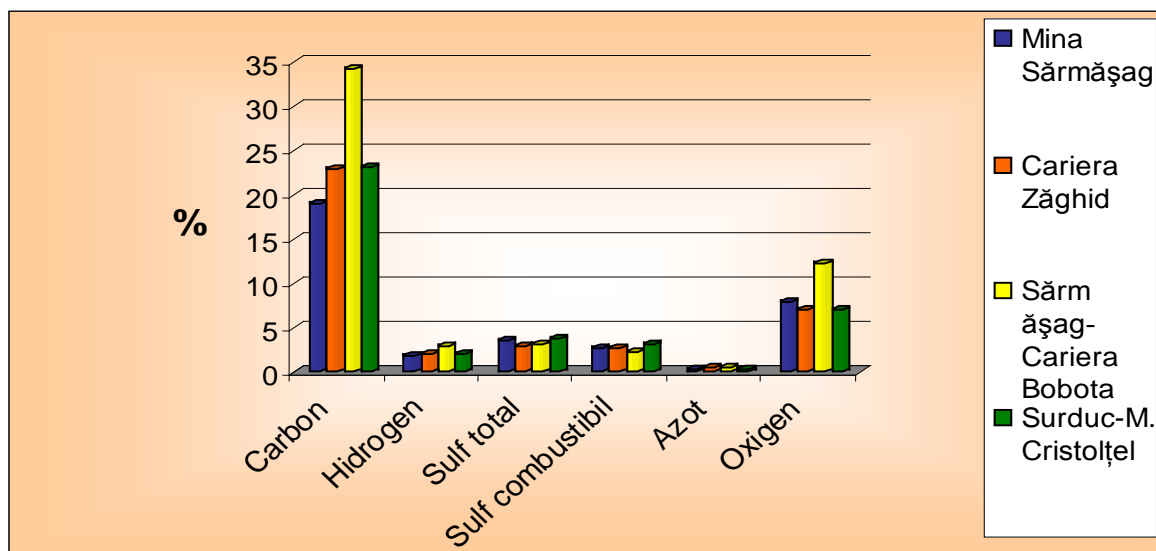
Cărbunele este compus dintr-un amestec complex de compuși organici și anorganici (BACIU ȘI COSTIN, 2008). Compușii organici, moșteniți de la plantele care au format cărbunele, sunt de ordinul milioanelor (SCHWEINFURTH, 2009), iar pe lângă acești compuși organici mai întâlnim mai mult de 100 de compuși anorganici. După ce plantele se descompun, compușii anorganici rămân în cărbunele rezultat. Unele dintre aceste elemente se combină pentru a forma minerale, cum ar fi pirita.

Pe baza analizelor efectuate de SC ICPET SA în anul 1997, figurile 3.1 și 3.2 sintetizează caracteristicile fizico-chimice ale cărbunilor din următoarele zone de exploatare: Mina Sărmășag, Cariera Bobota, Cariera Zăghid și Mina Cristolțel.





**Figura 3. 1.** Parametrii fizici ai cărbunilor din cadrul EM Sălaj (sursa: SC ICPET SA)



**Figura 3. 2.** Compoziția chimică a cărbunilor din cadrul EM Sălaj (sursa: SC ICPET SA)

Din punctul de vedere al compoziției elementare și al puterii calorifice (inferioare și superioare), cărbunii din cadrul carierei Zăghid se aseamănă foarte mult cu cărbunii din aria de exploatare Surduc – Mina Cristolțel.

Din datele chimice ale cărbunilor, se poate concluziona că aceștia sunt formați în principal din C, O, H, S și prezintă un conținut scăzut de N, sub 0,5 %.

Incluziunile minerale în cadrul cărbunilor din Bazinul Văii Almașului sunt reprezentate de pirită (singenetică și epigenetică), siderit, cuarț și fragmente de rocă (calcar, marno-calcar, argilă). Formarea pirită este pusă pe seama apelor de circulație, bogate în  $\text{FeSO}_4$ .

## Capitolul IV. Legislația în domeniul protecției mediului

Industria minieră, ca orice altă categorie de activități industriale este reglementată de legi, normative și standarde pentru protecția mediului, în toate etapele de desfășurare a activităților.

### A. Legislația europeană privind mediul și industria minieră

Primul document care a atins problema mineritului durabil a fost comunicarea Comisiei Europene „Promovarea dezvoltării durabile în industria extractivă a Uniunii Europene” (COM 2000, 265). Acest document oferă o revizie complexă a industriei miniere și pune în evidență necesitatea unei abordări echilibrate a aspectelor economice, de mediu și sociale în vederea dezvoltării durabile.

Legislația europeană de mediu reglementează activitățile industriale cu privire la deșeurile prin Directivele Uniunii Europene: Directiva Consiliului 1975/442/EEC amendată de 1991/156/EEC, 1996/350/EC - denumită Directiva Cadru privind Deșeurile, Directiva 1999/31/EC privind depozitele

de deșeuri, Directiva 2006/12/EC stabilește cadrul legislativ pentru manipularea deșeurilor în cadrul UE, Directiva 2006/21/EC - privind managementul deșeurilor provenite din industriile extractive și Directiva 2008/98/EC.

Directiva privind evaluarea impactului de mediu (85/337/EEC), cu privire la evaluarea efectelor anumitor proiecte publice și private asupra mediului, amendată de Directiva Consiliului 97/11/EC, se aplică asupra exploatărilor de suprafață a căror perimetru depășește 25 ha.

### *B. Legislația națională privind mediul și industria minieră*

Mediul geologic este definit conform Legii 265/2006 și a OUG 195/2006 privind protecția mediului, ca fiind ansamblul structurilor geologice de la suprafața pământului și din adâncime: sol, ape subterane și formațiuni geologice.

Principala lege care reglementează desfășurarea activităților miniere în România este Legea Minelor nr. 85/2003, modificată de Legea nr. 237/2004. Aceasta include trimiteri și la alte legi care se mai pot aplica, printre care și Legea protecției mediului nr. 137/1995, abrogată de Ordonanța de urgență nr. 195/2005 privind protecția mediului.

În România, închiderea minelor și reabilitarea reprezintă aspecte cheie abordate în toate sectoarele miniere. Astfel a fost elaborat *Manualul de închidere a minelor*, pe baza Legii Minelor nr. 85/2003 și Legii protecției mediului nr. 137/1995, cu scopul de a asigura cadrul unitar de proceduri aplicabile în procesul de închidere.

Planificarea adecvată a închiderii unei mine trebuie să înceapă încă din fazele de studiu de fezabilitate, proiectare și de obținere a autorizațiilor și să fie îmbunătățită permanent pe parcursul duratei de operare a minei. Lipsa unui plan corespunzător și actualizat de închidere a minei poate avea consecințe severe asupra mediului cât și asupra economiei. Acest plan de închidere trebuie consultat și actualizat permanent pe durata ciclului de viață al unei exploatare miniere.

În anul 2004, Guvernul României prin HG nr. 615 din 21 aprilie 2004 a aprobat Strategia pentru industria minieră (SIM), pentru perioada 2004-2010, cu obiectivul de a transforma sectorul minier într-unul profitabil și de a susține creșterea economică.

Hotărârea de Guvern nr. 856/2008, reglementează gestionarea deșeurilor rezultate din activitatea de prospecțiune, explorare, extracție din subteran sau de exploatare a carierelor, tratare și stocare a resurselor minerale, denumite deșeuri extractive.

Impactul activității miniere asupra resurselor de apă, atât de suprafață cât și subterane, are loc în diferite faze ale ciclului de viață al minei și după închiderea acesteia.

### *C. Aplicarea legislației de mediu în cadrul exploatărilor de cărbuni din Bazinul Văii Almașului și a arealelor adiacente*

Cărbunele s-a exploatat în mai multe perimetre miniere în diferite sectoare: Cariera Bobota I și

II, Mina Sărmășag I și II, Mina Zăghid I și II, Cariera Zăghid Vest, Cariera Zăghid Est, Mina Zăuan, Cariera Zăuan, Mina Cristolțel și Mina Teștioara (VARGA ȘI PETRESCU, 2008). Pe lângă aceste mine și cariere, mai există două perimetre miniere, Cariera Marca – Coșnicu și Cariera Lupoia în care activitatea a fost sistată înainte de 1989. Aceste două exploatări nu au fost închise conform procedurilor legale în vigoare din domeniul minier. Societatea de stat care a operat în cadrul exploatărilor miniere studiate de noi este Societatea Națională a Cărbunelui Ploiești.

În momentul de față exploatarea cărbunelui în perimetrele miniere studiate a încetat, fiind trecute în conservare toate carierele și minele din perimetrele miniere deschise, demarându-se procedurile de încetare definitivă a activității, conform legislației specifice în domeniul minier - Legea minelor 85/2003 cu modificări ulterioare și a legislației de mediu.

În nord-vestul Bazinului Transilvaniei, au fost reconstruite ecologic trei perimetre miniere: Cristolțel, Teștioara și Chieșd, lucrările de închidere și reconstrucție fiind recepționate în decembrie 2000 – pentru Perimetrul minier Teștioara și respectiv iunie 2001 – pentru Perimetrul minier Chieșd și Perimetrul Minier Cristolțel.

Legislația românească este supusă unor schimbări continue, dorindu-se o adoptare a aquis-ului comunitar. În cadrul procesului de adoptare și implementare a legislației europene, apar adesea inconsistențe, ca urmare a diferitelor terminologii utilizate. Acestea vor fi eliminate printr-o abordare combinată și comună a impactului de mediu, indus de industria minieră.

## **Capitolul V. Exploatările de cărbuni din perimetrele Zăghid, Cristolțel și Teștioara și impactul asupra mediului**

În cadrul acestui capitol sunt descrise particularitățile a trei perimetre de exploatare a cărbunelui brun din nord-vestul bazinului Transilvaniei (Zăghid, Cristolțel și Teștioara). De asemenea, se evidențiază efectele exploatărilor asupra factorilor de mediu pe baza analizelor fizico-chimice și pe baza observațiilor din teren.

Pentru a caracteriza starea factorilor de mediu din perimetrele miniere studiate s-au prelevat probe de apă, sol, steril și cărbune, după cum urmează:

- probe de apă de mină de pe întreg perimetrul de exploatare a cărbunelui din regiunea Zăghid;
- probe de apă de suprafață din cursul de apă Zăghid, colectorul direct al apelor uzate;
- probe de sol și steril din cadrul haldelor de steril și din afara perimetrului de exploatare Zăghid;
- probe de cărbune din cadrul aflorimentului și din corpul haldelor de steril din perimetrul minier Zăghid;
- probe de apă de mină, de fântână și de suprafață din cadrul Pârâului Cristolțel și Valea

Cristolțel în amonte și aval de sursa de poluare;

➤ probe de apă (de mină, de suprafață, de fântână) din cadrul perimetrului de exploatare a cărbunelui Teștioara.

## 5. 1. PERIMETRUL DE EXPLOATARE ZĂGHID (zonă în curs de reabilitare)

### 5.1.1. Geologia perimetrului

În perimetrul minier Zăghid este prezentă *Formațiunea de Dealu Cotului*, în cadrul căreia nivelul de cărbune care prezintă importanță economică este stratul XI.

Stratul XI este constituit din (vezi figura 5.1):

- în partea superioară, dintr-un banc de cărbune brun, cu grosimi variabile între 0,38 - 0,70 m.
- în partea inferioară, dintr-un banc de șist cărbunos, cu grosimi între 0,74 - 1,23 m.

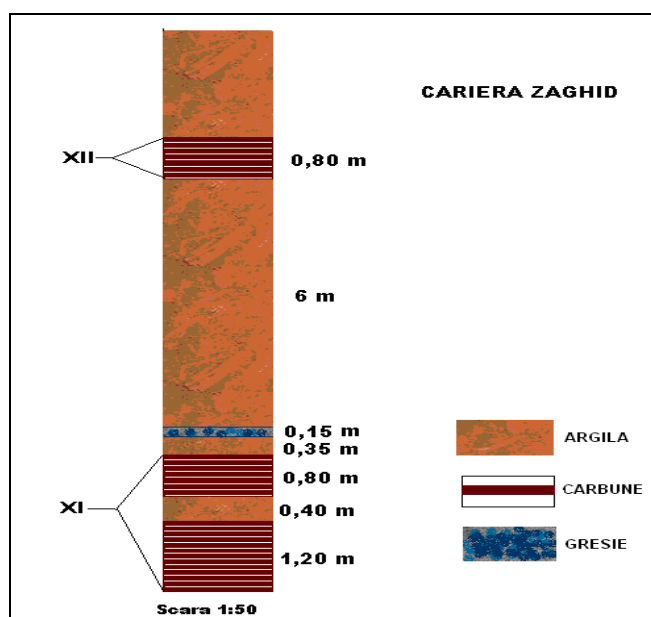


Figura 5. 1. Succesiunea stratigrafică la Cariera Zăghid

Cele două bancuri de util sunt separate de o intercalație de argilă cu grosimi cuprinse între 0,3 - 0,58 m. Acoperișul și culcușul stratului XI este format din argile.

#### *Stratigrafia regiunii*

Fundamentul regiunii este alcătuit din șisturi cristaline, peste care se dispun formațiuni paleogene și miocene. La alcătuirea geologică a regiunii iau parte formațiuni aparținând Eocenului, Oligocenului, Miocenului și Cuaternarului, situate fie transgresiv peste Cretacic, fie direct peste Cristalin.

### 5. 1. 2. Amplasarea geografică a perimetrului studiat

Perimetrul Zăghid face parte din bazinul carbonifer a Văii Almașului, situat în partea de nord-vest a Depresiunii Transilvaniei, pe teritoriul județului Sălaj și parțial Cluj.

### 5. 1. 3. Descriere generală

## A. Cariera Zăghid

În cadrul perimetrului de exploatare Zăghid au funcționat două exploatări în carieră: Cariera de Est (1978 – 1998) și Cariera de Vest (1998 – 2001).

Suprafața afectată de către exploatarea la suprafață în perimetrul Zăghid este de aproximativ 30 de hectare. Acest teren se află în administrarea E.M. Sălaj (proprietar fiind Statul Român, prin decrete de expropriere și ordine de transmitere).

Stratele exploatabile în cariera Zăghid: stratul XI, strat comun cu subteranul, care are o grosime de până la 3 m și stratul XII, cu o grosime cuprinsă între 0,5 – 0,8 m.

Sterilul rezultat din procesul de extracție a cărbunelui este format din argile-marnoase nisipuri argiloase, argile cărbunoase, aflate în vecinătatea stratelor de cărbune. Sterilul extras din frontul de lucru sau din alte lucrări a fost depozitat în haldele aferente carierei Zăghid.

## B. Mina Zăghid

În perimetrul Zăghid și-au desfășurat activitatea două mine învecinate (Mina Zăghid I și Mina Zăghid II), care nu comunicau între ele.

La mina Zăghid I, din punct de vedere economic, zăcămintul de cărbune brun a început să fie exploatat din perioada anilor 1954-1955, până în anul 1998. Iar Mina Zăghid II și-a derulat activitatea în perioada 1998 - 2005.

Sterilul rezultat din procesul de extracție al cărbunelui brun este constituit din roci marnoase, argile și argile nisipoase, aflate în alcătuirea stratelor geologice din vecinătatea stratului de cărbune. Sterilul extras din frontul de lucru sau alte lucrări a fost depozitat în halda interioară a carierei Zăghid și în halda exterioară.

### 5. 1. 4. Impactul exploatărilor miniere asupra atmosferei

Emisiile de substanțe gazoase în atmosferă s-au făcut sub nivelul de autoepurare, influențele fiind neutralizate în prezent. Perioadele și modul de neutralizare a principalilor compuși gazoși, care au fost eliberați în aerul atmosferic în cadrul perimetrului de exploatare Zăghid, sunt prezentate în tabelul 5.1. (NAGENDRA ȘI KHARE, 2008; COLBECKA ȘI HARRISON, 1984).

**Tabel 5. 1.** Persistența și mecanismul de îndepărtare a unor poluanți gazoși.

POLUANTUL	PERSISTENȚA	MECANISMUL DE ÎNDEPĂRTARE
CO <sub>2</sub>	4 ani	Fotosinteză și absorbție în apă
CO	3 ani	Puțin cunoscute
SO <sub>2</sub>	4 zile	Oxidare și transformare în sulfatați și absorbția de către aerosoli
NO <sub>4</sub> , NO <sub>2</sub>	5 zile	Oxidare și transformare în nitrați
N <sub>2</sub> O	1-3 zile	Disociere fotochimică în stratosferă și acțiune biologică în sol
NH <sub>3</sub>	2 zile	Oxidare și transformare în NO <sub>3</sub> și reacție cu SO <sub>2</sub> pentru a forma (NH <sub>4</sub> )SO <sub>4</sub>
H <sub>2</sub> S	2 zile	Oxidare și transformare în SO <sub>2</sub>

Haldele exterioare de steril, constituie surse continue de particule de praf, ce generează un impact minim și cu un grad de extindere zonal.

### **5. 1. 5. Impactul exploatărilor asupra calității apelor**

Ca urmare a desfășurării activităților de exploatare și a celor auxiliare din cadrul lucrărilor de suprafață și subteran din perimetrul Zăghid, apele au suferit influențe certe, derivate din modificarea regimului hidric al perimetrului de exploatare, precum și din asecarea acviferelor interceptate de excavații.

Regimul hidrologic al zonei a fost modificat și prin amenajarea unor întinse halde de steril (peste 10 ha), suprafețe în care raportul normal (natural) dintre cantitatea infiltrată în sol și cantitatea scursă a fost modificat. Toate aceste intervenții antropice au constituit elemente noi în evoluția ecosistemului natural în zona carierei.

Pentru a stabili calitatea apelor prezente în perimetrul de exploatare după încetarea activităților, am întreprins următoarele analize fizico-chimice: metale grele, pH, temperatură (T), potențial de oxido-reducere (ORP), conductivitate electrică (EC), total solide dizolvate (TDS), salinitate, cloruri și consumul chimic de oxigen determinat cu  $\text{KMnO}_4$  (CCO-Mn).

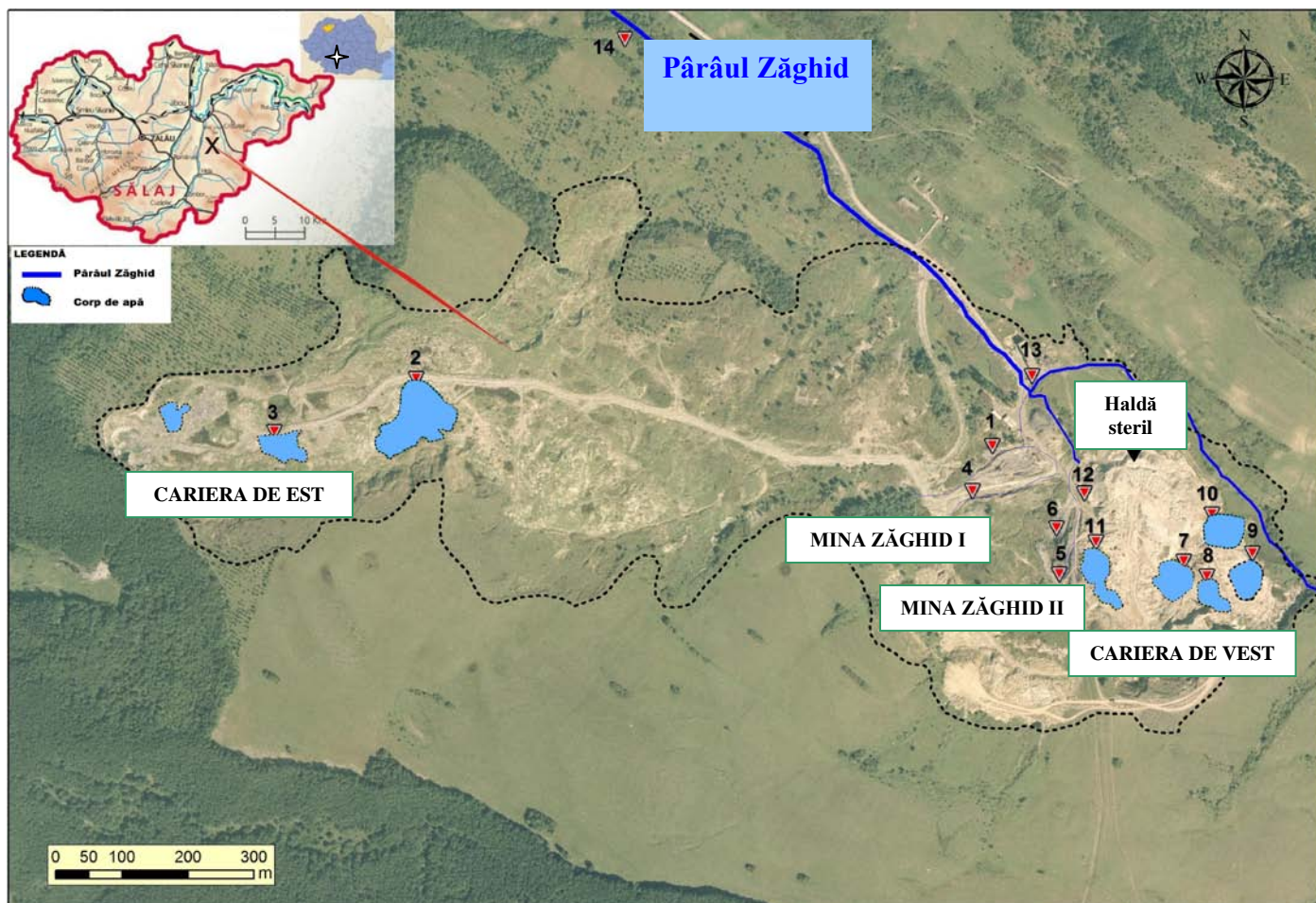
#### **Determinări proprii**

##### ***Stabilirea punctelor de prelevare***

Având în vedere influențele poluante posibile ale diverselor elemente constituente ale exploatării miniere, au fost stabilite punctele de recoltare prezentate în figura 5.2 (coordonatele punctelor de recoltare au fost înregistrare cu ajutorul GPS-ului).

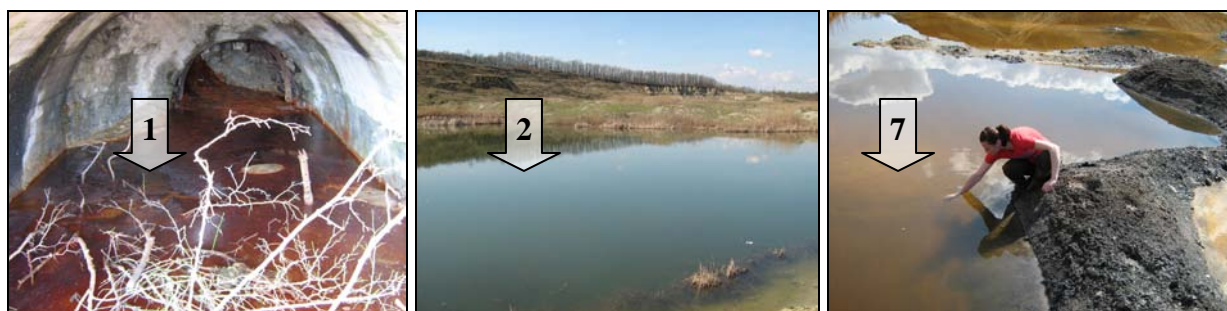
##### ***Prelevarea probelor***

Prelevarea probelor de apă din cadrul perimetrului de exploatare Zăghid, s-a făcut în trei perioade de timp diferite, pentru a putea observa evoluția în timp a principalilor parametri de calitate a apei. Perioade de recoltare: 14 septembrie 2007 (probă de încercare), 22 noiembrie 2009 și 02 aprilie 2010.



**Figura 5. 2.** Reprezentarea punctelor de prelevare a probelor de apă din perimetrul minier Zăghid

În continuare sunt redată câteva imagini cu cele mai semnificative puncte de recoltare (figura 5.3).



**Figura 5. 3.** Puncte de recoltare a probelor de apă

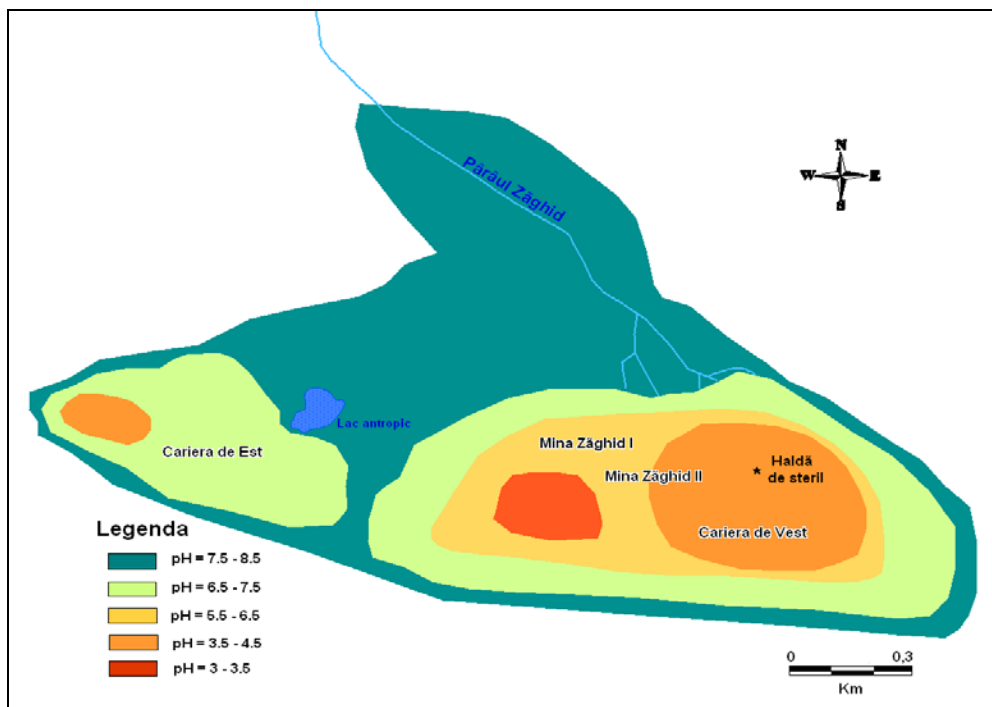
#### A. Determinări prin metode electrochimice

În cadrul acestui studiu am monitorizat principalii parametri fizico-chimici ai apei: pH-ul, temperatura (T), potențialul redox (ORP), conductivitatea electrică (EC), total solide dizolvate (TDS) și salinitatea. Analiza acestora s-a făcut cu ajutorul unui Multiparametru WTW 720 Series (InoLab), la locul prelevării. Determinarea pH-ului s-a făcut conform SR ISO 10523:2009.

În punctele de deversare a apelor de mină, în pârâul Zăghid, acestea prezintă un pH cuprins între 5,95-7,9 unități pH, iar potrivit HG 352/2005 pentru apele uzate care se deversează în receptori

naturali (NTPA 001/2005), limitele pH-ului trebuie să fie cuprinse între 6,5– 8,5. Prin urmare, se înregistrează depășiri la pH în punctele 4 și 12 (ape deversate în receptor) în perioadele în care lipsesc precipitațiile.

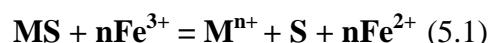
Pe baza valorilor înregistrate de pH în perimetrul Zăghid, este redată în figura 5.4 harta cu izoliniile de pH. În cadrul perimetrului de exploatare studiat, variația pH-ului este influențată în mod direct de conținutul de pirită din substratul pe care s-au format corpurile de apă și de compoziția rocilor pe care le întâlnește apa în cursul ei.



**Figura 5. 4.** Variația pH-ului apelor în cadrul perimetrului minier Zăghid

**Drenajul acid minier și oxidarea sulfurilor** reprezintă una din cele mai grave probleme de mediu create de exploatarea și valorificarea substanțelor minerale utile. Drenajul acid este poluant prin aciditatea sa și prin producții pe care-i solubilizează (COSTIN, 2007). Capacitatea de generare acidă a zăcământului și a haldei de steril o depășește pe cea de neutralizare și astfel se eliberează acizi (BACIU, 2007).

La pH-uri de 2,5-3, în absența fierului feric, acidul sulfuric va dizolva carbonații de metale grele și oxizii, dar va avea un efect minim asupra sulfurilor. Totuși, fierul feric poate dizolva multe din sulfurile de metale grele, inclusiv cele de Pb, Zn, Cu și Cd după reacția (STEPHEN ET AL., 1999, GREB ET AL., 2006):



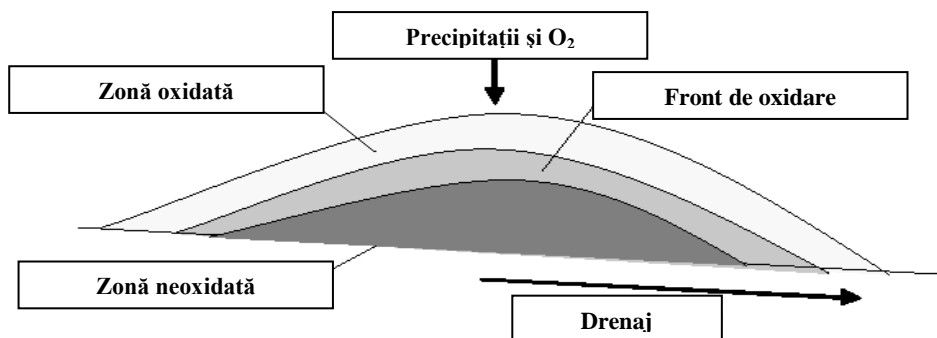
în care: MS = sulfuri de metale grele;  $Fe^{3+}$  = fier feric;  $M^{n+}$  = ion de metale grele; S = sulf;  $Fe^{2+}$  = fier feros.

Prin această reacție, în cadrul procesului de generare al drenajelor acide pot fi solubilizate (mobilizate) cantități mari de metale. De asemenea, sulfurile de fier pot conține cantități



apreciabile de metale sub formă de elemente în cantități mici (la nivel de urme) care, în urma oxidării, sunt eliberate și mobilizate.

În timp, materialul din haldă se oxidează formându-se mai multe zone care migrează cu timpul (vezi figura 5. 5).

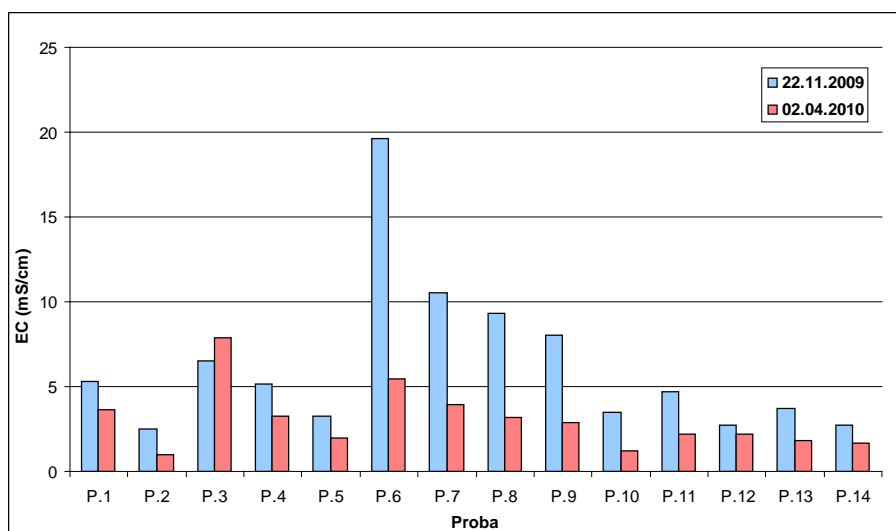


**Figura 5. 5.** *Reprezentarea zonelor oxidate /neoxidate și frontul de oxidare în cadrul haldei de steril*

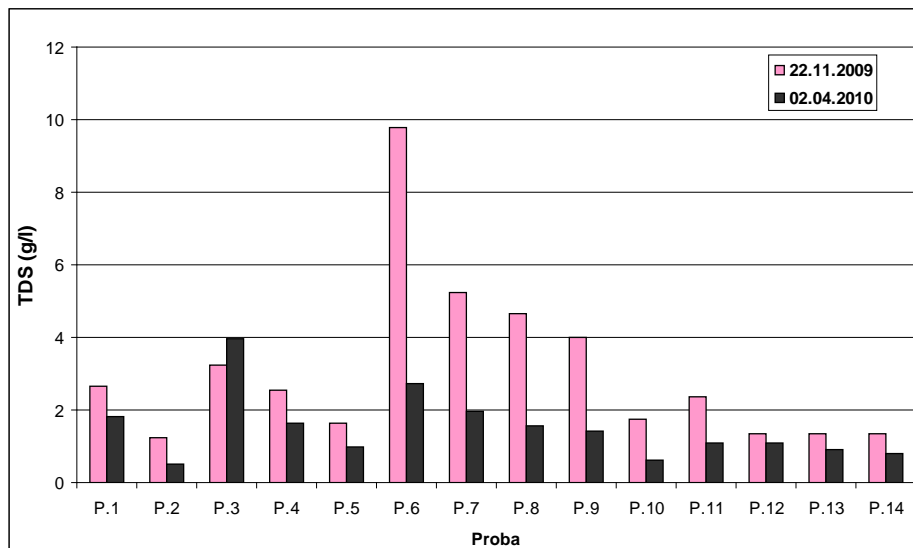
Total solidele dizolvate (TDS) sunt prezente în mod natural în apă sau sunt rezultatul procesului de exploatare. Total solidele dizolvate conțin minerale și molecule organice care oferă beneficii, cum ar fi substanțele nutritive sau contaminanți cu efecte toxice, cum ar fi metale și poluanții organici (WEBER-SCANNELL ȘI DUFFY, 2007).

Legislația națională nu prevede normări pentru conductivitate, TDS și salinitate în apa uzată și naturală, cu toate că total solidele dizolvate provoacă toxicitate prin creșteri în salinitate și prin modificări ale compoziției ionice a apei.

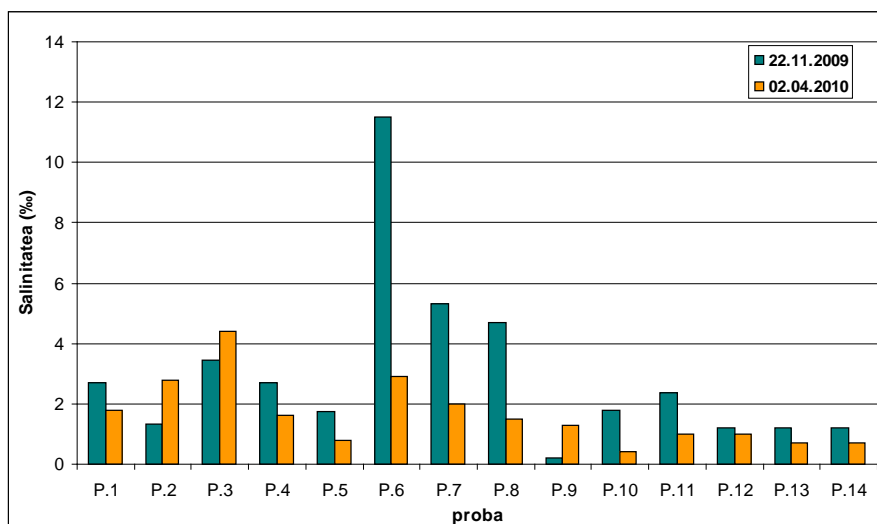
În figurile 5.6 – 5.8 sunt reprezentate valorile TDS-ului, conductivității și a salinității, în probele de apă analizate.



**Figura 5. 6.** *Variația conductivității electrice în perimetrul minier Zăghid*



**Figura 5. 7.** Variația TDS-ului în perimetrul minier Zăghid



**Figura 5. 8.** Variația Salinității în perimetrul minier Zăghid

Se observă o scădere a valorilor parametrilor EC, TDS și salinitate, în data de 02.04.2010, comparativ cu celelalte date de analiză, ceea ce ne duce la concluzia că are loc o îmbunătățire a calității apelor în timp.

Din datele prezentate mai sus, putem afirma că probele P.3, P.6, P.7 și P.8, prezintă o încărcătură semnificativă în substanțe dizolvate în comparație cu restul probelor. Acest lucru este pus pe seama substratului pe care se formează apa.

## **B. Determinarea conținutului de cloruri și a indicelui de permanganat prin metode volumetric**

### *Determinarea Consumului Chimic de Oxigen cu $KMnO_4$ (CCO-Mn)*

Consumul chimic de oxigen este un parametru important în analiza apelor reziduale și a apelor de suprafață. Această determinare ne dă informații asupra gradului de poluare al apei cu materie organică.

Determinarea CCO-Mn s-a făcut în conformitate cu SR EN ISO 8467/2001.

### Prezentarea rezultatelor

Datele de mai jos (figura 5.9.), ne indică faptul că, conținutul de materie organică din apele analizate este foarte mic. Pentru apele uzate, care se deversează într-un emisar natural nu există normări pentru CCO-Mn.

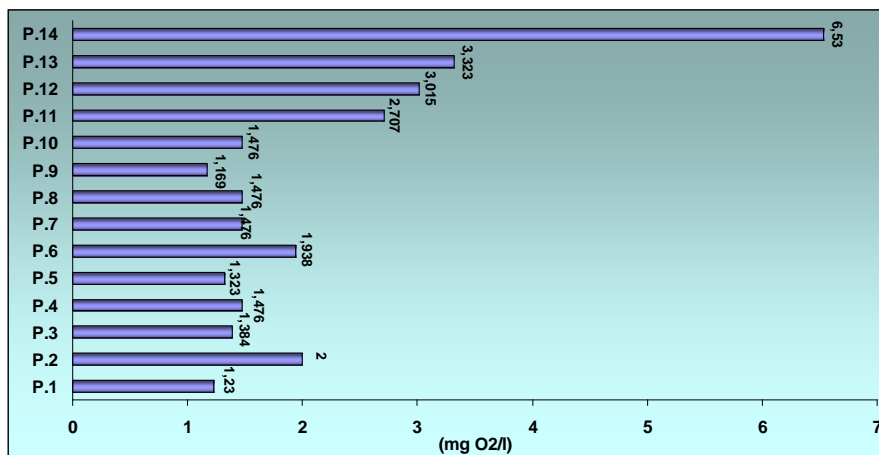


Figura 5.9. CCO-Mn determinat în probele de apă

### Determinarea conținutului de cloruri (Cl<sup>-</sup>)

Metoda de analiză folosită este conform SR ISO 9297:2001 prin titrare cu azotat de argint utilizând cromatul ca indicator - Metoda Mohr.

Datele statistice obținute pentru conținutul de cloruri din probele de apă, ne arată următoarele date: Valoarea minimă - 1,489; Valoarea maximă - 81,151; Media - 11,3094; Eroarea Standard - 5,41086.

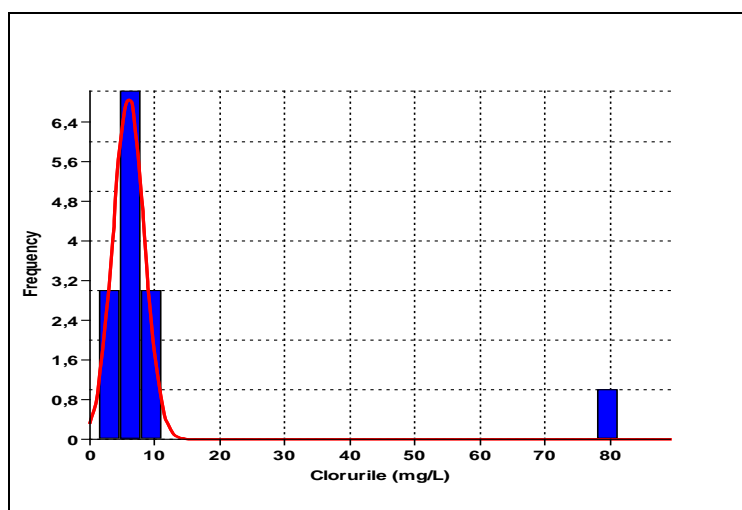


Figura 5.10. Frecvența clorurilor în probele de apă

Majoritatea valorilor, pentru conținutul de cloruri din probele analizate, se încadrează în intervalul 1,5–10 mg/L. Frecvența maximă aflându-se în jurul valorii de 5 mg/L. Valoarea maximă de 81,151 mg/L s-a obținut în proba 6 (vezi figura 5.10).

### C. Determinarea conținutului de metale grele prin analiză instrumentală

Pentru studiul metalelor grele din apă din cadrul perimetrului minier Zăghid, am folosit două metode de determinare: Spectrometrie de Absorbție Atomică (AAS), cu atomizare în flacără/cuptor de grafit și Spectrometrie de Masă cu Plasmă Cuplată Inductiv (ICP - MS).

Prelevarea probelor de apă, pentru determinarea metalelor grele, s-a făcut în flacoane de polietilenă de 250 ml, care au fost în prealabil spălate cu apă acidulată ( $\text{HNO}_3$  0.5%) și apă distilată. Flacoanele de polietilenă, în momentul colectării, s-au clătit cu proba luată spre analiză, pentru a reduce erorile. Probele recoltate s-au trecut printr-o hârtie de filtru de 0,45  $\mu\text{m}$  și s-au conservat cu  $\text{HNO}_3$  65% până la un pH cuprins între 2-3.

Determinarea metalelor grele: Cu, Zn, Cd, Fe, Ni, Cr s-a făcut cu Spectrometrul de Absorbție Atomică ZEEnit 700, iar Pb și Mn s-au determinat cu Spectrometru de Absorbție Atomică Perkin Elmer (cu ajutorul laboratorului de analize chimice - Medicina Muncii, Cluj).

Pentru a verifica metodele de analiză folosite de noi în determinarea metalelor, am realizat o inter-comparare cu Laboratorul de Analize de Mediu ICIA (acreditat RENAR), iar în urma acestei inter-comparări am obținut o foarte bună corelare între rezultatele obținute de cele două laboratoare.

#### Prezentarea rezultatelor

Pentru studiul metalelor din apă au fost prelevate 12 probe de apă din perimetrul de exploatare și 2 probe de apă din cadrul receptorului - Pârâul Zăghid, la o distanță de 50 m, respectiv 1000 m de punctul de deversare a apelor de mină.

Rezultatele obținute, în urma analizei metalelor grele prin AAS, sunt redată în tabelul 5.2. Incertitudinea de măsurare ( $k=2$ ) la determinare este de 10%.

**Tabel nr. 5. 2.** Conținutul de metale grele în apele din perimetrul Zăghid

Proba	Concentrație $\mu\text{g/l}$							
	Cu	Pb	Zn	Cd	Fe	Ni	Cr <sub>T</sub>	Mn
<b>Data: 22. 11. 2009</b>								
P.1	34,55	55,60	6,00	135,24	105200	67,60	27,54	36574
P.2	20,21	11,20	80,35	36,27	105,00	105,41	20,35	1180
P.3	120,34	98,00	1800	178,90	80541	6028,32	70,12	65874
P. 4	24,30	35,20	5,60	30,46	2560	30	45,39	3310
P.5	38,40	37,46	102,30	198,76	2205	145,24	12,78	3654
P.6	11840	520	7450	300	213000	14650	1020	142000
P.7	360,12	130,40	950,76	140,39	90624	2815	71,25	80256
P.8	35,72	33,35	300,85	75,60	36741	945	238,50	55489
P. 9	29,82	40,30	10,09	56,98	2750	40	40,00	3750
P.10	3,70	42,12	20,25	67,30	310,26	875,28	32,14	450,69
P.11	15,40	31,33	15,32	45,56	158,79	57,30	107,36	220,54
P. 12	29,16	30,02	29,16	19,87	1070	50	10,56	2630
P. 13	88,21	5,60	4,31	40,84	1050	35,00	12,77	2550
P. 14	31,41	3,67	10,27	29	101,20	5,58	10,62	30

Data: 02. 04. 2010								
P.1	10,86	2,15	21,69	5,58	49500	16,76	6,12	13640
P.2	8,33	1,63	102,60	9,83	67,82	71,79	12,23	860,50
P.3	46,80	2,25	2463	7,62	41740	1194	14,21	25870
P.4	7,17	2,70	21,42	0,71	177,3	109,20	10,05	1342
P.5	11,03	3,00	143,5	7,73	174,80	36,31	2,13	1458
P.6	1038	3,20	6929	41,66	101900	2538	169,90	36780
P.7	75,91	2,56	1163	5,72	47740	563,00	15,71	25540
P.8	32,94	2,54	591,8	3,00	16500	210,5	47,70	18564
P.9	33,52	1,95	746,4	3,38	1392	279,3	46,34	2187,21
P.10	1,85	2,10	50,09	4,46	116,5	175,8	39,91	350,24
P.11	5,60	1,75	210,70	2,77	87,90	19,6	53,75	178,36
P.12	14,08	1,60	187,2	2,31	358,0	40,19	68,69	1210,58
P.13	85,54	1,30	105,53	1,51	325,3	53,00	5,61	1030,50
P.14	30,05	0,50	7,43	1,31	49,32	17,42	4,34	23,56

pH-ul apei determină solubilitatea și disponibilitatea biologică a componentelor chimice, cum ar fi metalele grele (plumb, cupru, cadmiu etc.).

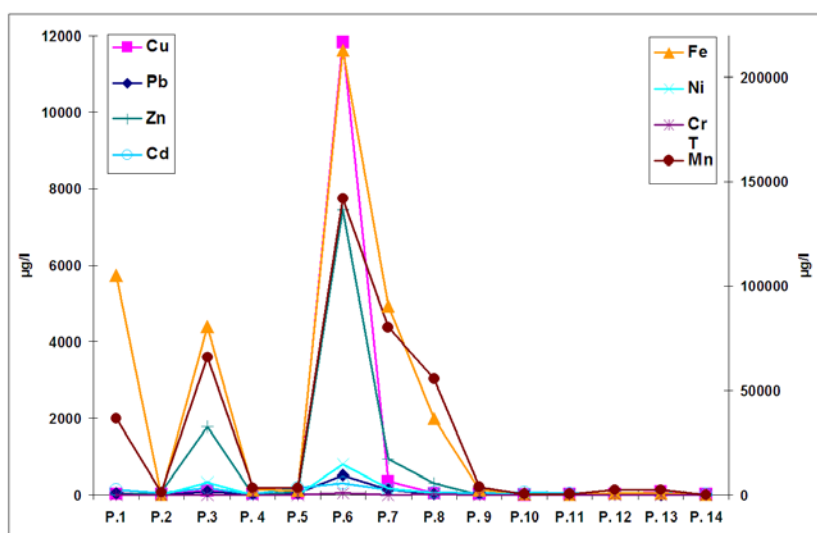


Figura 5. 11. Conținutul de metale grele din data de 22.11.2009

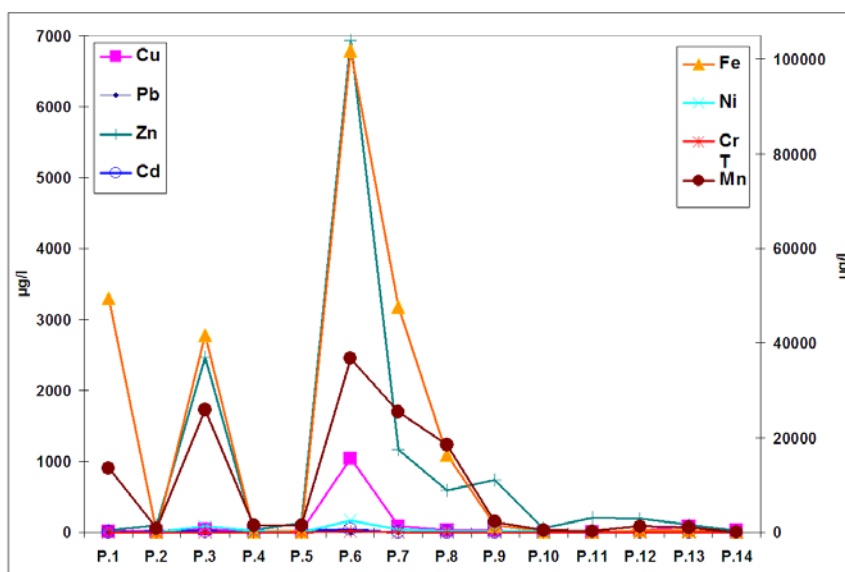


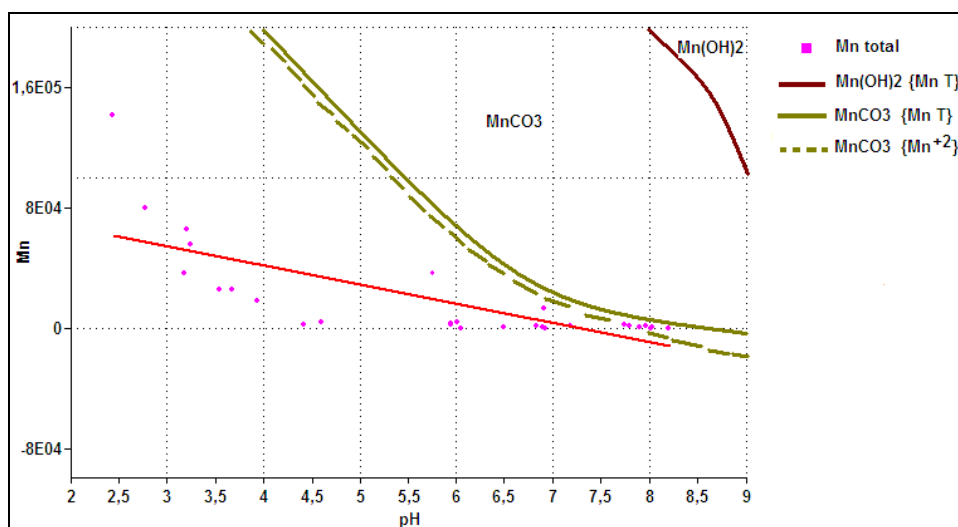
Figura 5. 12. Conținutul de metale grele din data de 02.04.2010

Majoritatea metalelor determinate din probele de apă prezintă concentrațiile cele mai mari în gura de deversare a apei de mină, de la Mina Zăghid II (P. 6) (vezi figurile 5.11 și 5.12). Pe traseul său, apa de la gura minei și din apropierea haldelor de steril până în punctul de deversare în pâraul Zăghid, prezintă variații importante la concentrațiile de metale grele. Conținutul de metale în apele de mină scade semnificativ, odată cu îndepărtarea de sursa de poluare, datorită capacității metalelor de a precipita la valori diferite de pH.

Datele de mai sus ne arată o variația mare a conținutului de metale, în funcție de locul de prelevare. Această diferență este dată de compoziția geochimică a substratului pe care s-a format acumularea de apă sau de compoziția rocilor pe care le întâlnește apa în cursul ei.

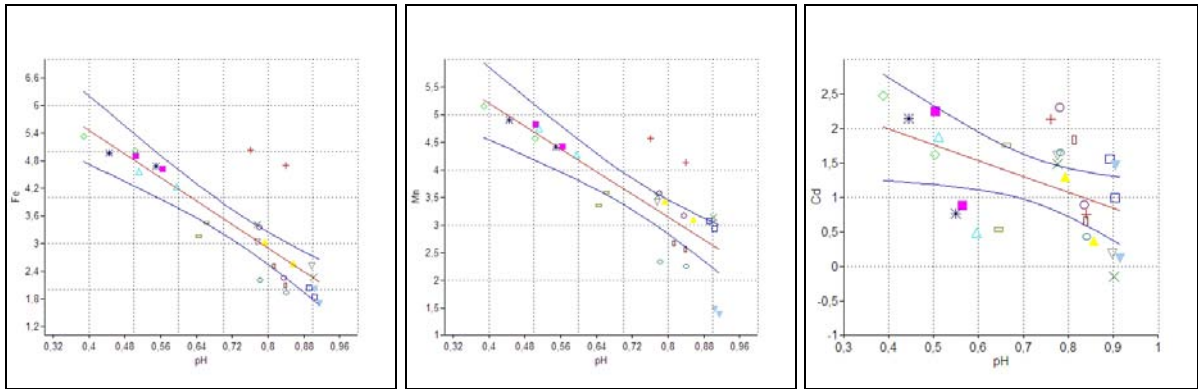
Valorile cele mai mari se înregistrează la mangan și fier, acestea fiind cele mai abundente metale în apele din perimetrul minier Zăghid iar valori mici se înregistrează la cadmiu și plumb. Ordinea abundenței metalelor grele din probele de apă este în următoarea:  $Fe > Mn > Zn > Ni > Cu > Cr > Pb > Cd$

Manganul nu se găsește în stare pură în natură. Totuși, sub formă de diverse combinații, el este dizolvat din roci în concentrații considerabile și astfel este metalul cu concentrația cea mai mare în zona studiată (vezi figura 5.13).



**Figura 5. 13.** Corelația pH-ului cu manganul și principalele specii chimice întâlnite în apa de suprafață și subteran

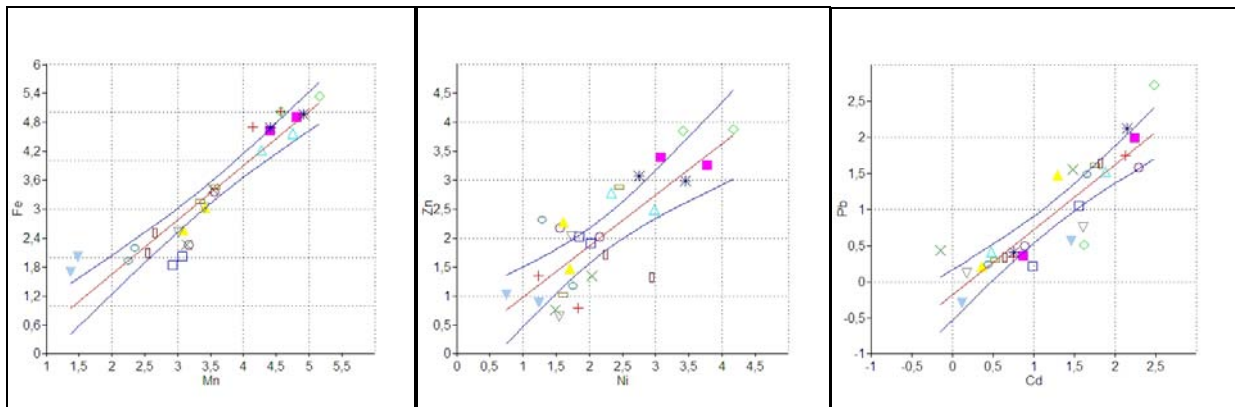
Conținutul de metale din ape este direct influențat de valoarea pH-ului. Cu cât pH-ul este mai acid cu atât conținutul de metale este mai mare. În studiul nostru, am obținut corelații pozitive între pH și metale, precum manganul și fierul, aceste corelații fiind reprezentate în figura 5.14.



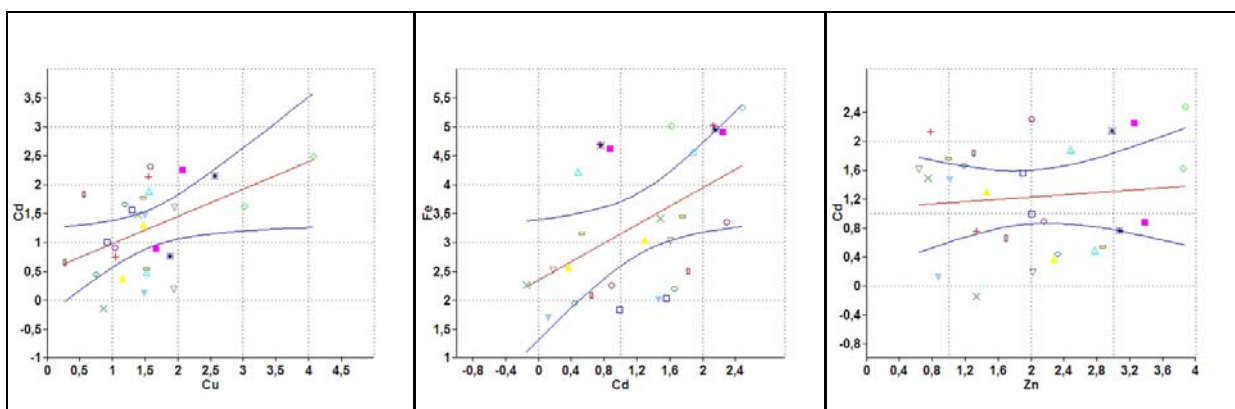
**Figura 5. 14.** Corelații între: pH -Fe, pH -Mn, și pH - Cd

Datele obținute indică o bună corelare între pH - fier ( $R^2 = 0.7210$ ) și pH - mangan ( $R^2 = 0.6814$ ) dar și o corelare negativă între pH și cadmiu ( $R^2 = 0.2472$ ) (vezi figura 5. 33).

Pe baza profilului de diversitate, se observă posibile corelații între conținutul de mangan și fier ( $R^2 = 0.8968$ ), zinc și nichel ( $R^2 = 0,7838$ ), precum și între cadmiu și plumb ( $R^2 = 0,7791$ ) (figura 5. 15). Dar apare o diversitate mare între conținutul de cadmiu și restul metalelor analizate. Corelații negative au fost înregistrate între cadmiu și cupru ( $R^2 = 0,2281$ ), cadmiu și fier ( $R^2 = 0,2366$ ), cadmiu și zinc ( $R^2 = 0,0102$ ) (figura 5. 16) etc.



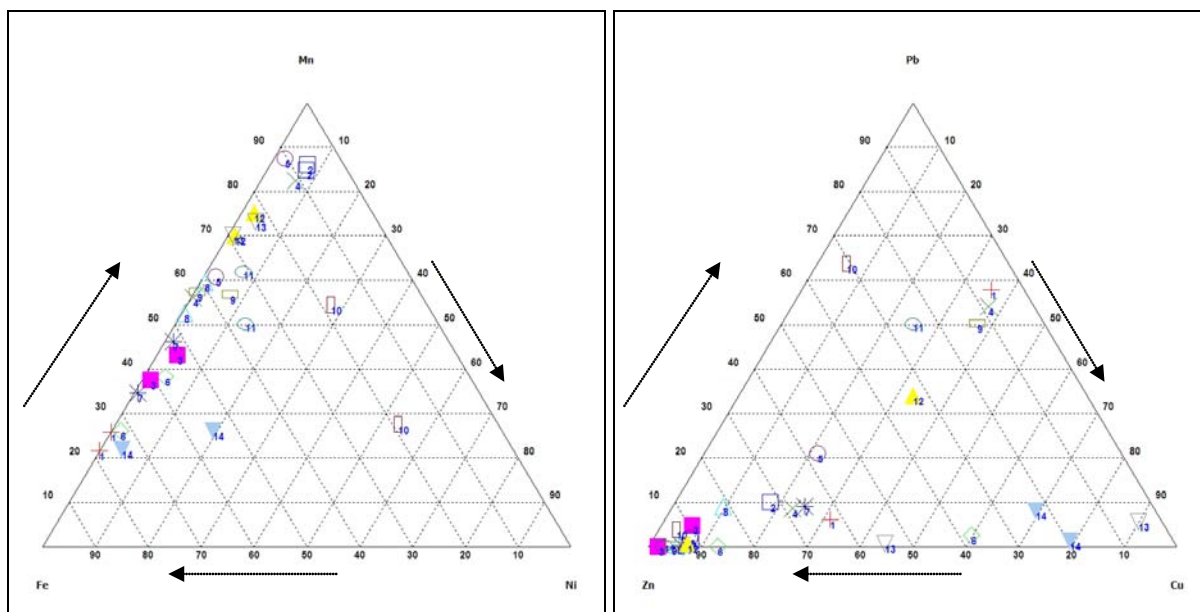
**Figura 5. 15.** Corelații pozitive între: Fe - Mn, Zn - Ni, Pb – Cd



**Figura 5. 16.** Corelații negative între: Fe - Mn, Zn - Ni, Pb - Cd

Din datele prezentate până acum, putem spune că activitatea de exploatare a cărbunelui brun în perimetrul de exploatare Zăghid, a avut un rol negativ cu privire la calitatea apelor deversate.

Diagramele ternare sunt folosite pentru descrierea caracterului chimic al apelor.



**Figura 5. 17.** *Diagrame ternare*

În figura 5.17 sunt reprezentate pe diagrame ternare procente ale metalelor precum Fe, Mn, Ni, Zn, Cu și Pb pentru apele din perimetrul minier Zăghid. Aceste diagrame ne arată caracterul apelor în aria studiată, care este unul fero-mangano-zincos, având subordonat plumb și cupru.

Pe baza Ordinului 161/2006 pentru aprobarea Normativului privind clasificarea calității apelor de suprafață în vederea stabilirii stării ecologice a corpurilor de apă, Pârâul Zăghid în punctele de colectare P.13 și P.14, din punct de vedere al conținutului de metale grele, se încadrează în clasele de calitate prezentate în tabelul 5. 3.

**Tabel nr. 5.3.** *Clasificarea pârâului Zăghid în stări ecologice (în punctele de colectare P.13 (Δ) și P.14(x))*

Nr. Crt.	Elementul (mg/l)	I f. bună	II bună	III moderată	IV slabă	V proastă
1	Cu		x	Δ		
2	Pb	x Δ				
3	Zn	x	Δ			
4	Cd			Δ	x	
5	Fe	xΔ				
6	Ni	x		Δ		
7	Cr <sub>T</sub>	xΔ				
8	Mn	x				Δ

Calitatea pârâului Zăghid, din punct de vedere al conținutului de metale, înregistrează o îmbunătățire pe cursul lui, în aval de perimetrul minier Zăghid, în urma fenomenului de atenuare naturală și datorită aportului tot mai mare de apă necontaminată.



## Analiza metalelor prin Spectrometrie de masă cu plasmă cuplată inductiv - ICP MS

În cadrul Laboratorului de Analize de Mediu ICIA, s-au făcut determinări calitative și cantitative pentru două probe de apă P.6 și P.13, acestea fiind considerate probele cele mai reprezentative. Astfel s-a urmărit evoluția cantităților de metale grele de la gura de mină Zăghid II (P6), până la receptor (P13).

Aparatul folosit în determinare este **ICP – Mass Spectrometer, Perkin Elmer tip ELAN DRC**

### II.

În urma analizei ICP-MS au fost determinate 41 de metale. Pe baza datelor obținute, observăm diferențe semnificative între cele două probe de apă, din punct de vedere al conținutului de metale grele, la fel ca și la rezultatele obținute prin AAS. De asemenea se observă o îmbunătățire semnificativă a calității apei în punctul de recoltare 13, la toate elementele identificate în comparație cu proba 6 (vezi figura 5.18).

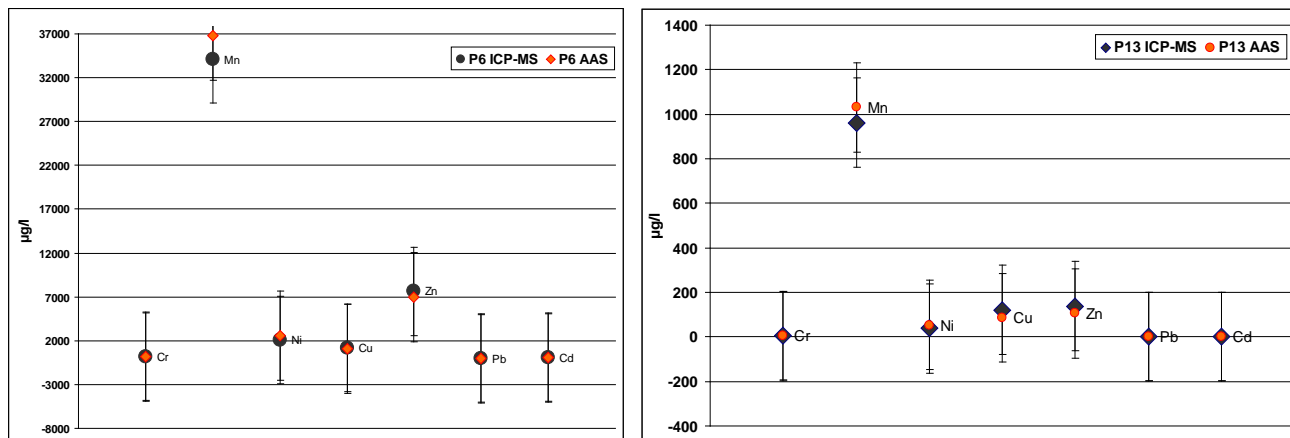


**Figura 5.18.** Conținutul de metale grele identificate prin ICP-MS din apele perimetrului minier Zăghid

Metalele care reprezintă un risc ridicat pentru organismele animale și umane, precum arsenul (As) (CMA= 0,1 mg/l)\*, plumbul (Pb) (CMA=0,2 mg/l), cadmiu (Cd) (CMA=0,2 mg/l) și mercurul (Hg) (CMA=0,05 mg/l), nu prezintă concentrații importante în apa pârâului Zăghid.

În urma comparării rezultatelor obținute prin AAS și ICP-MS, am obținut coeficienți de eroare sub 5%. Acest lucru dovedește o bună procedură de analiză, precum și o foarte bună precizie a metodei dezvoltate de noi, pentru determinarea metalelor prin Spectrometrie de absorbție atomică. Rezultatele comparării celor două metode sunt vizualizate în figura 5.19.

\* CMA-urile sunt redacte din cadrul NTPA 001/2005 din HG 352/2005



**Figura 5. 19.** Intercomparare metodă ICP-MS cu AAS

Pe baza HG 352/2005, cu privire la modificarea și completarea HG 188/2002, pentru aprobarea unor norme privind condițiile de descărcare în mediul acvatic a apelor uzate sunt redată, în continuare, limitele maxime admise de lege pentru metalele analizate în tabelul 5.4.

**Tabel nr. 5. 4.** Concentrația metalelor din probele de apă uzate care se deversează direct în pârâul Zăghid și raportarea acestora la limitele maxime admise de lege

Nr. crt	Element	UM	Valoare/ Proba				CMA NTPA 001/2005
			P. 4 22.11.2009	P. 4 02.04.2010	P. 12 22.11.2009	P. 12 02.04.2010	
1.	Cr <sub>T</sub>	mg/l	0,045	0,010	0,010	0,068	1
2.	Mn	mg/l	<b>3,310*</b>	<b>1,342</b>	<b>2,630</b>	<b>1,210</b>	1
3.	Ni	mg/l	0,030	0,109	0,050	0,040	0,5
4.	Cu	mg/l	0,024	0,007	0,029	0,014	0,1
5.	Zn	mg/l	0,005	0,021	0,029	0,187	0,5
6.	Cd	mg/l	0,030	0,0007	0,019	0,002	0,2
7.	Pb	mg/l	0,035	0,003	0,030	0,001	0,2
8.	Fe	mg/l	2,560	0,177	1,070	0,358	5

\* Valorile care depășesc CMA sunt marcate cu roșu

Se înregistrează depășiri peste limita maximă admisă de lege doar în cazul manganului.

Poluarea, datorată activităților miniere, se păstrează pentru perioade îndelungate în bazinele hidrografice. Adesea se consideră că atunci când activitatea minieră a încetat, problemele de poluare au dispărut. Însă, punctele miniere abandonate conțin mari cantități de deșeuri cu conținut ridicat de metale, care prin drenajul de către apele din precipitații, sunt preluate și reintroduse în circuitul acvatic. De aceea, punctele miniere abandonate constituie surse permanente de poluare ale râurilor, cel puțin la fel de importante ca operațiile miniere aflate în funcțiune.

### 5. 1. 6. Impactul exploatărilor asupra solului și subsolului

Activitățile de extracție la zi și subteran ale cărbunelui brun în perimetrul Zăghid au determinat efecte asupra solului, manifestate prin:

#### a) Efecte datorate depozitării sterilului

Substanțele reziduale solide sunt constituite în principal din sterilul rezultat din descopertare și o cantitate mică de sol fertil. Sterilul este constituit din stratul de roci acoperitoare ale stratului de cărbune, din intercalațiile argiloase și din cantități reduse de cărbune (figura 5. 20.).



**Figura 5. 20.** Depozite de steril din perimetrul minier Zăghid

Sterilul rezultat în urma executării lucrărilor de deschidere al zăcământului a fost depozitat în două halde de steril situate în vecinătatea incintei miniere. Depozitele de steril s-au format pe un versant cu înclinare redusă, la cca. 10 m de albia pârâului Zăghid. În extremitatea sudică, halda de steril a blocat parțial cursul pârâului, creându-se în spatele depozitului de steril o mică acumulare de apă.

#### b) Efectele datorate excavărilor

Exploatări prin lucrări miniere subterane a stratelor de cărbune brun la minele Zăghid I și II au produs scufundări specifice a suprafeței spațiului exploatat. Evoluția și amploarea proceselor de scufundare au fost diminuate de dispunerea orizontală a stratelor.

Scufundări de cca. 4 m, apărute datorită exploatărilor subterane, au dat naștere la degradări ale terenului prin apariția alunecărilor de teren și a prăbușirilor pe suprafețe de 4 ha, respective 1.5 ha (vezi figura 5. 21 A, B, C).



**Figura 5. 21.** A – prăbușire, B - alunecare de teren, C – Cădere de material în cadrul carierei Zăghid Vest (râpa de desprindere a unei alunecări de teren)

Distrugerea solului prin diverse lucrări de excavare constituie una dintre cele mai grave forme de deteriorare a solului, în cazul exploatărilor miniere la zi. Timpul de refacere al stratului vegetal de pe terenurile afectate de acest tip de exploatare este foarte îndelungat.

*d) Efecte datorate asecărilor*

Procesele de asecare generale și locale, intense la Zăghid, au făcut să apară în această zonă fenomene de tasare prin subsidență.

De asemenea, o influență certă, greu de cuantificat, a avut procesul de asecare asupra evoluției pedogenetice a zonei, prin scăderea vitezei de formare a solurilor și creșterea eroziunii eoliene datorită variațiilor mari ale regimului hidric din sol, pe suprafețele neocupate de pădure.

Aparițiile ravenelor sunt favorizate de fenomenele de asecare care distrug sau rarefiază covorul vegetal.

## **ANALIZE FIZICO – CHIMICE REALIZATE PE PROBE DE SOL ȘI STERIL**

### **Prelevarea probelor de sol și steril**

Pentru a analiza situația actuală a calității solului și a impactului produs de exploatarea cărbunelui în perimetrul minier Zăghid asupra solului, s-au prelevat 9 probe din depozitele de steril de pe întreaga suprafață afectată de exploatare și 3 probe de sol, dintre care 2 sunt prelevate din afara suprafeței afectate de exploatare (figura 5. 22). Aceste două probe de sol (J și K) sunt considerate ca probe martor.

Recoltarea probelor de sol și steril s-a făcut în pungi de plastic, cu ajutorul unei spatule de plastic. Adâncimea de la care s-au recoltat probele a fost la 10–15 cm.

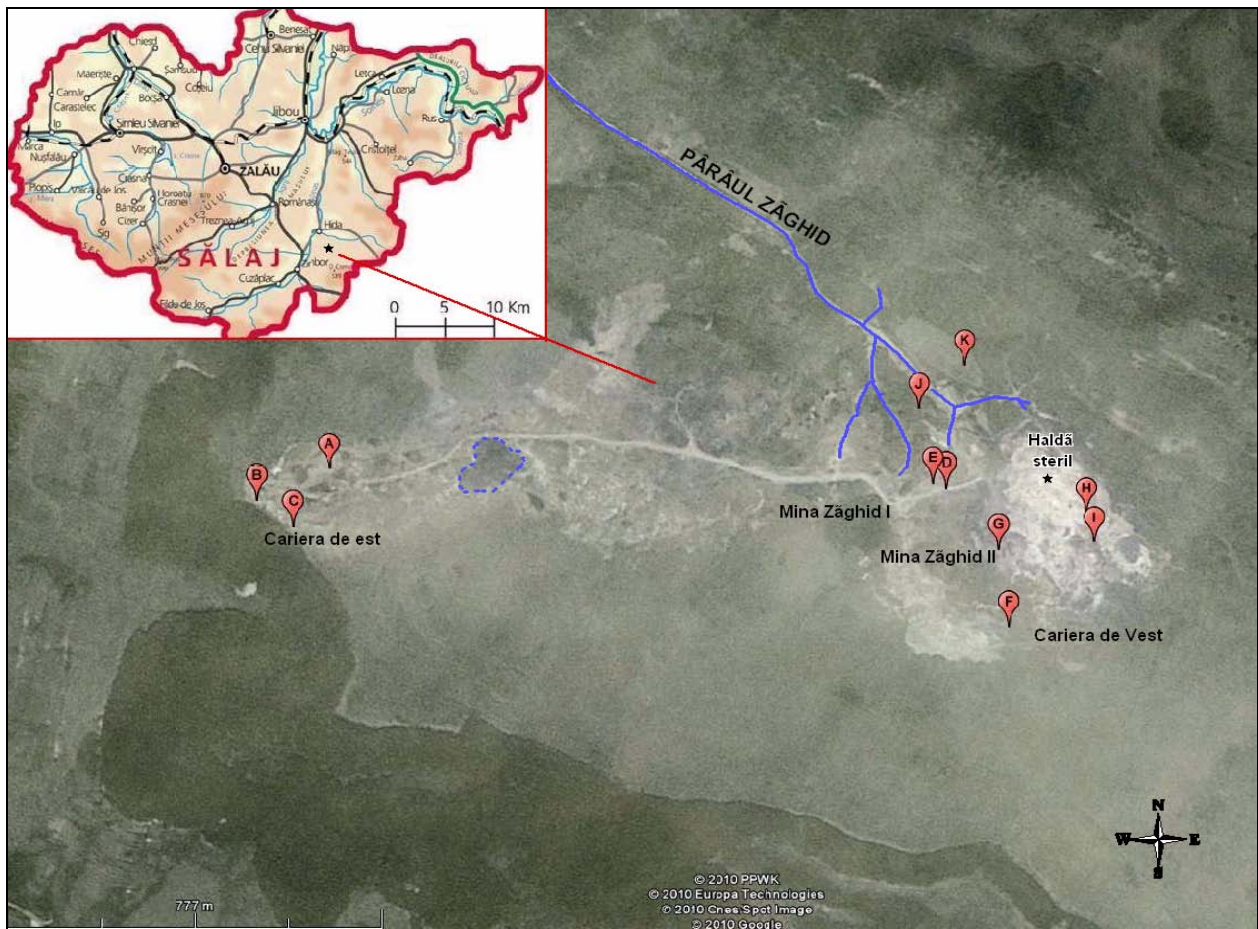


Figura 5. 22. Localizarea punctelor de recoltare a probelor de steril și sol

### Determinarea pH-ului probelor de sol și steril

Pentru a determina pH-ul solului/sterilului s-au prelevat 11 probe de pe toată suprafața perimetrului de exploatare. Au existat două etape de recoltare: 22.11.2009 și 2.04.2010.

Pentru determinarea pH-ului, probele de sol și steril au fost prelucrate conform SR ISO 10390. Din punct de vedere al pH-ului, probele analizate, cu excepția celor două probe de sol martor (J și K) sunt caracterizate ca foarte acide, până la acide. Probele de sol martor prezintă caracter neutru.

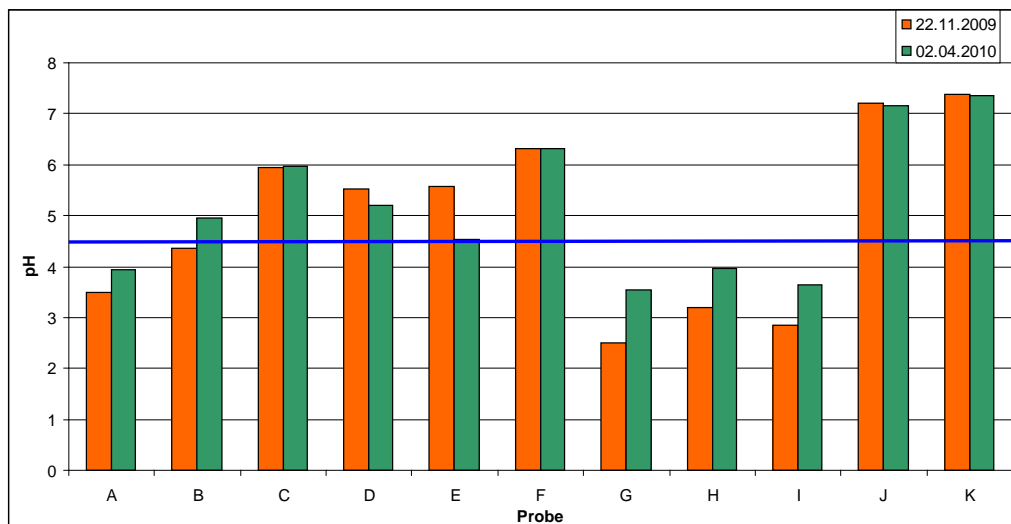


Figura 5. 23. pH-ul probelor de sol și steril

Pe baza rezultatelor de pH pe care le-am obținut, putem spune că nu există o contaminare acidă a solului din vecinătatea perimetrului de exploatare (figura 5. 23).

### Determinarea metalelor grele din sol și steril

Pentru a putea determina conținutul de metale grele din sol și steril prin metoda AAS (cu ajutorul aparatului ZeEnit) a fost necesară extracția lor în soluție apoasă. Mineralizarea probelor s-a făcut conform SR ISO 11466 prin extracție cu apă regală (3 părți HCl: 1 parte HNO<sub>3</sub>).

Calitatea solului în unele puncte investigate depășește cu mult valorile normale la metale grele, dar sunt sub valorile pragului de alertă și de intervenție definite prin Ordinul 756/97, după cum reiese din tabelul 5.5 .

**Tabel nr. 5. 5.** Conținutul în metale grele a solului și sterilul din perimetrul minier Zăghid, compararea rezultatelor obținute cu V.N. \*, P.A. \*\* și P.I. \*\*\* - pentru sol

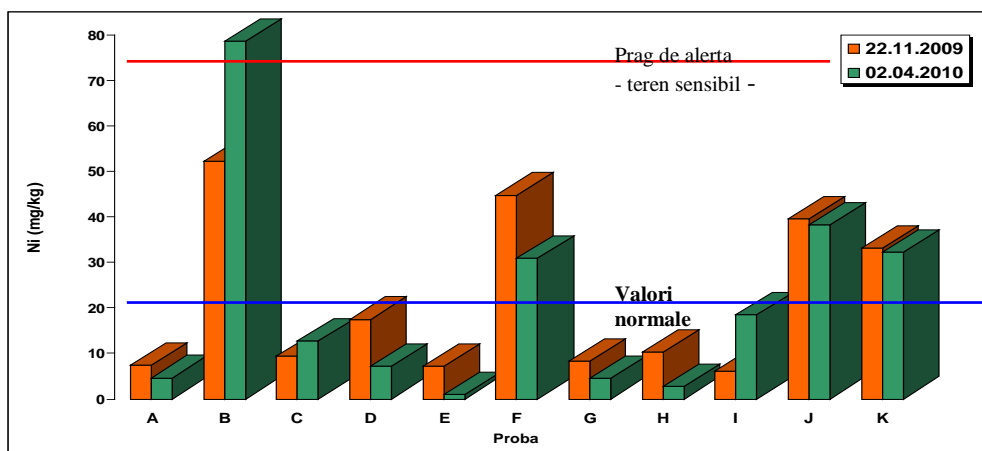
Proba	Concentrație mg/kg							
	Cu	Pb	Zn	Cd	Fe	Ni	Cr <sub>T</sub>	Mn
<b>Data: 22.11.2009</b>								
A	25,62	30,52	80,35	0,60	15260	7,35	15,64	50,34
B	32,15	13	89,33	2,01	3516,66	52,20	31,56	730,33
C	8,66	4,1	25	0,80	7280	9,46	14,73	71,66
D	13,5	16,13	134,66	1,10	27166,66	17,5	16,4	86,33
E	16,36	22,73	31,66	0,50	12953,33	7,26	7	24,66
F	23,43	29,4	60,66	1	29020	44,76	14,73	798,66
G	25,4	32,5	53,33	0,46	13280	8,33	9,4	43
H	15,56	20,03	29,80	0,45	11356	10,21	8,06	20,56
I	13,46	20,16	24,66	0,68	12683,33	6,2	4,4	21
J	15,23	7,02	50,20	0,70	4923	39,56	27,26	70,35
K	13,36	6,05	46,24	0,40	5026	33,10	25,40	84,72
<b>Data: 02.04.2010</b>								
A	23,12	25,70	50,11	0,42	15504,49	4,65	12,19	40,32
B	44,21	12,30	63,91	1,77	5974,49	78,66	34,68	905
C	6,83	4,2	42,61	0,73	6167,83	12,66	13,99	80,20
D	10,17	12,56	37,78	0,40	23040,49	7,18	10,65	75,32
E	10,99	30,24	23,45	0,28	5514,49	0,99	4,31	20,30
F	11,79	36,45	46,98	0,52	33784,49	30,95	22,48	850
G	7,71	29,56	14,72	0,30	5127,83	4,49	6,67	29
H	13,88	18,92	34,54	0,33	4984,49	2,86	8,41	17,50
I	36,51	15,05	16,58	0,53	5327,83	18,48	13,98	34,20
J	20,53	7,56	68,78	0,75	5771,16	38,23	24,40	85,70
K	17,30	4,92	58,20	0,45	5900	32,20	31,60	90,23
V. N.	20	20	100	1		20	30	900
P. A.	100	50	300	3		75	100	1500
P. I.	200	100	600	5		150	300	2500

\*V. N. - Valori normale, \*\*P. A. - Prag de alertă pentru tipuri de folosințe sensibile,

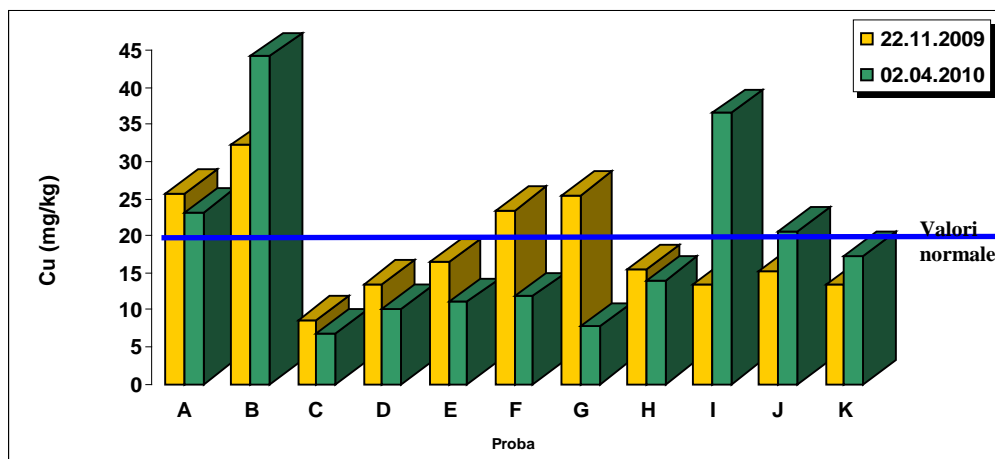
\*\*\*P. I. - Prag de intervenție pentru tipuri de folosințe sensibile.

Concentrații crescute de metale grele în soluri, împreună cu un pH acid, sunt susceptibile de a spori asimilarea de metale grele de către plante și om, ceea ce prezintă un risc ridicat pentru sănătatea oamenilor care consuma produsele agricole contaminate.

În urma comparării rezultatelor obținute cu valorile normale și pragurile de alertă, putem observa că, nichelul și cuprul depășesc cu mult valorile normale stabilite de legislația în vigoare, având concentrații apropiate de pragurile de alertă (figurile 5.24 și 5.25).



**Figura 5.24.** Conținutul de Ni din probele de sol și steril din perimetrul minier Zăghid



**Figura 5.25.** Conținutul de Cu din probele de sol și steril din perimetrul minier Zăghid

Probele de sol martor (J și K), prelevate de la distanța de 100 m și respectiv 200 m de perimetrul de exploatare minieră, prezintă un conținut foarte mic de metale grele în comparație cu probele de steril din cadrul perimetrului minier. Aceasta sugerează că, nu există o contaminare evidentă a solurilor cu metale grele din vecinătatea exploatării miniere.

Datele statistice privind conținutul de metale grele din probele de sol și steril, evidențiază o variație mare a concentrațiilor, în funcție de fondul pedogeochimic a locului de colectare.

Principala sursă de poluare cu metale grele în aria studiată, atât a solului cât și a apei, o reprezintă substanța utilă adusă la suprafață prin procesul de exploatare și sterilul depus în haldele de steril. Probele cu un conținut semnificativ de cărbune prezintă concentrații mari la metale ca: Fe, Mn, Ni și Zn.

## DETERMINAREA ELEMENTELOR RADIOACTIVE DIN PROBELE DE STERIL ȘI CĂRBUNE

Exploatările de cărbuni aduc la suprafață o parte din radioactivitatea din scoarța terestră, urmând ca aceasta să fie mai mare decât cea de la suprafață (COSMA ET. AL., 2007). Se consideră că radioactivitatea cărbunilor este dată în principal de conținutul de  $^{238}\text{U}$ ,  $^{232}\text{Th}$  și  $^{40}\text{K}$  (peste 80%) (MAUNA ET MAUNA-AREN, 2008).

Elementele radioactive identificate în probele de steril și cărbune din perimetrul studiat sunt:  $^{238}\text{U}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{40}\text{K}$ ,  $^{226}\text{Ra}$  și  $^{210}\text{Pb}$ .

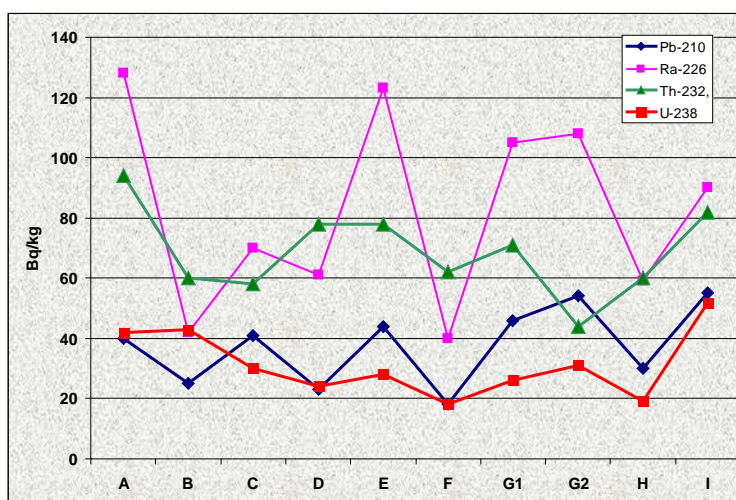
Măsurătorile s-au efectuat cu ajutorul unui **spectrometru multicanal ORTEC Digidart**.

### Prezentarea rezultatelor

S-au măsurat activitățile radionuclizilor  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{40}\text{K}$  și  $^{238}\text{U}$  din 10 probe din cadrul perimetrului minier Zăghid. Rezultatele pe care le-am obținut sunt redată în tabelul 5. 6.

**Tabel nr. 5. 6. Activitatea radionuclizilor identificați în probele de steril și cărbune**

Nr. crt.	Proba	Descriere	$^{210}\text{Pb}$	$^{226}\text{Ra}$	$^{232}\text{Th}$	$^{40}\text{K}$	$^{238}\text{U}$
			Bq/kg*				
1.	A	cărbune (cu cantități mici de argilă nisipoasă )	40	128	94	693	42
2.	B	cărbune (din afloriment)	25	42	60	544	43
3.	C	argilă prăfoasă nisipoasă	41	70	58	670	30
4.	D	argilă nisipoasă	23	61	78	512	24
5.	E	argilă nisipoasă	44	123	78	700	28
6.	F	argilă nisipoasă	18	40	62	507	18
7.	G <sub>1</sub>	argilă nisipoasă + cărbune	46	105	71	625	26
8.	G <sub>2</sub>	cărbune (din haldă)	54	108	44	382	31
9.	H	argilă nisipoasă plastică	30	59	60	563	19
10.	I	argilă nisipoasă + cărbune	55	90	82	483	52



**Figura 5. 26. Valorile activităților radionuclizilor  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{40}\text{K}$  și  $^{238}\text{U}$  în perimetrului minier Zăghid**

\* Bq/kg – unitate de radioactivitate, reprezintă o dezintegrare /s.



Din datele obținute, observăm că probele de cărbune (A, G<sub>2</sub>) și probele de steril cu un conținut mare de cărbune (A, G<sub>1</sub>, I), au o activitate mai mare a radionuclizilor în comparație cu probele de sol (argilă nisipoasă) (figura 5.26). De asemenea, există un dezechilibru între <sup>238</sup>U și <sup>226</sup>Ra, datorită transportului geochimic, ambele elemente fiind afectate de procesul de migrare.

Radionuclidul <sup>226</sup>Ra atinge valori relativ mari (alături de <sup>238</sup>U, <sup>232</sup>Th cu valori mai mici), în câteva din probele analizate. El poate fi oarecum controlat prin stocarea sterilului în condiții de siguranță pentru reducerea la maxim a impurificării apei. Deoarece în momentul în care <sup>226</sup>Ra ajunge în organismul uman este metabolizat și stocat în sistemul osos pe toată durata vieții.

Comparând rezultatele obținute de noi (din perimetrul minier Zăghid) cu cele obținute în Oltenia (MAUNA ET MAUNA-AREN, 2008; COSMA ET AL., 2009), observăm că în perimetrul minier Zăghid, cărbunii prezintă o radioactivitate aproximativ dublă la <sup>232</sup>Th și <sup>40</sup>K, față de lignitul din Oltenia. În schimb <sup>238</sup>U și <sup>226</sup>Ra au o activitate mai scăzută în perimetrul studiat de noi.

Chiar dacă elementele radioactive nu ajung în apă, particulele materiale (încărcate cu elemente radioactive) de pe suprafața haldelor de steril pot ajunge în atmosferă, datorită curenților de aer. Pentru a reduce contaminarea la minim, este necesară acoperirea haldelor cu un strat de sol fertil și înierbarea lor.

## **5. 2. EXPLOATĂRILE MINIERE DIN ZONELE ADIACENTE ȘI IMPACTUL ASUPRA MEDIULUI (zone reabilitate)**

Analiza impactului asupra mediului la aceste exploatare a urmărit evaluarea eficienței lucrărilor executate, evidențierea efectelor pozitive și negative asupra mediului. Informațiile rezultate pot ajuta la îmbunătățirea stării calității mediului de la exploatarele Cristolțel și Teștioara și la derularea mai eficientă a lucrărilor de reabilitare în perimetrul Zăghid.

### **5. 2. 1. Mina Cristolțel**

Depozitele sedimentare din perimetrul Cristolțel aparțin Eocenului, Oligocenului, Miocenului și Cuaternarului. În cadrul minei Cristolțel s-au exploatat stratele de cărbuni X, XI, XII din Formațiunea Valea Almașului, corespondentă cu Formațiunea de Sâncraiu și Formațiunea de Dealu Cotului din aria Zăghid - Hida.

Exploatarea cărbunelui brun la mina Cristolțel a început în anul 1940 și a continuat până în 1998, când mina a intrat în procesul de conservare-închidere.

Depozitarea sterilului rezultat din activitățile de extracție s-a făcut la suprafață, în zone special amenajate (VARGA, 2010 a).

Haldele de steril aferente minei Cristolțel în care s-a făcut depozitarea sunt:

- Halda steril 1, situată în continuarea incintei miniere;
- Halda steril 2, situată vis-a-vis de accesul în cadrul sectorului minier;

- Halda Veche, situată în intravilanul comunei Cristolț la aproximativ 1 km de sediul central al fostei IM Surduc;

- Halda Pogor, situată în intravilanul comunei Surduc.

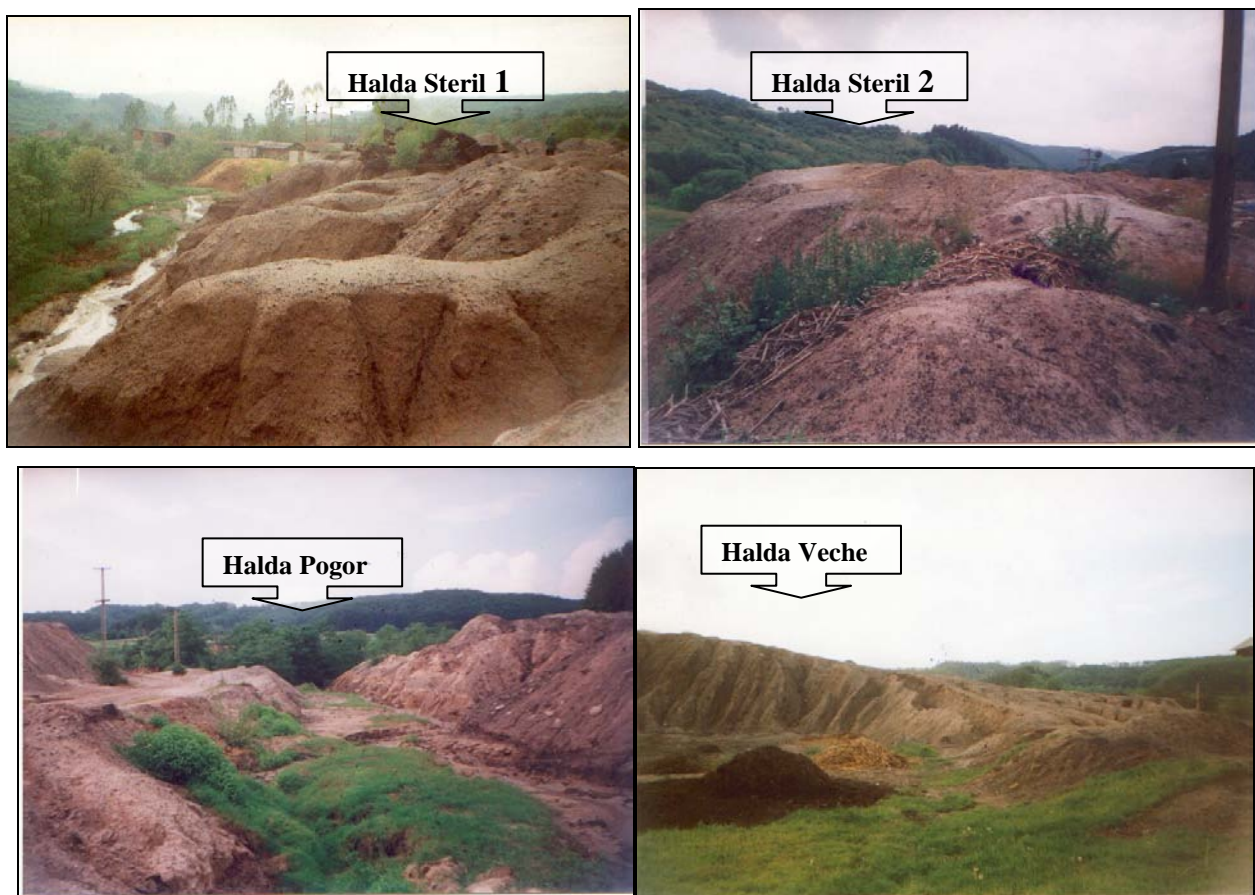
### 5. 2. 1. 1. Efectele asupra mediului în perimetrul minier Cristolțel

#### A. Efecte datorate excavărilor subterane

Exploatarea cărbunelui brun în subteran la mina Cristolțel a determinat scufundări specifice ale suprafeței spațiului exploatat. Mărimea acestor scufundări este de ordinul metrilor. Nu au luat naștere la suprafață deformări rupturale directe cu fracturi deschise și praguri.

#### B. Efecte datorate depozitării sterilului

Efectele datorate depozitării de steril în halde, a contribuit în principal la poluarea solului și a apelor, precum și la degradarea peisajului datorită amplasării acestor halde (vezi figura 5.27).



**Figura 5. 27.** Haldele de steril din cadrul exploatării miniere Cristolțel înainte de reconstrucție (Foto:Rodica Ciurte)

#### C. Efecte datorate asecărilor

Procesele de asecare generale și locale au făcut să apară în zona asecată fenomene de tasare prin subsidență. O influență asupra evoluției pedogenetice a zonei a avut procesul de asecare, prin scăderea vitezei de formare a solurilor și creșterea eroziunii eoliene datorită variațiilor mari ale regimului hidric din sol.

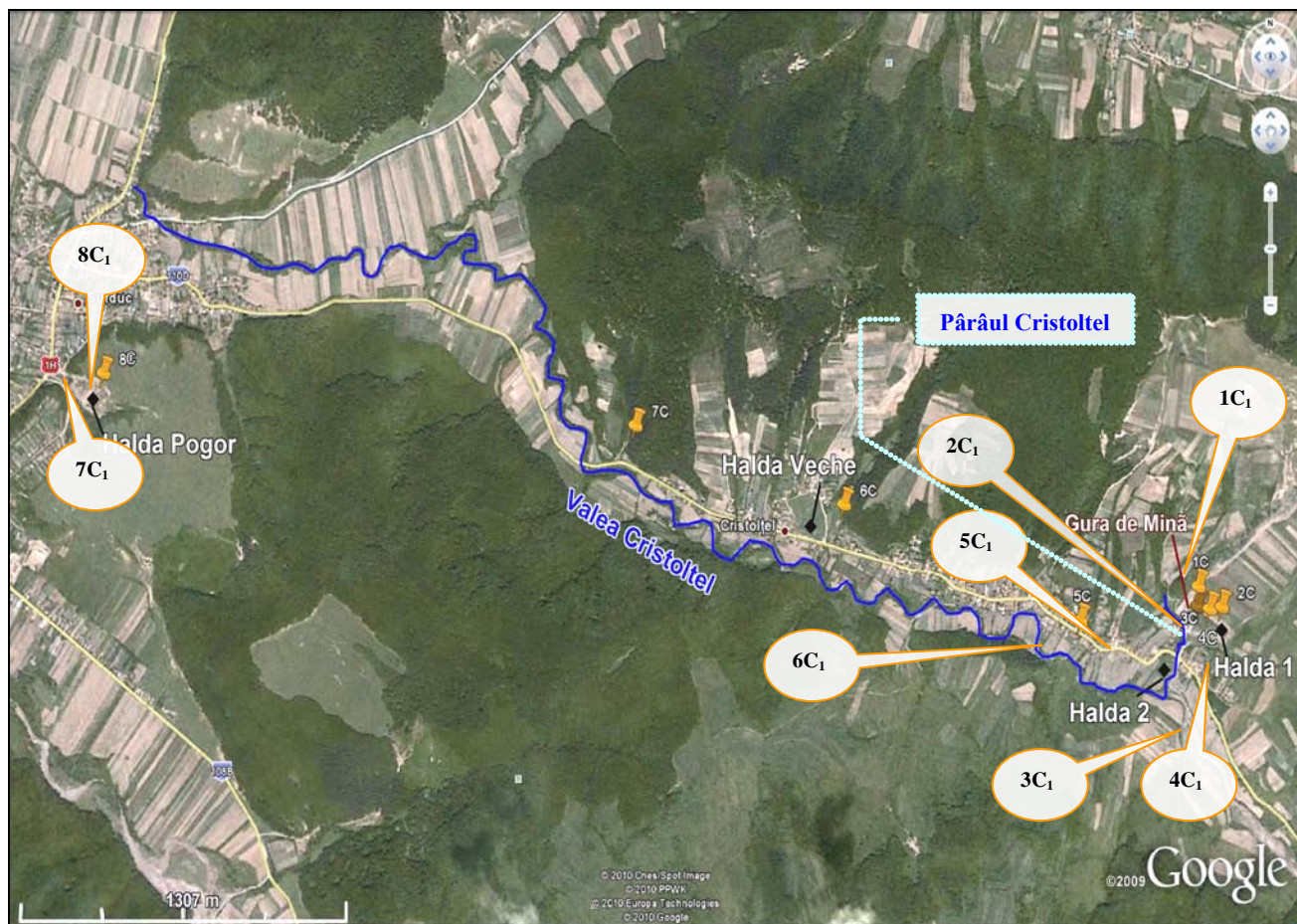
#### D. Efectele lucrărilor asupra calității apelor

Calitatea apelor este determinată îndeosebi, de chimismul rocilor în care sunt cantonate.

Pentru a monitoriza situația actuală a apelor din perimetrul minier Cristolțel, după o perioadă semnificativă de la încheierea lucrărilor de reconstrucție ecologică, s-au recoltat probe de apă de mină, apă de fântână și de suprafață (Valea Cristolțel), la distanțe diferite de punctul de deversare al apelor de mină, atât în amonte cât și în aval de sursa de poluare, pentru a urmări evoluția calității apelor.

Pentru analiza calității apelor, au fost recoltate opt probe de apă în data de 30.07.2010 din următoarele locații: probele 1C, 2C, 3C, 4C – apă de mină din apropierea incintei miniere, probele 5C, 7C – apă naturală de pe cursul Văii Cristolțel, proba 6C – apă pluvială care spală Halda veche, proba 8C – apă pluvială scursă prin crăpăturile haldei Pogor.

Cea de-a doua campanie de recoltare a probelor de apă (10.09.2010) a vizat și prelevarea de apă de fântână, atât în aval cât și în amonte de exploatarea minieră. Descrierea probelor recoltate: 1C<sub>1</sub> – apă pluvială amonte halda 1, 2C<sub>1</sub> – apă uzată aval haldă 1 și acces mină, 3C<sub>1</sub> – Valea Cristolțel în amonte de exploatare, 4C<sub>1</sub> – apă fântână amonte de exploatare, 5C<sub>1</sub> – apă fântână aval de exploatare, 6C<sub>1</sub> – Valea Cristolțel în aval de exploatare, 7C<sub>1</sub> și 8C<sub>1</sub> – apă pluvială aval halda Pogor. Punctele de recoltare a probelor de apă sunt redată în figurile 5.28 și 5.29.



**Figura 5. 28.** Perimetrul minier Cristolțel – locația punctelor de recoltare a probelor de apă,



**Figura 5. 29. Principalele puncte de recoltare a probelor de apă**

Dacă luăm în considerare pH-ul apelor putem spune că acesta a înregistrat o îmbunătățire semnificativă după lucrările de reconstrucție, în momentul de față încadrându-se în normativele în vigoare, cu excepția punctului de recoltare din cadrul Haldei Pogor (8C, 7C<sub>1</sub> și 8C<sub>1</sub>). Valorile pH-ului de 3,83 respectiv 3,65; 4,42 identificate în levigatul de pe halda Pogor, denotă faptul că lucrările de reabilitare nu au reușit izolarea sursei poluante, haldele cu conținut de metale grele și procesele de DAM făcându-se simțite în continuare.

Analiza metalelor grele s-a făcut cu un Spectrometru de Absorbție Atomică, ZeEnit 700, iar rezultatele obținute sunt redată în tabelul nr. 5. 7.

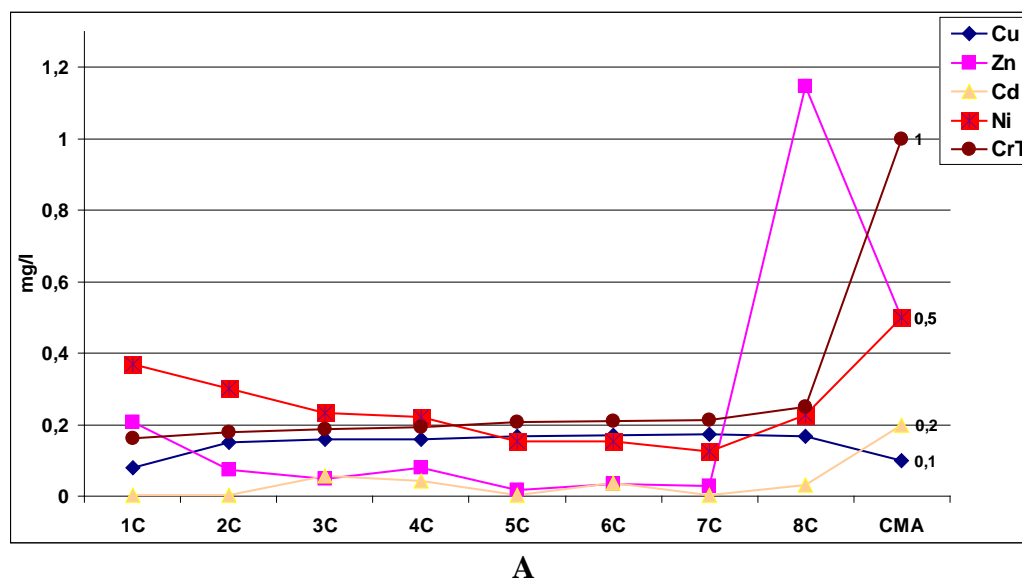
**Tabel nr. 5. 7. Nivelul de metale grele din apele perimetrului minier Cristolțel (2010)**

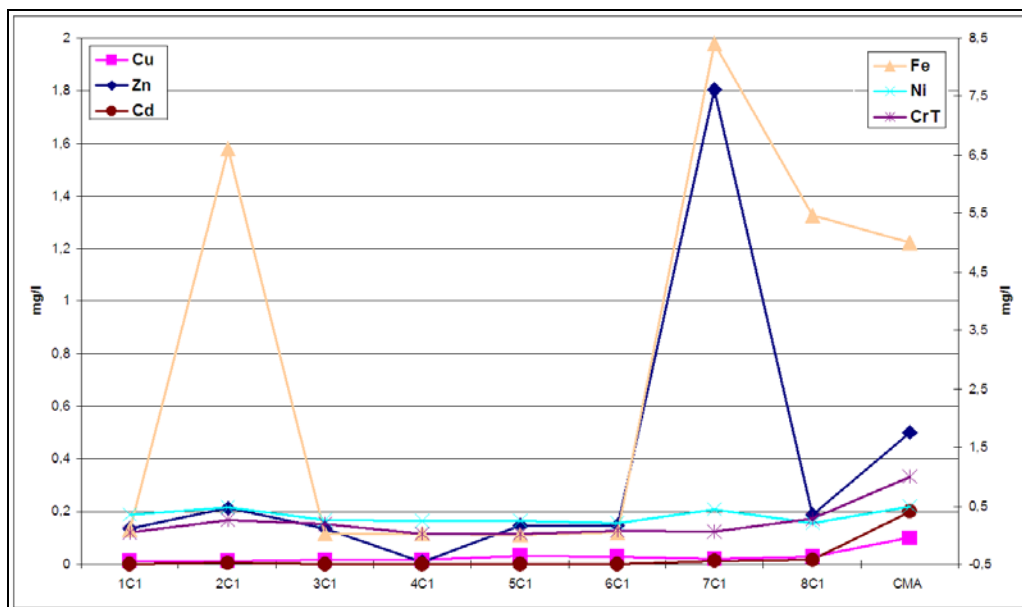
Proba	Concentrație mg/l					
	Cu	Zn	Cd	Fe	Ni	Cr <sub>T</sub>
<b>Data: 30.07.2010</b>						
1C	0,0789	0,2070	0,0028	0,8314	0,3678	0,1620
2C	0,1517*	0,0740	0,0033	1,9300	0,3006	0,1784
3C	0,1579	0,0480	0,0580	1,5310	0,2322	0,1874
4C	0,1579	0,0801	0,0434	8,6430	0,2203	0,1935
5C	0,1669	0,0178	0,0027	0,0508	0,1535	0,2063
6C	0,1710	0,0330	0,0378	4,0690	0,1525	0,2091
7C	0,1718	0,0290	0,0019	0,0468	0,1236	0,2136
8C	0,1686	1,1470	0,0321	75,5200	0,2258	0,2502

Data: 10.09.2010						
1C <sub>1</sub>	0,0110	0,1380	0,0017	0,0890	0,3390	0,0363
2C <sub>1</sub>	0,0125	0,2142	0,0041	6,6120	0,4805	0,2526
3C <sub>1</sub>	0,0155	0,1350	0,0016	0,0199	0,2663	0,1930
4C <sub>1</sub>	0,0177	0,0091	SLD**	0,0190	0,2353	0,02620
5C <sub>1</sub>	0,0338	0,1495	SLD	0,0128	0,2400	0,02580
6C <sub>1</sub>	0,0279	0,1483	SLD	0,0418	0,2037	0,0685
7C <sub>1</sub>	0,0194	1,8040	0,0137	8,4180	0,4303	0,0588
8C <sub>1</sub>	0,0278	0,1868	0,0150	5,4730	0,2056	0,2731
CMA apă uzată NTPA 001/2005	0,1	0,5	0,2	5	0,5	1
CMA apă potabilă	0,1	0,005	0,005	0,2	0,02	0,05

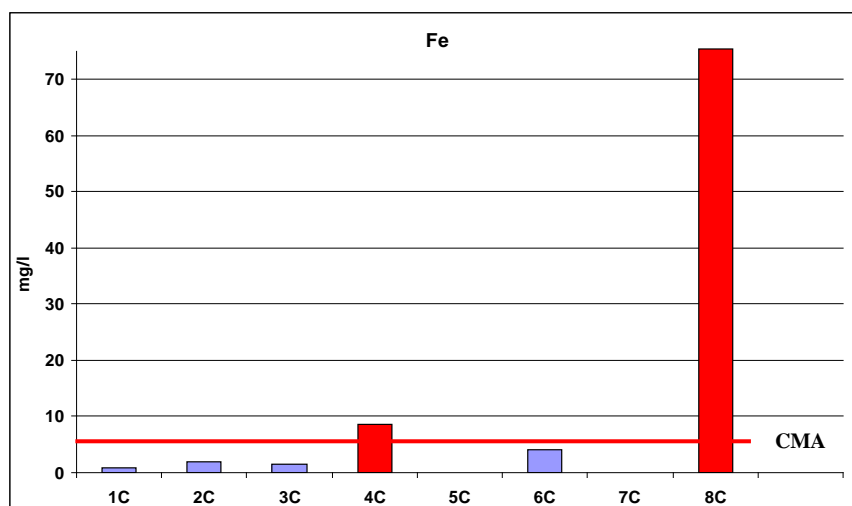
\* Valorile scrise cu roșu sunt cele pentru care elementele depășesc CMA, \*\*SLD – sub limita de detecție

Datele obținute indică un conținut ridicat de Cu în toate probele analizate în data de 30.07.2010, cu depășiri ale concentrației maxime admise de lege. Valorile determinate la indicatorul Fe demonstrează, în general, o bună izolare a vechilor halde de steril, cu excepția haldei Pogor (8C), în care concentrația maximă de Fe este de 75,52 mg/l aceasta putându-se corela cu pH-ul de 3,83 (fenomen DAM). Se depășește valoarea maximă admisă de lege pentru indicatorul Fe în punctele de recoltare 4C, 8C respectiv 2C<sub>1</sub>, 7C<sub>1</sub>, 8C<sub>1</sub> (figura 5. 30 B, C). Se mai observă depășiri a CMA la elementele Cu și Zn în cadrul levigatului de la halda Pogor (figura 5. 30 A).





**B**



**C**

**Figura 5. 30.** Concentrațiile metalelor grele (Cu, Zn, Cd, Ni, Cr) din apele perimetrului Cristolțel și compararea cu CMA

**A** - (Data:30.07.2010); **B** -(Data:10.09.2010);

**C** - Concentrațiile de Fe în apele perimetrului Cristolțel (Data:30.07.2010)

Datorită lucrărilor de reconstrucție necorespunzătoare, apele provenite din precipitații și care se infiltrează în crăpăturile haldelor de steril, produc în continuare o poluare continuă a apelor de suprafață, în mod special cu Fe.

Din cauza gradului ridicat de diluție al Văii Cristolțel, care reprezintă receptorul pârâului cu același nume (în care se deversează direct apele de mină din subteran și levigatul de pe halda 1 și 2), concentrația de Fe scade semnificativ iar valoarea pH-ului se îmbunătățește

### 5. 2. 1. 3. Reabilitarea ecologică efectuată la mina Cristolțel

În cadrul acestui perimetru au avut loc lucrări de amenajare ale haldelor prin remodelare și

reprofilare care să confere stabilitate, precum și prevenirea erodării acestora prin ziduri de sprijin. De asemenea, a avut loc amenajarea cursurilor de apă de la baza haldelor, redarea la starea inițială a terenului prin acoperire cu sol vegetal și însămânțarea vegetației și aplicarea de îngrășăminte.

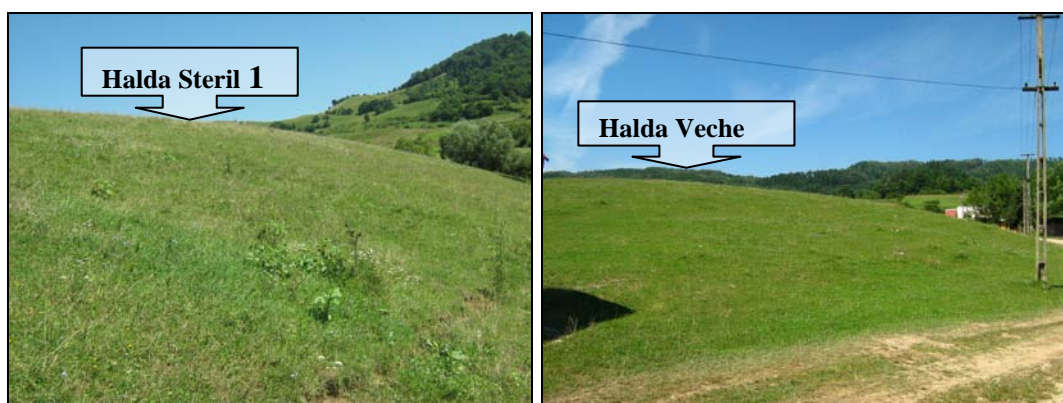
La halda Pogor în perimetrul Cristolțel, se pot observa fenomene serioase de eroziune la baza haldei, care avansează spre vârful acesteia, deteriorări ale zidului de sprijin și ale digului din gabioane, o insuficientă consolidare a materialului haldat și o insuficientă înierbare a terenului, chiar și în momentul actual (vezi figura 5. 31) (VARGA, 2010 b).



**Figura 5. 31.** Halda Pogor după reconstrucție (2010)

Apa pârâului învecinat cu halda Veche, precum și apele pârâului învecinat cu halda 1 și 2 prezintă atât în aval cât și în amonte, depășiri ale cuprului și fierului. Astfel, se propune realizarea unei epurări biologice, constând în amenajarea unor mici lacuri naturale (mlaștini). Flora acvatică va favoriza epurarea apelor cu suspensii minerale pe care le reține formând nămol activ.

Figura 5.32 reprezintă imagini cu haldele de steril unde reabilitarea a avut mai mult succes, ca de exemplu, la halda Veche și la halda 1.



**Figura 5. 32.** Imagini după reconstrucția perimetrul minier Cristolțel,

În concluzie, pentru viitoarele proiecte de reconstrucție este necesară prevenirea unor situații de acest gen (Halda Pogor - Cristolțel) prin investigarea corespunzătoare și stabilirea măsurilor de reconstrucție, precum și prin monitorizarea post execuție a lucrărilor. De asemenea, se impune controlul mai strict a execuției lucrărilor propuse (VARGA, 2008).

## 5. 2. 2. Mina Teștioara

Zăcământul Teștioara face parte din bazinul carbonifer Teștioara – Cristolțel - Surduc.

Formațiunea de Valea Almașului cantonează stratele de cărbune brun și anume, stratele X, XI și XII. Mina Teștioara a exploatat numai stratul XI de cărbune, acesta fiind omogen constituit din cărbune brun lucios, sfărâmicios, cantonat în gresii slab cimentate.

Exploatarea cărbunelui brun la mina Cristolțel a început în anul 1940 și a continuat până în 1998.

### 5. 2. 2. 1. Efecte asupra mediului datorate exploatării

Substanțele reziduale solide sunt constituite în principal, din steril, cenușă și diferite reziduuri solide rezultate din procesele tehnologice de bază și activitățile auxiliare ce s-au desfășurat în legătură cu exploatarea zăcământului de cărbune din zonă.

Depozitarea sterilului rezultat din executarea lucrărilor miniere s-a făcut la suprafață, în halda din vecinătatea microincintei (figura 5. 33).



**Figura 5. 33.** *Haldă de steril din cadrul perimetrului minier Teștioara, înainte de reconstrucție*

Sterilul rezultat din procesul de extracție al cărbunelui brun este constituit din roci marnoase, argile și argile marnoase aflate în alcătuirea stratelor geologice din vecinătatea stratului de cărbune.

S-au observat efecte de scufundare ale terenurilor în zonele exploatate în subteran, la adâncimi mai mici de 50 m.

Calitatea apelor de mină evacuate în pârâul Teștioara era determinată în principal de chimismul rocilor în care sunt cantonate.

#### *Situația actuală a apelor din cadrul perimetrului minier Teștioara*

Pentru a evalua situația actuală a calității apelor din perimetrul minier Teștioara, s-au prelevat 4 probe de apă (proba 1 - apă pluvială din apropierea minei, proba 2 – apă de fântână, probele 3 și 4 – apă naturală din cadrul pârâului Teștioara), în data de 30 iulie 2010. În figurile 5.34 și 5.35 sunt redat amplasamentele punctelor de recoltare.





**Figura 5. 34.** Perimetrul minier Teștioara – locația punctelor de recoltare a probelor de apă



**Figura 5. 35.** Imagini cu punctele de recoltare

În urma analizelor, am obținut rezultatele redată în tabelul 5.8.

**Tabel nr. 5. 8.** Nivelul de metale grele din apele perimetrului minier Teștioara și raportarea la CMA (30.07.2010)

Proba	Concentratie mg/l					
	Cu	Zn	Cd	Fe	Ni	Cr <sub>T</sub>
1T – apă de mină	<b>0,1781*</b>	0,0511	<b>0,0480</b>	2,550	0,1044	0,2491
<b>CMA apă uzată</b>	<b>0,1</b>	<b>0,5</b>	<b>0,2</b>	<b>5</b>	<b>0,5</b>	<b>1</b>
2T – apă fântână	<b>0,1768</b>	<b>0,0202</b>	<b>SLD</b>	<b>0,247</b>	<b>0,1020</b>	<b>0,2304</b>
<b>CMA apă potabilă</b>	<b>0,1</b>	<b>0,005</b>	<b>0,005</b>	<b>0,2</b>	<b>0,02</b>	<b>0,05</b>
3T – Pârâul Teștioara	<b>0,1630</b>	0,0175	<b>0,0025</b>	0,0414	0,0964	0,2348
4T – Pârâul Teștioara	<b>0,1230</b>	0,0120	<b>0,0021</b>	0,0390	0,0751	0,2015
<b>Clasă de calitate apă suprafață</b>	<b>V (proastă)</b>	<b>I (f.bună)</b>	<b>IV (slabă)</b>	<b>I (f.bună)</b>	<b>IV (slabă)</b>	<b>IV (slabă)</b>

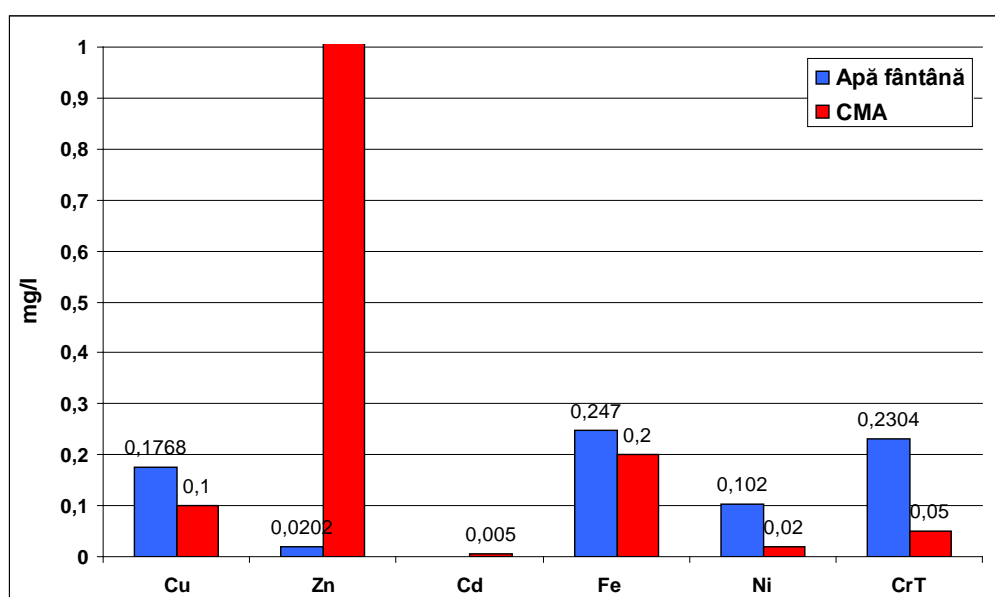
\* Valorile scrise cu roșu sunt cele pentru care elementele depășesc CMA

Datele obținute ne arată o influență negativă certă a exploatărilor de cărbuni asupra calității apelor din perimetrul minier Teștioara și deversate ulterior în apa pârâului Teștioara.

Se observă depășiri semnificative ale CMA la Cu, în apa de mină cât și în apa pârâului (vezi tabelul 5.8).

Evaluarea calității apelor devine o necesitate, datorită importanței lor în susținerea vieții. Cu toate acestea, apele subterane sunt extrem de vulnerabile la contaminare (ROȘU ET AL., 2009).

În zona studiată nu au fost efectuate anterior studii privind calitatea apelor subterane, deși, principala sursă de apă potabilă în această arie o reprezintă apa de fântână. Pentru localnici această contaminare accentuată a apei potabile cu metale grele, reprezintă o problemă majoră, putând genera efecte grave asupra sănătății umane.



**Figura 5. 36.** Raportarea concentrațiilor metalelor grele la CMA în apa de fântână

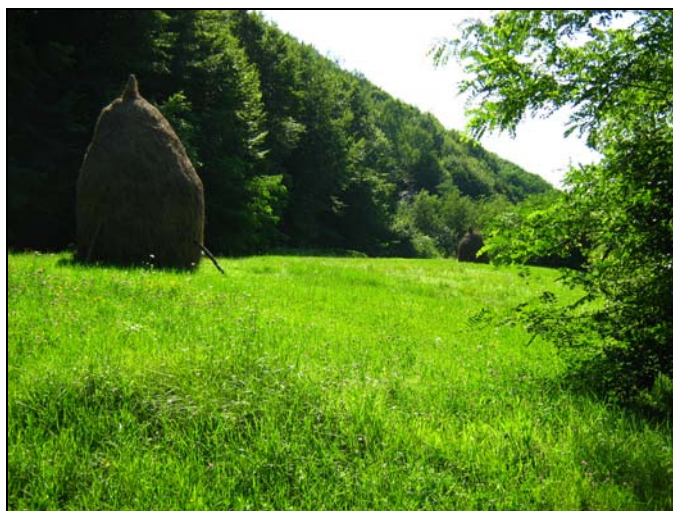
Se înregistrează depășiri ale CMA în apa de fântână la: Cu, Fe, Ni și Cr total (figura 5.36). Concentrațiile metalelor grele în apă, produc efecte dăunătoare asupra ecosistemelor apelor de suprafață, în ceea ce privește bioacumularea în componentele biotice.

### 5. 2. 2. 3. Lucrările de reabilitare ecologică au constat în:

- Închiderea accesului în spațiul subteran prin amplasarea unor plăci de beton.
- A avut loc amenajarea terenului pe care se află halda de steril și redarea lui în circuitul agricol (fâneață).
- Amenajarea haldei de steril a necesitat lucrări de nivelarea a terenului și copertarea a zonei nivelate cu pământ vegetal cu o grosimea de aproximativ 30 – 40 cm.
- S-a realizat fertilizarea terenului cu îngrășăminte chimice, pentru a îmbunătăți calitatea solului.

- Însămânțarea cu ierburi perene (iarbă, trifoi) a ternului afectat de exploatare.

Reabilitarea ecologică din perimetrul minier Teștioara are unele puncte slabe, ca de exemplu: proasta calitate a apei, dar și aspecte pozitive, ca de exemplu: buna consolidare a haldei și o revegetare corespunzătoare. Vegetația de pe haldă este una bogată, lucru care se poate observa și în figura 5.37.



**Figura 5.37.** Haldă steril reconstruită ecologic – Perimetrul minier Teștioara

## Capitolul VI. Soluții propuse pentru reabilitarea perimetrului minier Zăghid

Reabilitarea ecologică este importantă în cadrul unei exploatare miniere, deoarece îmbunătățește calitatea factorilor de mediu (aer, apă, sol, vegetație) care au fost influențați în mod negativ de către minerit.

Reabilitarea fostelor zone miniere afectate de industria extractivă trebuie privită ca o parte componentă a activității miniere și poate fi definită ca fiind modelarea metodică a suprafețelor luate în folosință de întreprinderile miniere, luându-se în considerare interesele publice.

Modele privind reabilitarea arealelor miniere degradate se găsesc în lucrările lui: Bradshaw și Chadwick (1980), Marshall (1982), Ma și Wu (1982), Law (1984), Hossner (1988), Chaudhury (1992), Hannan și Bell (1993), Hannan (1995), Hester și Harrison (1995), Ward et al. (1996), Loch (2000 a, b), Williams (2006), Meng (2010) etc.

**Lucrările de reabilitare la *Cariera Zăghid Est și Vest* trebuie să urmărească următoarele etape (potrivit bilanțului de mediu):**

1. Amenajarea prin modelare, nivelare și fixare a terenurilor ocupate de spațiile tehnologice ale carierei (S = 20 ha). Faze principale: modelare, nivelare, amenajare scurgeri pluviale, copertare cu sol și înierbare (S = 14 ha) și împădurire;

2. Amenajarea terenurilor din versantul stâng al Văii Zăghid, afectat de alunecări de teren datorate supraîncărcării versantului, datorită haldării la partea superioară a acestuia (S = 15 ha);

3. Decolmatarea și profilarea albiei pârâului Zăghid pe o lungime de 500 m în zona de influență

a carierei. Faze principale: decolmatarea albiei, profilarea malurilor, stabilizarea prin înierbare.

4. Salubritatea zonei. Faze principale: îndepărtarea rezidului de orice natură și transportul la rampe autorizate.

5. Monitorizarea evoluției amenajărilor pe o perioadă de cel puțin 3 ani. Faze principale: observații, măsurători și urmărirea dinamicii.

Pentru refacerea echilibrului ecologic al zonei afectate sunt necesare lucrări de refacere ale echilibrului versanților și înlăturarea eroziunii suprafețelor prin torențialitate și pluviudenudare.

**Lucrările de reabilitare la *Mina Zăghid I și II* trebuie să urmărească următoarele etape (potrivit bilanțului de mediu):**

1. Dezafectarea construcțiilor și a instalațiilor de la suprafață și subterane;
2. Închiderea și asigurarea căilor de acces în subteran și a gurilor de aeraj;
3. Amenajarea terenului afectat de incintă, în vederea redării în circuitul silvic ( $S = 1$  ha);
4. Stabilizarea terenului afectat prin haldare în vecinătatea sudică în vederea redării în circuitul silvic ( $S = 5$  ha);
5. Stabilizarea terenului afectat de alunecări și redarea acestuia în circuitul silvic ( $S = 4$  ha);
6. Preluarea apelor pluviale și amenajarea punctelor de deșeură în pâraul Zăghid ( $L = 1000$  m);
7. Salubritatea zonelor tehnologice ( $S = 3$  ha);
8. Monitorizarea pe o perioadă de cel puțin 3 ani.

### **Reamenajarea depozitelor de steril**

Având asigurată stabilitatea taluzurilor individuale și a haldei în ansamblu, se poate trece la proiectarea lucrărilor de reamenajare, lucrări care trebuie să creeze premisele reabilitării ecologice a haldei exterioare Zăghid.

Reabilitarea ecologică a haldei impune realizarea într-o **primă etapă** a unei reamenajări, care trebuie să creeze condițiile necesare regenerării fertilității solului și cultivării plantelor, iar într-o **altă etapă**, a reamenajării biologice, care constă în recuperarea sub aspect ambiental a suprafețelor depozitelor.

Pentru a realiza reamenajarea cât mai eficient, ar trebui ca măsurile tehnico-miniere să fie orientate încă de la început în sensul reamenajării. Din păcate însă, în cazul haldei Zăghid nu s-a ținut cont de aceasta.

Reamenajarea minieră a haldei de steril Zăghid, presupune următoarele etape:

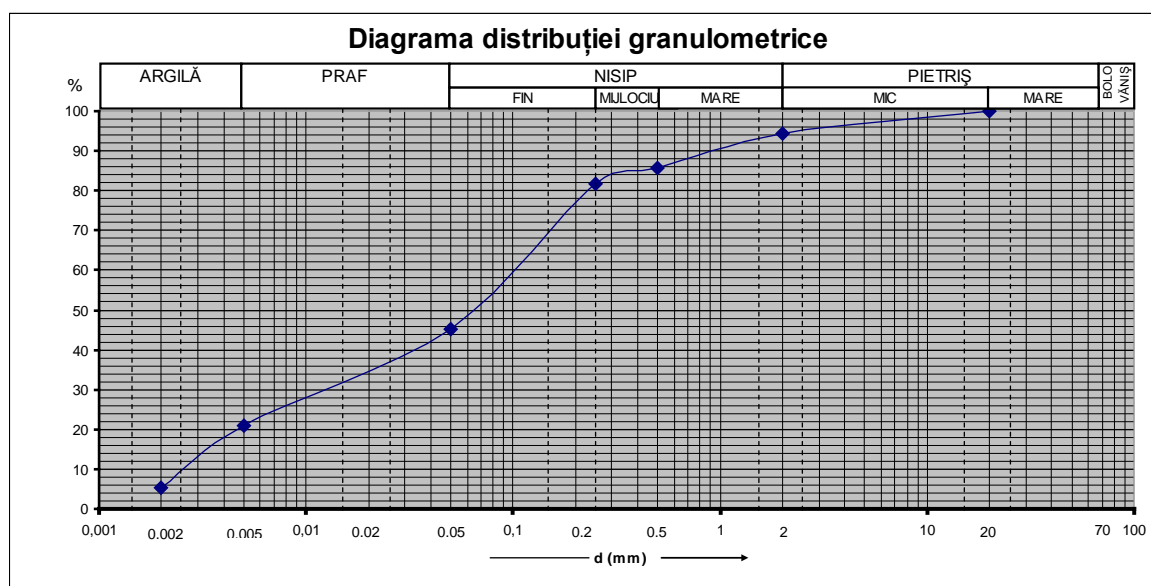
- amenajarea haldei;
- nivelarea suprafețelor de haldă;
- depunerea solului vegetal pe suprafețele nivelate;
- ameliorarea terenurilor de pe haldă.

Pentru a cunoaște caracteristicile și particularitățile acestor halde de steril, am efectuat studii fizico-mecanice asupra sterilului din haldă. Acești parametri sunt foarte importanți în determinarea stabilității haldelor.

Analizele fizico-mecanice efectuate au cuprins analize de: textură, greutate specifică, compoziție granulometrică, porozitate, plasticitate și umiditate. Acești parametri au fost determinați cu ajutorul laboratorului de analize sol din cadrul Geo Search SRL, Cluj-Napoca.

### A. 1. Determinarea compoziției granulometrice (STAS 1913/5-85)

Prezentarea granulometriei se poate face grafic printr-o curbă semilogaritmică, prin curbă de granulozitate (curba de tip Galton), sau printr-o histogramă. În cazul nostru s-a folosit curba de tip Galton (vezi figura 6.1.) .



<b>argilă prăfoasă nisipoasă</b>	ARGILA =	20,91 %
	PRAF =	24,39 %
	NISIP =	49,19 %
	PIETRIS =	5,50 %

**Figura 6. 1.** Determinarea compoziției granulometrice probei C pe baza curbei de tip Galton

Din punct de vedere granulometric, probele (atât cele de steril cât și cele de sol) sunt constituite din argile care variază de la argile prăfoase nisipoase la argile nisipoase.

### A. 2. Determinarea greutății specifice

Greutatea specifică reprezintă greutatea unității de volum din faza solidă a solului/sterilului, fiind o proprietate constantă în timp. Rezultatele obținute sunt redată în tabelul 6.1.

**Tabel nr. 6. 1. Greutatea specifică a probelor de sol și steril**

Nr. crt.	Proba	Greutatea volumică în stare naturală $\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	Greutatea volumică în stare uscată $\gamma_d$ kN/m <sup>3</sup>	Greutatea volumică a scheletului $\gamma_s$ kN/m <sup>3</sup>
1.	A	13,71	-	-
2.	C	16,47	13,47	27,10
3.	D	15,54	12,28	27,00
4.	E	17,22	13,36	27,00
5.	F	15,80	12,05	27,00
6.	G	13,04		-
7.	H	15,69	12,56	27,00
8.	I	13,03		-
9.	J	15,43	11,92	27,00

**A. 3. Determinarea porozității**

Totalitatea spațiilor libere capilare și necapilare din masa solului reprezintă porozitatea. Volumul porilor poate fi ocupat de apă și/sau aer.

**Tabel nr. 6. 2. Porozitatea probelor de sol și steril**

Nr. crt.	Proba	Descriere	Porozitate n %	Indicele porilor e
1.	A	cărbune + argila nisipoasă	-	-
2.	B	cărbune	-	-
3.	C	argilă prafoasă nisipoasă plastic consistentă/vârtoasă	50,00	1,01
4.	D	argilă prafoasă nisipoasă plastic consistentă/vârtoasă	55,00	1,20
5.	E	argilă nisipoasă plastic consistentă	51,00	1,02
6.	F	argilă nisipoasă plastic consistentă/vârtoasă	55,00	1,24
7.	G	argilă nisipoasă plastic vârtoasă		
8.	H	argilă nisipoasă +cărbune	53,00	1,15
9.	I	argilă nisipoasă plastic consistentă/vârtoasă		
10.	J	argilă nisipoasă +cărbune	56,00	1,27

Probele analizate prezintă o porozitate medie, având posibilitatea de a stoca o cantitate considerabilă de apă. Solul cu o porozitate totală de 48-60% prezintă condiții optime pentru creșterea și dezvoltarea plantelor.

**A. 4. Determinarea plasticității**

Metoda de lucru utilizată pentru determinarea limitei inferioare de plasticitate a fost metoda cilindrilor, iar pentru limita superioară de plasticitate metoda cu cupa Cassagrande.

Solurile care au  $I_c < 0,5$  au o plasticitate ridicată, iar cele cu  $I_c > 0,5$  sunt considerate soluri cu plasticitate redusă (CAIUS ET AL., 1980). Prin urmare probele analizate din perimetrul minier Zăghid prezintă o plasticitate scăzută spre medie, cu valori a indicelui de consistență  $I_c = 0,67 - 0,80$ . Solurile

plastice, în condiții de precipitații abundente nu prezintă rezistență la alunecare (CHATWIN ET AL., 1994).

În perimetrul minier Zăghid, pe lângă halda exterioară, în care s-a depus cea mai mare parte a materialul steril, mai există numeroase depozite de steril de volum mai mic, pe toată suprafața perimetrului de exploatare, care necesită lucrări de relocare și/sau nivelare.

#### **A. 5. Determinarea umidității**

Pentru perimetrul minier Zăghid, valorile pentru umiditate se încadrează între 22,30–31,17% pentru argilele nisipoase și între 31,60–47,50% pentru argilele cu conținut ridicat de cărbune.

Stabilitatea haldelor este condiționată de construirea unor unghiuri adaptate condițiilor locale și compoziției litologice a haldei. Pe baza analizelor efectuate se recomandă ca unghiul general de înclinare al sistemelor treptelor de haldă în cazul perimetrului minier Zăghid să fie de aproximativ 30 de grade.

**Lucrările de modelare** trebuie să aibe în vedere:

- apele de la suprafață, care trebuie să fie dirijate și colectate către exteriorul haldei, care înainte de a fi deversate în emisarul natural din zonă (Pârâul Zăghid), necesită o etapă de neutralizare;
- să se realizeze suprafețe pe care să se poată executa lucrări pentru recultivarea cu plante agricole sau înființarea de plantații silvice;
- îmbunătățirea stabilității haldelor;
- asigurarea stabilității împotriva eroziunii;
- minimizarea gradului de infiltrație;
- reducerea efectelor generate de apele de mină acide.

**Reprofilarea** corpului haldei de roci sterile, reprezintă o cerință fundamentală în obținerea unei stabilități geotehnice pe termen lung.

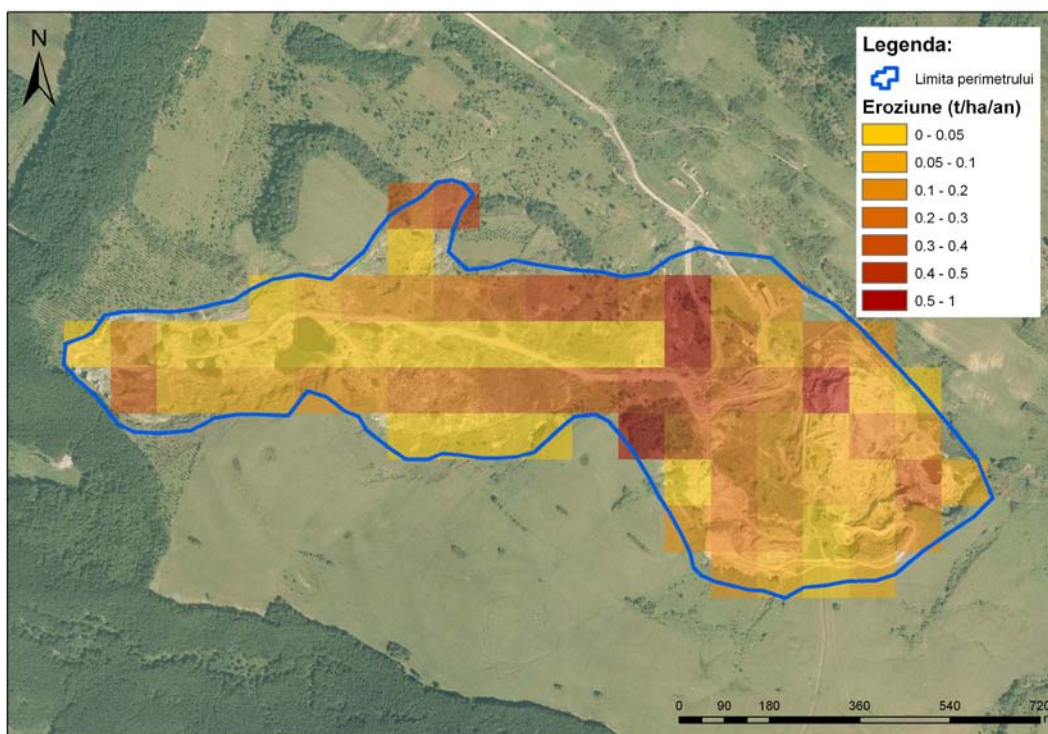
Activitatea minieră din cadrul perimetrului minier Zăghid a deranjat structura geologică, determinând declanșarea unor prăbușiri în subteran, al căror efect s-a transmis la suprafață prin procese de surpare și alunecări de teren de mari dimensiuni. Acest fapt determină existența unor pante mari, care, la rândul lor, generează procese geomorfologice asociate: surpări, ravene, alunecări superficiale etc.

#### ***Analiza eroziunii hidrice de suprafață pentru perimetrul minier Zăghid***

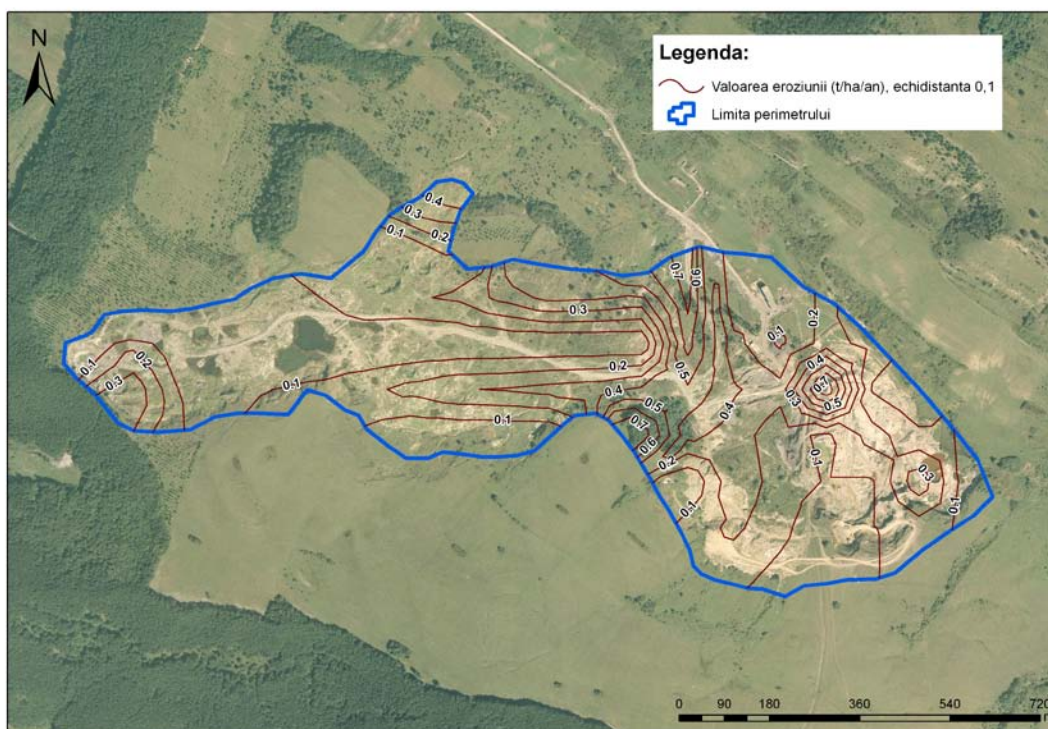
Procesul de eroziune a solului din regiunea minieră Zăghid, este influențat de o serie de factori geomorfologici cum ar fi panta terenului și lungimea pantei, de factori climatici (precipitațiile, vântul etc.) și tipul solului. Procesul de exploatare a determinat producerea eroziunii solului pe suprafețe însemnate, fapt observat în urma cercetărilor din teren.

Pentru a determina gradul de eroziune a solului și a cantității de material erodat s-a folosit metoda validată U.S.L.E. (Universal Soil Loss Equation) (figurile 6.2 și 6.3).

Este important să determinăm cantitatea anuală de material erodat, pentru a putea identifica măsurile pentru asigurarea sustenabilității ecologice și economice a zonei de studiu.



**Figura 6. 2.** Harta eroziunii solului în zona studiată



**Figura 6. 3.** Rata eroziunii în perimetrul minier Zăghid

Rezultatele modelului indică o valoare maximă a ratei eroziunii de 0,792 t/ha/an, în timp ce valoarea medie pentru zona studiată este de 0,18 t/ha/an.



**Nivelarea** constă în umplerea fisurilor și a zonelor depresionare, împiedicându-se astfel acumularea apei pe suprafața terenului, ceea ce conduce la reducerea infiltrațiilor în haldă.

**Ameliorarea** terenurilor degradate se face în scopul îmbunătățirii calității solului haldat, care influențează direct producțiile ulterioare ce se obțin de pe terenurile respective. Repercusiunile ameliorării din anii următori, se pot deduce cu greu, din acest motiv ea trebuie executată cu multă exigență.

Ameliorarea se poate face cu calciu, cenușă de cărbune sau fenoli conținuți în apele industriale. În ultimul timp, se utilizează pentru ameliorarea terenurilor zeoliți naturali (BEDELEAN ET AL., 2010).

În cazul haldelor din perimetrul minier Zăghid, metoda cea mai potrivită din punct de vedere economic o reprezintă tratarea cu calciu. Astfel, pentru ameliorarea acidității solului și implicit a conținutului de metale grele se recomandă utilizarea unei cantități corespunzătoare de var nestins (CaO) pentru o acțiune de durată. CaO se dizolvă într-un timp relativ scurt prin acțiunea apelor din precipitații și astfel, cu ajutorul acestora, se infiltrează adânc ducând la precipitarea metalelor din steril și la creșterea pH-ului.

**Amenajarea copertei de sol vegetal.** Procesul de acoperire cu sol a haldelor de roci sterile aferente unor exploatări miniere urmărește unul sau mai multe dintre obiectivele următoare:

- minimalizarea volumului de apă de infiltrație și de percolare prin corpul haldei, pentru a reduce la minimum mobilizarea poluanților din haldă în apa subterană;
- minimalizarea generării prafului;
- minimalizarea pătrunderii oxigenului în corpul rocilor sterile în vederea evitării formării apelor acide;
- prevenirea contactului direct cu deșeuri periculoase;
- dezvoltarea unei pături de vegetație și darea în folosință ulterioară a amplasamentului sau obiectivului.

Din punct de vedere al posibilităților de remediere specifice obiectivului, propunem acoperirea haldei cu un strat de sol fertil cuprins între 30-50 cm. Amplasarea copertelor subțiri implică un efort tehnic scăzut spre mediu.

**Recultivarea** reprezintă una din cele mai folosite soluții de redare în circuitul economic al haldelor de steril din arealele cu exploatări de cărbune.

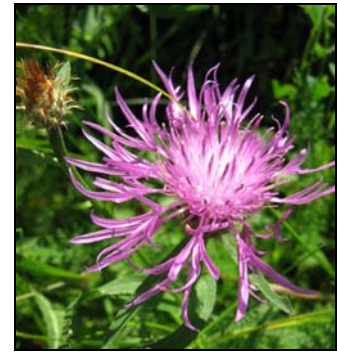
Astfel, solul fertil depus necesită lucrări de revegetare. **Revegetarea** în această zonă este recomandat a se face cu plante perene și buruieni specifice zonei (figura 6.4), care sunt nepretențioase față de condițiile de sol, sunt rezistente față de boli și dau cantități mari de materie vegetală, atât în subteran, cât și la suprafață.



a). *Trifolium pratense*



b). *Trifolium repens*



c). *Centaurea phrygia*



d). *Festuca rubra*



e). *Setaria glauca*



f). *Dactylis glomerata*



g). *Achillea millefolium*



h). *Tussilago farfara*



i). *Lotus corniculatus*

**Figura 6. 4.** *Principalele specii de plante din vecinătatea exploatării miniere Zăghid recomandate în procesul de revegetare*

### **Drenajul și remedierea apelor de suprafață (ape de mină)**

Gestionarea scurgerilor acide este importantă din cauza efectelor negative asupra compoziției apei, animalelor și vegetației.

Construcția unui sistem de drenare a apelor de șiroire are rolul de a reduce volumul de apă de suprafață care poate să intre în contact cu materialul generator de drenaje acide sau cu apele contaminate. Această metodă va conduce la reducerea potențialului de producere a impactului ambiental de ape acide în afara perimetrului minier.

Tehnologiile de epurare ale apelor pot fi grupate în două categorii principale:

- epurare convențională „activă” prin utilizarea unor stații care necesită un volum considerabil de întreținere, personal, energie și materiale consumabile.

- epurare în sisteme cu un nivel scăzut de întreținere (adesea numite „pasive” sau „semi-pasive”), bazate pe procese naturale, cum ar fi reducerea microbiană a sulfatului sau biosorbția și proiectate să funcționeze în general, ca sisteme cu autoreglare proprie.

Strategia de epurare pe termen lung trebuie să țină seama atât de evoluția cantității cât și de evoluția calității apei în timp.

Datorită faptului că lucrările de reconstrucție ale haldelor duc la scăderea suprafeței de contact a apei cu roca utilă (care este principalul factor în poluarea apelor), scade și nivelul de contaminare al apelor cu metale grele și pH-ul apelor se îmbunătățește. Așadar, cantitatea de apă care necesită epurare este mai mică și această epurare se poate realiza prin construirea unui iaz de decantare și tratare cu var sau tratare microbiologică.

## Capitolul VII. CONCLUZII

Prin studiul nostru intitulat „*Exploatările de cărbuni din Bazinul Văii Almașului - Impactul asupra mediului și rehabilitarea terenurilor afectate*”, dezbatem problema gestionării efectelor induse de activitatea minieră de extracție a cărbunelui brun.

Obiectivul acestei abordări științifice îl reprezintă evaluarea impactului produs de exploatările miniere în subteran și la suprafață a cărbunelui asupra factorilor de mediu (apă, aer, sol), precum și conceperea unor strategii pentru remedierea zonelor afectate de exploatările miniere, în vederea reconversiei ecologice a arealelor degradate.

În cadrul acestui studiu au fost analizate următoarele exploatări miniere:

- Perimetrul minier Zăghid (Mina Zăghid I și II, Cariera Zăghid Est și Vest);
- Perimetrul minier Cristolțel (Halda steril 1 și 2, Halda Veche, Halda Pogor);
- Perimetrul minier Teștioara.

Evaluarea impactului asupra mediului datorat depozitelor de deșeuri miniere din perimetrul minier Zăghid s-a realizat prin prelevarea și analiza unor probe de apă (subterană și de suprafață), sol, steril și cărbune. Analizele de apă au constat în determinări de: pH, EC, TDS, salinitate, cloruri, CCO-Mn și metale grele.

Impurificarea apelor provenite din minele de cărbuni se realizează, mai ales, cu metale grele și prezintă un pH scăzut, cu valori cuprinse între 2,44–7,18 unități de pH. Principala sursă de poluare a apelor în zonă o reprezintă stratele de cărbune deschise la zi (în carieră) și depozitele de steril. Conținutul mare de pirită ( $\text{FeS}_2$ ) care însoțește depozitele miniere, duce la apariția accentuată a fenomenului de drenaj acid al apelor.

În apele analizate au fost determinate valori ridicate pentru fier și mangan, acestea depășind concentrația maximă admisă de lege (1mg/l), având o valoare maximă de 3,310 mg/l.

Metalele care reprezintă un risc ridicat pentru organismele animale și umane, precum arsenul (As), plumbul (Pb), cadmiul (Cd) și mercurul (Hg) nu prezintă concentrații importante în apa pârâului Zăghid.

Calitatea pârâului Zăghid, din punct de vedere al conținutului de metale, înregistrează o îmbunătățire pe cursul lui, în aval de perimetrul minier Zăghid, datorită aportului tot mai mare de apă necontaminată.

Pentru a verifica exactitatea și corectitudinea rezultatelor obținute de noi, am realizat o comparare cu un laborator acreditat RENAR, iar în urma acestei comparări am obținut coeficienți de eroare sub 5%.

Analizele efectuate pe probele de sol și steril cu privire la concentrația de metale grele ne indică o poluare accentuată în zona în care s-a efectuat procesarea și sortarea cărbunelui. Prin analiza probelor martor s-a arătat că nu există o contaminare a solului din vecinătatea exploatărilor.

Cărbunii din perimetrul minier Zăghid prezintă o activitate radioactivă semnificativă la radionuclizii  $^{232}\text{Th}$  și  $^{40}\text{K}$  în comparație cu alți cărbuni din alte țări europene.

Cărbunii din perimetrul minier Zăghid prezintă o activitate radioactivă semnificativă la radionuclizii  $^{232}\text{Th}$  și  $^{40}\text{K}$  în comparație cu alți cărbuni din alte țări europene.

Principalele efecte observabile asupra morfologiei zonei sunt:

- ◆ apariția alunecărilor de teren pe versanți, al căror echilibru a fost modificat de lucrările de descoperire și exploatare;
- ◆ apariția scufundărilor și a prăbușirilor de teren datorită procesului de extracție în subteran a cărbunelui;
- ◆ pe toată suprafața haldelor de steril s-au produs procese de alunecare și antrenare a materialului depus sub acțiunea apelor pluviale, ce pun în pericol în continuare, suprafețe relativ întinse de terenuri agricole, pășuni și cursuri de apă;
- ◆ modificarea totală a morfologiei terenului pe o suprafață de cca. 35 ha.

Pe baza studiilor fizico-chimice legate de compoziția mineralogică a sterilului, plasticitatea, umiditatea și densitatea materialelor am propus metode de rehabilitare ecologică a perimetrului afectat de exploatarea cărbunelui. Astfel, printre alte motive care susțin necesitatea de remodelare și rehabilitare a terenurilor afectate de exploatările miniere, dorim să subliniem următoarele:

- eliminarea impactului vizual negativ al zonelor afectate de procesul de exploatare;
- eliminarea riscului de alunecare a formelor de relief pozitive, apărute în teritoriu datorită

depozitării materialului steril în halde;

- reducerea pantelor și diminuarea intensității fenomenelor de eroziune;
- îmbunătățirea calității mediului (apă, aer, sol);
- posibilitatea creării unor noi spații de depozitare a diferitelor tipuri de deșeuri în golurile

rezultate în urma exploatării în carieră;

- readucerea suprafețelor degradate în circuitul productiv și/sau ecologic, al regiunilor în care acestea se găsesc.

Analizele chimice întreprinse în perimetrul minier Cristolțel precum și observațiile din teren, evidențiază următoarele efecte asupra mediului:

◆ efecte de scufundare a terenurilor în zonele exploatate în subteran, uneori acestea fiind prezente sub formă de deformări rupturale, alteori sub forma de zone de scufundare lentă;

◆ efecte datorate depozitării de steril în halde, prin poluarea solului și a apelor, precum și degradarea peisajului ;

◆ efecte de modificare a nivelului hidrostatic și a regimului hidrologic;

◆ efecte asupra calității apelor de suprafață datorită evacuării apelor de mină, prin aciditatea ridicată și concentrația ridicată de metale.

Menționăm faptul că toate cele patru depozite de steril din regiunea Cristolțel – Surduc au fost supuse procesului de reabilitare ecologică și redare circuitului economic. Amenajarea haldelor s-a realizat prin acoperire cu sol fertil și revegetare cu ierburi perene specifice zonei.

Atât în apele de mină, precum și pe cursul Văii Cristolțel au fost determinate concentrații ridicate la Cu și Fe, cu depășiri semnificative a concentrațiilor maxim admise de lege.

Evoluția în timp a lucrărilor de reconstrucție executate arată că lucrările nu s-au comportat corespunzător. Se pot observa fenomene serioase de eroziune la baza haldei Pogor (Surduc), deteriorări ale zidului de sprijin și ale digului din gabioane. De asemenea, insuficienta consolidare a materialului haldat și insuficienta înierbare a terenului.

În cadrul perimetrului minier Teștioara s-a realizat reconversia terenurilor afectate de exploatări miniere în subteran cu finalizarea lucrărilor în anul 2000. Cu toate acestea, calitatea apelor de mină evacuate în pârâul Teștioara, determinată în principal de chimismul rocilor, reprezintă în continuare o sursă continuă de poluare.

Analizele întreprinse în zonă, ne arată o influență negativă certă a apelor infiltrate prin stratele de cărbune și deversate ulterior în apa pârâului Teștioara. Au fost observate depășiri semnificative ale CMA la Cu în apa de mină deversată cât și în apa pârâului.

În urma analizelor efectuate asupra apei de fântână, am observat depășiri ale CMA la: Cu, Fe, Ni și Cr total. Această contaminare accentuată cu metale grele se explică prin faptul că izvorul care duce

la acumularea apei de fântână, datorită infiltrării în stratele de cărbune, dizolvă și mobilizează metalele, introducându-le ulterior în sursele de apă potabilă.

Lucrarea de față poate fi punct de plecare pentru proiecte de cercetare vizând decontaminarea și reconstrucția ecologică a suprafețelor, în zonele învecinate perimetrelor miniere studiate. Gestiunea și reintegrarea acestor areale poluate trebuie să impună elaborarea și punerea în aplicare a unui sistem care să permită evaluarea și ierarhizarea priorităților de intervenție în aceste zone, precum și definirea urgenței reabilitării. În paralel, trebuiesc găsite sursele de finanțare pentru aceste zone. Toate acestea în contextul unei dezvoltări durabile a problematicilor de mediu, care rezultă din analiza efectuată în cadrul temei.

## BIBLIOGRAFIE (selecție)

- Baciu C.**, (2007), *Impactul asupra mediului generat de drenajul acid al rocilor*, Environment&Progress, Nr. 11, p. 19-24, Cluj-Napoca.
- Baciu C., Costin D.**, (2008), *Geologie ambientală*, Casa Cărții de Știință, 244 p., Cluj-Napoca.
- Bedelean H., Măicăneanu A., Burcă S., Stanca M.**, (2010), *Investigations on some zeolitic volcanic tuffs from Cluj County (Romania), used for zinc ions removal from aqueous solution*, Studia Universitatis Babeș-Bolyai, Geologia, 55 (1), p. 9 – 15, Cluj-Napoca.
- Bradshaw A. D., Chadwick M. J.**, (1980), *The restoration of land: the ecology and reclamation of derelict and degraded land*. Blackwell Scientific Publications, 317 p.
- Caius I., Ștefan I. Gh., Lazăr D.**, (1980), *Dicționar de mecanică*, Editura Științifică și Enciclopedică, București.
- Chatwin S.C., Howes D.E., Schwab J.W., Swanston D.N.**, (1994), *A Guide for Management of Landslide-Prone Terrain in the Pacific Northwest*, Second Edition. Ministry of Forests. Victoria, B.C.
- Ciulavu D., Bertotti G.**, (1994), *The Transylvanian Basin and its Upper Cretaceous substratum*. Rom. J. Tectonics, 75 (2), p. 59-64.
- Ciulavu D.**, (1999), *Tertiary tectonics of the Transylvanian Basin*. PhD thesis, Vrije Universiteit, Amsterdam, 152 pp.
- Ciulavu D., Dinu C., Szakács Al., Dordea D.**, (2000), *Neogene kinematics of the Transylvanian Basin (Romania)*, AAPG Bulletin, V. 84, No. 10, p. 1589-1615.
- Ciupagea D., Paucă M., Ichim T.**, (1970), *Geologia Depresiunii Transilvaniei*, Edit. Acad. RSR, 256 p., București.
- Codrea V., Dica E. P.**, (2005), *Upper Cretaceous - lowermost Miocene lithostratigraphic units exposed in Alba Iulia – Sebeș – Vințu de Jos area (SW Transylvanian basin)*, Studia Universitatis Babeș-Bolyai, Geologia, 50 (1-2), p. 19 – 26, Cluj-Napoca.
- Codrea V., Godefroit P.**, (2008), *New Late Cretaceous dinosaur findings from northwestern Transylvania (Romania)*, Comptes Rendus Palevol, 7, p. 289-295, Paris.
- Colbecka I., Harrison R. M.**, (1984), *Ozone—secondary aerosol—visibility relationships in North-West England*, Science of The Total Environment, Vol. 34, Issues 1-2, p. 87-100.
- Cosma C., Petrescu I., Meilescu C., Timar A.**, (2007), *Properties of lignite from Oltenia and their influence on the environment*, Studia Universitatis, Babeș-Bolyai, Nr.1, p. 65-73, Cluj-Napoca.
- 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, Nr. 1, p. 192-201.
- Costin D.**, (2007), *Genetic factors and environmental impact of acid mine drainage at Văratec*

- Băiuț Mine, Baia Mare District, Romania, Studia Universitatis, Babeș-Bolyai, Nr.1, p. 75-85, Cluj-Napoca.*
- Crânganu C., Deming D.,** (1996), *Heat flow and hydrocarbon generation in the Transylvanian Basin, Romania*, AAPG Bulletin, Vol. 80, No. 10, p. 1641-1653.
- Csontos L., Nagyamarosy A., Horváth F., Kovác M.,** (1992), *Tertiary evolution of the Intra-Carpatians area: a model, Geodynamics of Rifting*, Volumul I, Tectonophysics, 208, p. 221-241.
- Fărcaș C., Codrea V.,** (2004), *Evolution of knowledge on Paleogene land formations from the NW border of the Transylvanian Basin*, Studii și cercetări, Geologie – Geografie, Nr. 9, p. 13-47, Bistrița,
- Filipescu S.,** (2001), *Cenozoic Lithostratigraphic units in Transylvania*. În: Bucur, I.I., Filipescu S., Sasaran E - *Algae and carbonate platforms in western part of Romania*. 4<sup>th</sup> Regional Meeting of IFAA Cluj-Napoca 2001 - Field Trip Guidebook, Presa Universitara Clujeană, p. 75-92, Cluj-Napoca.
- Fodor D.,** (2006), *Influența industriei miniere asupra mediului*, Buletinul AGIR nr. 3, 12 p.
- Földvary G. Z.,** (1988) *Geology of the Carpathian Region*, World Scientific Publishing Co.Pte Ltd., p. 471-481 (571), ISBN – 9971-50-344-1.
- Gheerbrant E., Codrea V., Hosu Al., Sen S., Guernet C., Lapparent De Broin F., Rivelline J.,** (1999), *Découverte de vertébrés dans les Calcaires de Rona (Thanétien ou Sparnacien), Transylvanie, Roumanie: les plus anciens mammifères cénozoïques d'Europe Orientale*, Eclogae geologie Helvetiae, 92, p. 517-535.
- Greb S. F., Eble C. F., Peters D. C., Papp A. R.,** (2006), *Coal and the environment*, American Geological Institute in cooperation with Illinois Basin Consortium, AGI Environmental Awareness Series 10, ISBN 0-922152-77-2, 64 p.
- Hossner L. R.,** (1988), *Reclamation of surface-mined lands*, Vol. 1 and 2, CRC Press Inc., Boca Raton, Florida.
- Hannan J. C., Bell L. C.,** (1993), *Surface rehabilitation, in Australasian Coal Mining Practices*, AJ Hargraves and CH Martin (eds.), Australasian Institute of Mining and Metallurgy, p. 260-280, Parkville.
- Hannan J. C.,** (1995), *Mine rehabilitation: a handbook for the coal mining industry*, 2<sup>nd</sup> edn, NSW Coal Association, Sydney.
- Hester R. E., Harrison R. M.,** (1995), *Mining and its Environmental Impact*, Issues in Environmental Science and Tehnology, 158 p.
- Huismans R.S., Bertotti G., Ciulavu D., Sanders C.A.E., Cloeting S., Dinu C.,** (1997), *Structural evolution of the Transylvanian Basin (Romania): a sedimentary basin in the bend zone of the Carpathians*, Tectonophysics, 272, p. 249-268.
- Krészek C.,** (2005), *Sedimentologia și arhitectura depozitelor panoniene din estul Bazinului Transilvaniei*, Teză de doctorat, 170 p., Cluj-Napoca.
- Krészek C., Filipescu S.,** (2005), *Middle to Late Miocene sequence stratigraphy of the Transylvanian Basin (Romania)*. Tectonophysics 410, p. 437-463.
- Krészek C., Bally A.W.,** (2006), *The Transilvanian Basin (Romania) and its relation to the Carpathian fold and thrust belt: Insights in gravitational salt tectonics*, Marine and Petroleum Geology, 23, p. 405-442.
- Loch R. J.,** (2000 a), *Effects of vegetation cover on runoff and erosion under simulated rain and overland flow on a rehabilitated site on the Meandu Mine, Tarong*, Australian Journal of Soil Research 38, p. 299-312, Melbourne.
- Loch R. J.,** (2000 b), *Using rainfall simulation to guide planning and management of rehabilitated areas: I, Experimental methods and results from a study at the North Parkes mine*, Land Degradation and Development 11, p. 221-240.
- Ma E. L., Wu L. G.,** (1982), *Surface Mining and Reclamation*, China Construction Press. 127 p., Beijing.
- Mauna T., Mauna-Aren A.,** (2008), *The coal burning product radioactivity*, WEC Regional Energy Forum – FOREN, Reference no: S5-14-en, 7 p.
- Meng C.,** (2010), *On the Ecological Reconstruction of the Coal Mining Area Based on the Sustainable Development*, Journal of Sustainable Development , Vol 3. Nr. 1.

- Papp K.**, (1915), *A Magyar birodalom vasérc-és kőszénkészlete*, Edit. Franklin-Társulat, 964 p. Budapesta.
- Petrescu I.**, (1968 a), *Câteva plante noi din Oligocenul Văii Almașu (Jud. Sălaj)*, Contribuții Botanice, p. 503-510.
- Petrescu I.**, (1968 b), *Date paleobotanice asupra originii cărbunilor din Bazinul Văii Almașului (NV Transilvaniei)*, Buletinul Societății de Științe Geologice din R.S. România, Vol. XI, p. 335-337, București.
- Petrescu I., Bițoianu C., Nicorici M., Mărgărit Gh., Nicorici E., Pătruțoiu I., Todros C., Popescu D.**, (1986), *Geologia zăcămintelor de cărbuni, (Probleme fundamentale)*, Vol I, Edit. Tehnică, 313 p., București.
- Petrescu I., Mărgărit Gh., Nicorici M., Bițoianu C., Duța M., Țicleanu N., Pătruțoiu I., Todros C.**, (1987), *Geologia zăcămintelor de cărbuni, (Zăcăminte din România)*, Vol II, Edit. Tehnică, 386 p., București.
- Rosu C., Pescar G. I., Varga I. M.**, (2009), *Chemical Analysis of well waters of Village of Campenesti, Cluj County, Romania*, Studia Universitatis Babeș-Bolyai – Geographia, anul LIV /3, Cluj-Napoca, Romania.
- Rusu A.**, (1977), *Stratigrafia depozitelor oligocene din nord-vestul Transilvaniei (regiunea Treznea-Hida-Poina Blenchiei)*, Anuarul Institutului de Geologie și Geofizică, Vol. LI, p. 69-223, București.
- Săndulescu M., Visarion M.**, (1978), *Considérations sur la structure tectonique du soubassement de la Dépression de Transylvanie*, Dări de Seamă Institutul de Geologie și Geofizică 64, Bucuresti, p.153-173.
- Sanders C., Huismans R., VanWees J. D, Andriessen P.**, (2002), *The Neogene history of the Transylvanian basin in relation to its surrounding mountains*, EGU Stephan Mueller Special Publication Series, 3, p. 121–133.
- Schweinfurth S. P.**, (2009), *An Introduction to Coal Quality (Chapter C)*, The National Coal Resource Assessment Overview: U.S. Geological Survey, Reston, Virginia 20192, 15 p.
- Stephen J.R., Chang Y.-J, Macnaughton S.J., Kowalchuk G.A., Leung K.T., Fleming C.A., White D.C.**, (1999), *Effect of toxic metals on indigenous soil  $\beta$ -proteobacterium ammonia oxidizer community structure and protection against toxicity by inoculated metal-resistant bacteria*, Appl. Environ. Microbiol., 65, p. 95–101.
- Ștefănescu M., Dicea O., Butac Al., Ciulavu D.**, (2006) *Hydrocarbon Geology of the Romanian Carpathians, Their Foreland, and the Transylvanian Basin*, AAPG Special Volumes, 84, p. 521 – 567.
- Varga I. M., Ciurte R.**, (2007), *Zăcămintele de cărbuni și impactul exploatării acestora asupra mediului în bazinul Valea Almașului*, Environment&Progress, Nr. 9, p.585-591, Cluj-Napoca.
- Varga I. M.**, (2008), *Environmental protection regarding the exploitation of coal in Salaj Region*, Environmental Protection, Edit. Le Presses Agronomiques de Gembloux, p. 227-235 Belgia.
- Varga I. M., Peterscu I.**, (2008), *The actual state of coal mining in Salaj (Romania)*, volumul de abstracte - Regional Environmental Problems, p. 7-8, Odessa, Ukraina,
- Varga I. M.**, (2010 a), *Environmental aspects of coal mining at Zăghid and Cristolțel areas (Sălaj County)*, Studii și cercetări - geologie, Analele Universității "Al.I.Cuza", Bistrița-Năsăud – in press.
- Varga I. M.**, (2010 b), *Mine rehabilitation at Testioara and Cristolțel (Romania). positive and negative aspects*, "Naukovy Visnyk - Geografica" Chernivetskogo Universitetu, Cernăuți-Ucraina, ISBN 966-7577-69-4, - in press.
- Vlad Ș. N.**, (2005b), *Globalizarea și mediul înconjurător*, Environment&Progress, Nr. 4, p. 437-440, Cluj-Napoca.
- Weber-Scannell P. K., Duffy L. K.**, (2007), *Effects of Total Dissolved Solids on Aquatic Organisms: A Review of Literature and Recommendation for Salmonid Species*, American Journal of Environmental Sciences 3 (1), p. 1-6, ISSN 1553-345X.
- Williams D.J.**, (2006), *The case for revolutionary change to mine waste disposal and*



*rehabilitation*, Proceedings of Second International Seminar on Strategic versus Tactical Approaches to Mining, Perth, Australia, 8-10 March 2006, 19 p.

\*\*\*Directiva 2008/98/CE a Parlamentului European și a Consiliului din 19 noiembrie 2008 privind deșeurile și de abrogare a anumitor directive.

\*\*\*HG 352/2005, privind modificarea și completarea Hotărârii Guvernului nr. 188/2002 pentru aprobarea unor norme privind condițiile de descărcare în mediul acvatic a apelor uzate.

\*\*\*HG 1408/2007, *privind modalitățile de investigare și evaluare a poluării solului și subsolului*, Publicat în Monitorul Oficial, Partea I nr. 802 din 23/11/2007.

\*\*\*HG 1403/2007, *privind refacerea zonelor în care solul, subsolul și ecosistemele terestre au fost afectate*, Publicat în Monitorul Oficial, Partea I nr. 804 din 26/11/2007.

\*\*\*HG 856/2008, *privind gestionarea deșeurilor din industriile extractive*, publicat în Monitorul Oficial, Partea I nr. 624 din 27/08/2008.

\*\*\*Legea 85 din 18 martie 2003 (Legea 85/2003), *Legea minelor*, Publicată în Monitorul Oficial 197 din 27 martie 2003.

\*\*\**Manualul de închidere a minelor*, aprobat prin Ordinul 273/2001 al Ministerului Industriei și Resurselor, care reglementează modul de derulare a întregii activități cu procedurile tehnice stabilite prin cele 14 anexe.

\*\*\*Ordin 161/2006 *al MMGA pentru aprobarea Normativului privind clasificarea calității apelor de suprafață în vederea stabilirii stării ecologice a corpurilor de apă*, Publicat în MO 511 din 13.06.2006.