

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

**CERCETĂRI PRIVIND IMPACTUL ASUPRA MEDIULUI
LA ÎNCHIDEREA UNOR EXPLOATĂRI DE AUR DIN
CÂMPUL METALOGENETIC ROȘIA MONTANĂ**

**TEZĂ DE DOCTORAT
REZUMAT**

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

**Doctorand
Lucrina ȘTEFĂNESCU**

**Cluj-Napoca
2010**

CUPRINS

(numerotarea paginilor este identică cu cea din teza de doctorat)

Introducere	1
I Impactul activităților de identificare și valorificare a resurselor minerale metalifere asupra mediului	5
1.1. Considerații generale	5
1.1.1. Poluarea aerului	9
1.1.2. Poluarea apei	10
1.1.3. Poluarea solului	14
1.1.4. Poluarea fonică	16
1.1.5. Degradarea peisajului	16
1.2. Accidente miniere majore	18
1.3. Inițiative în industria minieră	24
1.3.1. Programul „Conștientizarea și Pregătirea pentru Urgențe la Nivel Local” în industria minieră	25
1.3.2. Codul internațional de management al cianurii	27
1.3.3. Inițiativa minieră globală	28
1.3.4. Consiliul Internațional al Industriei Miniere și Metalelor	28
1.4. Situația actuală a mineritului românesc	29
1.4.1. Industria minieră - fapte și cifre	29
1.4.2. Cadrul legislativ privind valorificarea resurselor minerale și protecția mediului	33
1.4.3. Aspecte economice privind industria minieră românească	35
1.5. Concluzii	37
II Închiderea minelor și problemele de mediu	38
2.1. Aspecte introductive	38
2.1.1. Concepte și terminologie	40
2.1.2. Obiectivele închiderii miniere	43
2.1.3. Tipuri de închidere minieră	44
2.1.4. Etapele procesului de închidere	46
2.2. Politici internaționale privind închiderea minelor	48
2.2.1. America de Nord	50
2.2.2. America de Sud	52
2.2.3. Africa	54
2.2.4. Asia	55
2.2.5. Australia	56
2.2.6. Europa	57
2.3. Închiderea minelor în România	61
2.3.1. Cadrul legislativ românesc privind închiderea minelor	61
2.3.2. Strategia statului român privind închiderea minelor	62
2.4. Aspecte social-economice ale închiderii minelor	64
2.4.1. Impactul social al procesului de închidere minieră	64
2.4.2. Garanțiile financiare privind închiderea minelor	65
2.4.3. Programe de regenerare socio-economică și refacere ecologică a zonelor miniere din România	66
2.5. Concluzii	69
III Valorificarea resurselor minerale metalifere în câmpul metalogenetic Roșia Montană și impactul asupra mediului	70
3.1. Contextul geografic și geologic al cercetării	70

3.1.1. Localizarea geografică și relieful	70
3.1.2. Contextul geologic și metalogenetic regional și local	73
3.1.3. Hidrografia	86
3.1.4. Clima	89
3.1.5. Solurile	90
3.1.6. Vegetația și fauna	92
3.1.7. Zone protejate	94
3.2. Prezentarea contextului operațional al exploatării miniere	94
3.2.1. Scurt istoric al activității miniere în perimetrul Roșia Montană	95
3.2.2. Descrierea amplasamentului minier Roșia Montană	100
3.2.3. Descrierea tehnologiei de extracție a aurului folosită la Roșia Montană	104
3.3. Impactul asupra componentelor de mediu în câmpul metalogenetic Roșia Montană	105
3.3.1. Impactul asupra apelor	106
3.3.2. Impactul asupra solurilor	127
3.3.3. Impactul asupra aerului	133
3.4. Evaluarea integrată a impactului și riscului poluării factorilor de mediu	136
3.4.1. Descrierea metodei	136
3.4.2. Calcularea impactului și riscului de poluare	141
3.4.3. Analiza rezultatelor	143
3.5. Concluzii	146
IV Impactul asupra mediului la închiderea exploatării de aur de la Roșia Montană	148
4.1. Impactul asupra componentei fizice (abiotice)	149
4.1.1. Impactul asupra apelor	149
4.1.2. Impactul asupra aerului	150
4.1.3. Impactul asupra solurilor	150
4.1.4. Impactul asupra peisajului	150
4.2. Impactul asupra componentei biotice	156
4.2.1. Impactul asupra vegetației	156
4.2.2. Impactul asupra faunei	163
4.3. Impactul asupra componentei antropice	164
4.3.1. Impactul asupra stării de sănătate a populației	165
4.3.2. Impactul asupra evoluției demografice	166
4.3.3. Impactul asupra nivelului de trai	168
4.4. Evaluarea matriceală a impactului închiderii miniere asupra componentelor de mediu în perimetrul minier Roșia Montană	171
4.4.1. Descrierea metodei	172
4.4.2. Completarea matricei	174
4.4.3. Rezultate și discuții	176
4.5. Concluzii	177
V Riscuri asociate închiderii miniere la Roșia Montană	178
5.1. Risc și hazard – considerații generale	178
5.2. Identificarea zonelor cu potențial de pericole majore	179
5.2.1. Carierele de exploatare	180
5.2.2. Uzina de preparare Gura Roșiei	183
5.2.3. Haldele de steril	183
5.2.4. Iazurile de decantare	184
5.3. Riscuri asociate închiderii	186
5.3.1. Hazarduri și riscuri naturale	186
5.3.2. Hazarduri și riscuri tehnologice	202
5.3.3. Hazarduri și riscuri tehnologice induse de dezastre naturale	206

5.4. Evaluarea matriceală a riscurilor de mediu asociate închiderii în perimetrul minier Roșia Montană	208
5.4.1. Metodologia de elaborare a matricei de evaluare a riscurilor	209
5.4.2. Analiza riscurilor	210
5.4.3. Rezultate și discuții	211
5.5. Model de calcul al Factorului Risc de Închidere pentru exploatarea minieră Roșia Montană	213
5.5.1. Factorul Risc de Închidere	213
5.5.2. Metodologia de calcul	213
5.5.3. Rezultate și discuții	216
5.6. Concluzii	221
VI Model conceptual de închidere la Roșia Montană	223
6.1. Argumentare modelului conceptual	223
6.2. Principiile de bază în elaborarea modelului conceptual	225
6.3. Metodologia de elaborare a modelului conceptual	225
6.4. Conturarea modelului conceptual de închidere la Roșia Montană	227
6.4.1. Componenta de refacere ecologică	230
6.4.2. Componenta de remunierit	238
6.5. Costurile asociate modelului	240
6.6. Analiza SWOT a modelului	243
6.7. Evaluarea impactului asupra mediului generat de modelul de închidere	244
6.8. Importanța modelului în procesul decizional	246
6.9. Concluzii	247
CONCLUZII	248
Bibliografie	252
Anexe	271
<i>Anexa 1. Legislația internațională privind industria minieră și mediul</i>	271
<i>Anexa 2. Legislația națională privind industria minieră și mediul</i>	274
<i>Anexa 3. Lista de acronime</i>	284
Lista de lucrări	286

cuvinte cheie: câmp metalogenetic, închidere minieră, evaluare impact, riscuri asociate închiderii miniere, model conceptual de închidere, Roșia Montană

INTRODUCERE

Valorificarea resurselor subsolului reprezintă o activitate antropică profitabilă din punct de vedere economic și asigură materiile prime pentru multe ramuri industriale „din aval”. Prezenta lucrare tratează impactul acestor activități asupra mediului, concentrându-se pe etapa de închidere minieră, ca parte a ciclului de viață al unei exploatare miniere. Sunt abordate aspectele esențiale ale procesului complex de închidere minieră și sunt descrise activitățile necesare pentru aducerea sistemului la o stare de echilibru.

Subiectul închiderii miniere de succes prezintă o importanță deosebită pentru toți factorii implicați:

- pentru companiile miniere din perspectiva reducerii riscurilor de mediu, sociale și de securitate a zonei, precum și din cea a asigurării fondurilor necesare reabilitării zonei;
- pentru autorități și guvern, din punctul de vedere al soluționării problemelor acute de mediu și al revigorării sociale și economice a unor regiuni vaste;
- pentru comunități în vederea evitării colapsului economic și social.

În ceea ce privește calitatea factorilor de mediu, poluarea și degradarea uneori iremediabilă a acestora în urma activităților miniere reprezintă argumente solide pentru aplicarea unor standarde și politici corecte de refacere ecologică.

Obiectivele propuse în acest studiu sunt următoarele:

- prezentarea conceptelor, politicilor internaționale, perspectivelor și soluțiilor eficiente privind provocările pe care le ridică procesul de închidere minieră,
- realizarea unei analize a evoluției în timp a calității mediului, respectiv determinarea nivelului de degradare sau ameliorare a calității acestuia,
- evaluarea impactului asupra mediului datorat valorificării resurselor minerale metalifere în zona de studiu, pentru stabilirea unei baze de cunoaștere necesară abordării ulterioare a aspectelor de închidere,
- identificarea și clasificarea impacturilor asociate închiderii miniere în câmpul metalogenetic Roșia Montană,
- evaluarea impactului închiderii miniere pentru conturarea unei imagini clare asupra situației de la Roșia Montană,
- stabilirea priorităților de refacere ecologică, prin identificarea, analiza și evaluarea riscurilor existente în perimetrul studiat,
- abordarea riscurilor și hazardurilor din perimetrul studiat din perspectiva riscurilor naturale, a celor antropice, precum și dintr-o perspectivă mai complexă, de interacțiune a acestora – NATECH (Hazarduri și riscuri tehnologice induse de dezastre naturale),
- identificarea, clasificarea și evaluarea riscurilor asociate închiderii miniere în câmpul metalogenetic Roșia Montană,
- elaborarea unui model conceptual de închidere, pe baza riscurilor și impacturilor identificate anterior.

II. ÎNCHIDEREA MINELOR ȘI PROBLEMELE DE MEDIU

Închiderea reprezintă o etapă importantă în ciclul de viață al unei exploatare miniere, fiind de departe cel mai dificil aspect cu care se confruntă industria minieră. Mineritul reprezintă doar modalitatea temporară și relativ scurtă de utilizare a terenurilor, iar importanța etapei de închidere reiese din necesitatea revenirii sistemelor degradate la o stare de stabilitate care să permită utilizarea lor viitoare.

Modul în care este gândită și planificată închiderea unei exploatare miniere definește viziunea titularului de activitate asupra rezultatului final și include premisele concrete pentru implementarea acestei viziuni. Pentru aceasta, planul de închidere minieră trebuie să constituie parte integrantă a ciclului de viață al unui proiect minier și trebuie elaborat astfel încât să asigure (Sassoon, 2000):

- Siguranța și sănătatea pe termen lung a populației;
- Evitarea deteriorării fizice și chimice a resurselor de mediu;
- Utilizarea eficientă și durabilă a amplasamentului pe termen lung;
- Reducerea impacturilor socio-economice adverse;
- Amplificarea la maxim a beneficiilor socio-economice.

Cu alte cuvinte, închiderea minieră trebuie realizată conform principiilor dezvoltării durabile. Dezvoltarea durabilă reprezintă un set de principii integrate care implică ecosistemele de mediu, creșterea economică, echitatea socială, integrarea politicilor și ideea că soluțiile eficiente pot fi obținute numai printr-o abordare interdisciplinară a problemelor. Aceasta presupune de asemenea și luarea în considerare a repercusiunilor viitoare a deciziilor prezente – care nu toate sunt favorabile. Dezvoltarea durabilă în cazul închiderii exploatareilor miniere oferă oportunități și provocări, dar cel mai important, aceasta trebuie să ofere soluții viabile (Roosa, 2008).

Recent, accentul managementului aspectelor de mediu ale închiderii s-a îndreptat către ideea de minerit pentru închidere (Peck, 2005). Închiderea minelor reprezintă o serie de activități care începe cu pre-planificarea și se finalizează cu obținerea unei stabilități pe termen lung a amplasamentului și a unui ecosistem care se autosusține.

Închiderea minieră stipulată în programele de restructurare pentru multe mine vechi din România necesită, printre altele, abordarea adecvată a problemelor de mediu rezultate din activitățile miniere, inclusiv utilizarea substanțelor chimice. În această privință sunt necesare un management bun și asumarea responsabilității pe termen lung, pe fondul unei legislații coerente (Ștefănescu et. al, 2009).

III. VALORIFICAREA RESURSELOR MINERALE METALIFERE ÎN CÂMPUL METALOGENETIC ROȘIA MONTANĂ ȘI IMPACTUL ASUPRA MEDIULUI

3.1. CONTEXTUL GEOGRAFIC ȘI GEOLOGIC AL CERCETĂRII

Zona de studiu este situată pe teritoriul administrativ al comunei Roșia Montană, județul Alba. Delimitarea zonei de studiu s-a realizat pe baza structurilor miniere existente (cariere, halde, iazuri de decantare, uzina de procesare), acestea reprezentând elementele majore pe care se fundamentează studiul de față (Fig. 3.1).

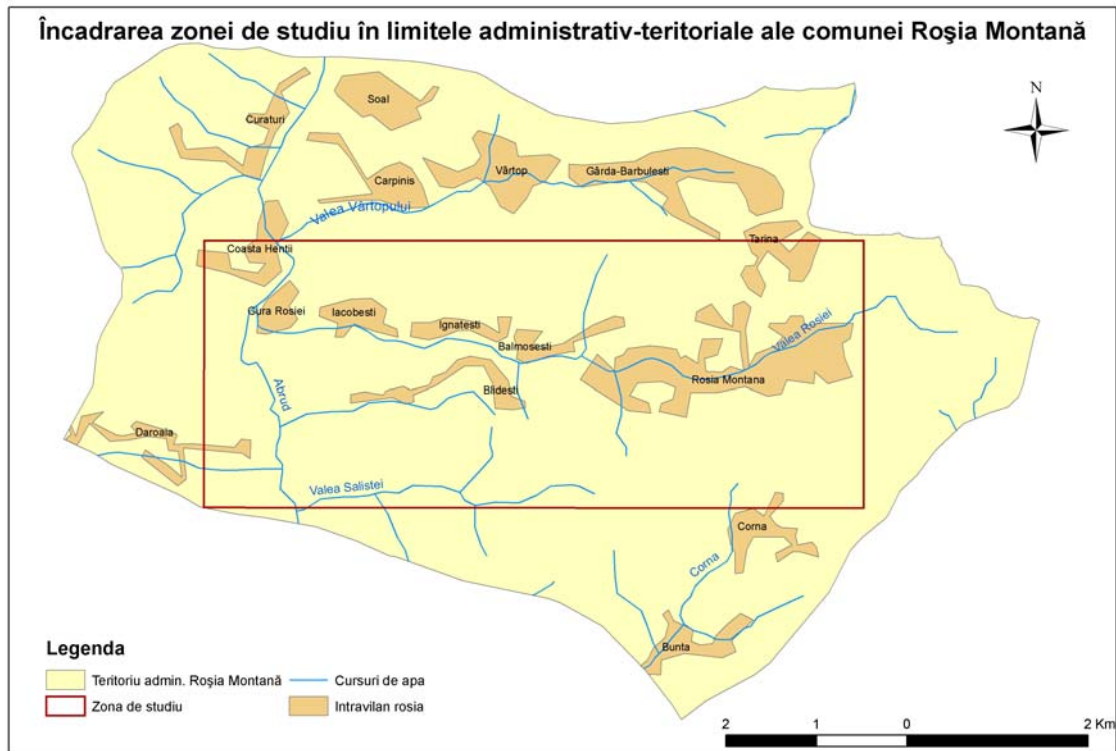


Fig. 3.1. Localizarea zonei de studiu în cadrul teritoriului administrativ al comunei Roșia Montană

3.1.2. Contextul geologic și metalogenetic regional și local

Cadrul geologic și metalogenetic al Roșiei Montane reprezintă factorul cheie al proceselor naturale și antropice actuale. Prin explicarea și înțelegerea genezei și tipului de zăcământ se poate obține o imagine mai bună asupra surselor de contaminare, asupra căilor de migrare a contaminanților și a modului în care aceștia afectează receptorii finali, facilitând evaluarea impactului asupra mediului.

Magmatismul alpin din România este rezultatul evoluției geotectonice a regiunii Carpato – Pannonice, putând fi delimitate următoarele evenimente asociate unui ciclu Wilson complet (Vlad, 1998):

- Juristic – Cretacic inferior, caracterizat prin prezența unei serii tholeiitice, a unei serii calco-alcaline și a unui complex spilitic, localizate în Munții Apuseni de Sud;
- Cretacic superior, reprezentând un magmatism calco-alcalin polistadial (magmatism laramic sau banatic), dezvoltat în Munții Apuseni și în Carpații Meridionali;
- Terțiar superior, care a condus la formarea unor complexe vulcano-plutonice, în special andezitice, care apar în Carpații Orientali și Munții Apuseni de Sud.

După închiderea oceanului Transilvănean - Thetyan și a coliziunii blocului Tisia-Dacia, arhitectura Munților Apuseni de Sud a fost marcată începând din Terțiar de fenomene tectonice cu caracter extensional. Translatarea către nord-est a regiunii Pannoniene în timpurile Oligocen-Miocene, combinată cu mișcarea de rotație în sensul acelor de ceasornic a blocului Tisia-Dacia și mișcarea de „roll-back” a fundamentului bazinului flișului au condus la instalarea unui cadru tectonic extensional cu magmatism Neogen și metalogeneză asociată (Balintoni și Vlad, 1996).

Fracturile vechi reactivate în timpul Neogenului conduc la apariția bazinelor de subsidență accentuată care acumulează formațiuni de molasă intramontană. Acestea formează grabene triunghiulare cu o tendință de extensie „pull – appart” către nord-vest, datorită fracturării transversale orientată NV-SE. Grabenele de molasă reprezintă amplasamentul preferențial pentru edificiile vulcano-plutonice Terțiare ce încep cu riodacite-riolite Badeniene, continuând cu produse extracrateriale andezitice Sarmațian-Pannoniene la partea superioară. Acest magmatism calco-

alcalin cu tendință ușor sub-alcalină a fost generat prin topirea mantalei superioare metasomatizate PreApuliene (Blocul Tisia-Dacia) (Vlad și Orlandea, 2004).

Tămaș (2007) abordează sistematizarea activității vulcanice Neogene din Munții Apuseni preluată de la Har:

- ▶ Vulcanismul calco-alcalin - reprezentat printr-o etapă de debut (Eggenburgian – Miocen inferior) cu caracter acid (riolite, riodacite, dacite și piroclastite asociate), urmată de o etapă calco-alcalină cu caracter intermediar, preponderent andezitic (Miocen mediu – Pliocen).
- ▶ Vulcanismul alcalin - etapa finală a manifestărilor magmatice/vulcanice, cu produse predominant bazice – bazalte alcaline, shoshonite (Sarmațian superior – Cuaternar).

Astfel, magmatismul calco-alcalin Badenian – Cuaternar din Munții Apuseni începe cu o etapă acidă (riolite, riodacite, ignimbrite, tip Fața Băii, Băița) și se încheie cu vulcanism alcalin (shoshonite), recunoscut prin neck-ul de la Măgura Uroi (lave, lave cu elemente de brezii vulcanice sau clastolave). Magmatismul neogen calco-alcalin din Munții Apuseni a luat naștere în regim transtensional prin reactivarea magmatismului Cretacic superior – Paleogen în structuri de graben (Balintoni și Vlad, 1996).

Structura geologică complexă a Carpaților explică marea varietate de tipuri metalifere genetice / paragenetice, rezultate în timpul unei lungi evoluții, din Precambrian până în Cuaternar. Moștenirea și evoluția metalogenetică, în asociație cu evenimentele câtorva cicluri orogenice Wilson, reprezintă conceptele fundamentale care permit o corelație între trăsăturile geologice care controlează depunerea pulsativă a zăcămintelor în timpul ciclurilor mecanice și comportamentul geochimic inerent al principalelor metale (Vlad și Borcoș, 1994).

Zăcămintul auro-argenterifer de la Roșia Montană este format din structuri filoniene și „volburi” sau stockwork-uri, respectiv mase lenticulare de brezii, cimentate cu minerale metalice și de gangă (Tămaș, 2001).

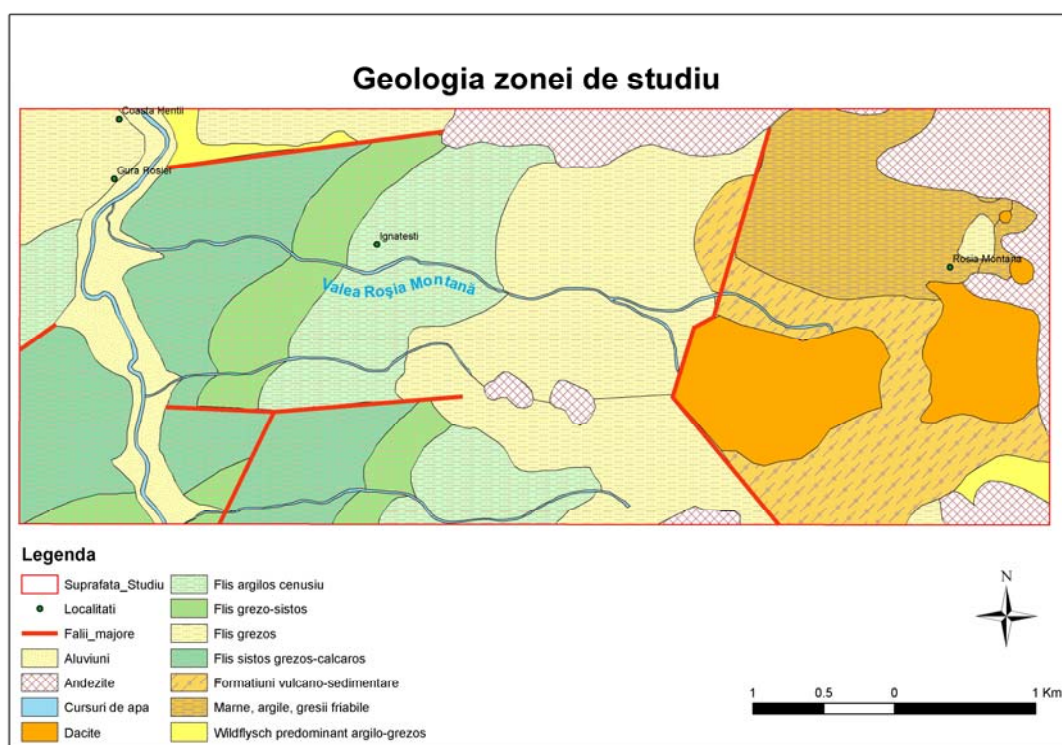


Fig. 3.2. Harta geologică a zonei de studiu

Figura 3.2 prezintă imaginea geologiei zonei de studiu, conform hărții geologice scara 1:50.000, foaia Abrud (Bordea et al., 1979).

Structura geologică a zonei de studiu include:

- a) depozite sedimentare cretace,

- b) depozite sedimentare neogene (Badenian și Sarmațian),
- c) roci vulcanice neogene – dacite și andezite, însoțite de produsele lor piroclastice.

Din punct de vedere metalogenetic, Districtul Roșia Montană - Bucium aparține Provinciei concentrațiilor asociate vulcanismului terțiar, Subprovincia concentrațiilor asociate vulcanismului terțiar din Apusenii de Sud. Această regiune include marea majoritate a structurilor favorabile proceselor metalogenetice auro-argentifere, corespunzând Patrulaterului Aurifer (Orlandea, 2003).

Studiile asupra metalogeniei alpine din România au evidențiat mai multe modele de zăcăminte epitermale în cadrul metalogeniei asociate magmatismului neogen, printre care și modelul Roșia Montană (Vlad și Borcoș, 1997). Magmatismul și metalogeneza în acest spațiu limitat s-au manifestat pulsatoriu, fapt pus pe seama activității în adâncime a unui *hot spot*, vulcanismul neogen și metalogeneza asociată putând fi explicate nu printr-un proces de subducție în sens strict, ci ca și produse de reactivare ale *hot spot*-ului (Vlad, 1983).

În concluzie, complicațiile de ordin structural-evolutiv din arcul Carpaților românești au creat condiții deosebit de favorabile genezei metalelor prețioase, făcând din zăcămintul Roșia Montană cel mai însemnat focar de concentrații aurifere din țara noastră și din Europa, încadrat în clasa zăcămintelor de peste 1000 t Au (Vlad, 2005).

3.2.2. Descrierea amplasamentului minier Roșia Montană

Zona de studiu aleasă are o suprafață de 21,45 km², suprapunându-se cursului Văii Roșia și confluenței sale cu râul Abrud. Aceasta se încadrează în limitele administrative ale comunei Roșia Montană și încorporează toate obiectivele miniere de interes din punct de vedere al protecției factorilor de mediu, al închiderii și ecologizării.

Zona de studiu include următoarele obiective miniere (Fig. 3.3):

- a) uzina de preparare de la Gura Roșiei,
- b) incinta Aprăbuș,
- c) iazurile de decantare Gura Roșiei și Valea Săliștei,
- d) carierele de exploatare Cetate și Cârnic,
- e) haldele de steril.

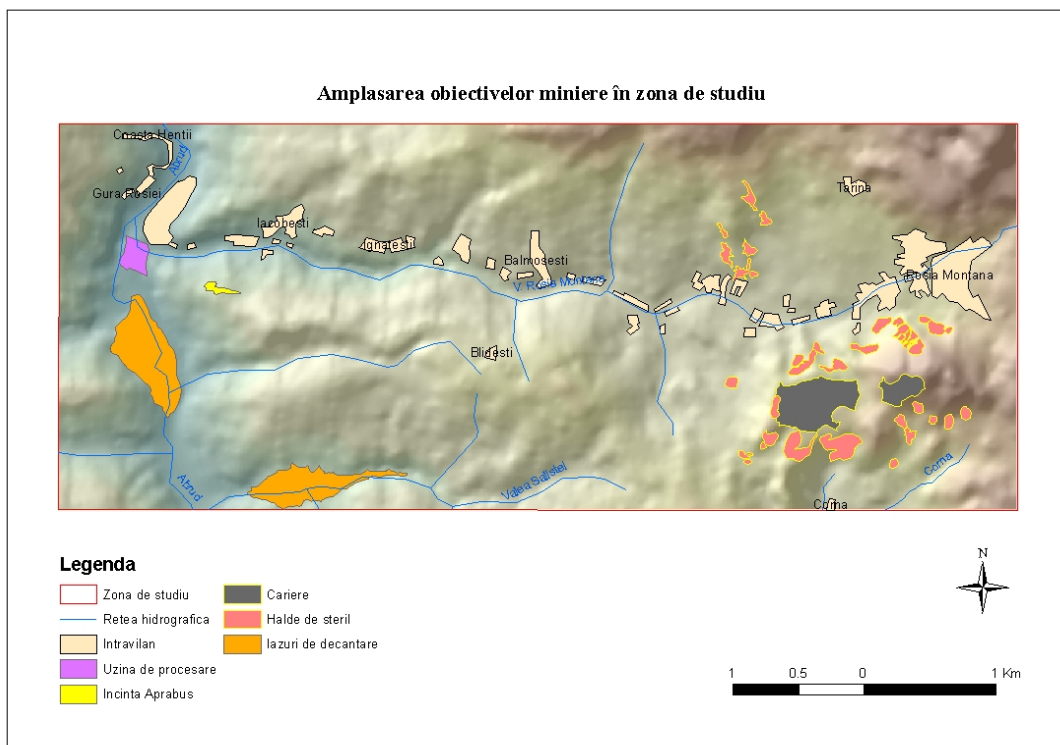


Fig. 3.3. Amplasarea obiectivelor miniere în cadrul zonei de studiu

Obiectivul uzina de preparare Gura Roșiei este situat pe malul stâng al râului Abrud, în amonte de confluența acestuia cu pârâul Roșia, ocupând o suprafață de 4 ha. Instalația de preparare a minereurilor de la Gura Roșiei datează din anul 1852 și a fost perfecționată continuu de-a lungul anilor.

Incinta Aprăbuș se situează pe malul stâng al Văii Roșia, la vest de Cariera Cetate și ocupă o suprafață totală de cca. 1,3 ha. Aici era transportat minereul după extracția din cariere și se realiza treapta II și III de concasare.

Iazurile de decantare Gura Roșiei și Valea Săliștei sunt situate în partea vestică a zonei de studiu, pe malul stâng al râului Abrud (iazul Gura Roșiei) și respectiv pe valea pârâului Săliște (iazul Valea Săliștei). Acestea acoperă împreună o suprafață de peste 40 ha și depozitează un volum total de steril de 3,4 mil. m³.

Cele două cariere sunt situate la sud de centrul de comună, pe înălțimile care le dau și numele. Cariera Cetate este cea mai mare, având o suprafață de aprox. 22 ha, cu un diametru mediu la partea superioară de 400 m. Cariera a început să fie exploatată în anul 1971. Pe atunci, Dealul Cetate avea o altitudine de 1040 m, în prezent cota minimă a carierei fiind de +873 m.

Cariera Cârnic se află în dealul omonim, la est de cariera Cetate, fiind mai mică decât aceasta și având cota nivelului de exploatare la +966 m.

Pe amplasamentul studiat există 17 halde pentru depunerea sterilului de mină uscat. Dintre acestea, în ultima perioadă au fost active numai haldele Valea Verde și Hop.

3.3. IMPACTUL ASUPRA COMPONENTELOR DE MEDIU ÎN CÂMPUL METALOGENETIC ROȘIA MONTANĂ

Suprafața exploatării Roșia Montană se suprapune bazinelor hidrografice ale râurilor Corna și Roșia, precum și zonei de interfluviu dintre aceste cursuri de apă. Acest fapt favorizează migrația poluanților prin intermediul acestor cursuri. Pârâul Roșia este considerat unul dintre cele mai poluate din întreg bazinul Arieșului (Luca et al., 2006), reprezentând principala sursă de poluare a râului Abrud și în continuare a Arieșului.

În urma inventarierii regionale a obiectivelor cu risc potențial de accidente din bazinul Tisei, Comisia Internațională pentru Protecția Dunării (ICPDR, International Commission for the Protection of the Danube River) a publicat în anul 2000 un raport în care aceste riscuri erau împărțite în două categorii: risc major și risc minor (ICPDR, 2000). Dintre aceste obiective, cele mai multe unități industriale aparțineau industriei miniere. Roșia Montană figura printre arealele principale cu risc potențial, prin iazul Valea Săliștei, caracterizat prin risc ridicat de poluare cu metale grele și de formare a apelor acide de mină (Ștefănescu et al., 2007).

Problemele de poluare nu dispar odată cu încetarea activității miniere. Siturile miniere abandonate sunt depozitele unor mari cantități de deșeuri cu conținut ridicat de metale mobile și particule în suspensie, care, prin drenajul lor de către râuri sau apele din precipitații, sunt preluate și introduse în circuitul acvatic. De aceea, amplasamentele miniere abandonate constituie surse potențiale de poluare pe scară largă a mediului, în special a rețelelor hidrografice.

Astfel, literatura de specialitate menționează drenajul minier acid ca sursă principală de poluare în bazinul hidrografic al Arieșului, precum și în sub-bazinele afluenților săi (Forray, 2002). La aceasta se adaugă potențialul natural al rocilor de a genera drenaj acid. Rocile cu potențialul cel mai ridicat de generare a apelor acide în zonă sunt brechiile vulcanice. Valorile pH-ului scad chiar sub 2, antrenând o mobilizare masivă a metalelor grele din rocă (Baciu, 2007).

Prin percolarea apelor din precipitații prin depozitele de steril de flotație, acestea se încarcă cu poluanți, în special metale grele. Apa limpezită evacuată din iazul de decantare Valea Săliștei are în prezent valori peste limitele admise la indicatorii Pb și Mn, prezentând o aciditate moderată. Iazul Gura Roșiei a fost mai puțin monitorizat din punct de vedere fizico-chimic, fiind în conservare din 1986. Analizele din anul 2008 puse la dispoziție de filiala RoșiaMin, efectuate pe ape evacuate din iaz ilustrează depășiri ale valorilor limită la Pb și Mn, precum și un caracter acid.

Apele de mină și apele limpezite evacuate din iazurile de decantare au conținuturi ridicate de poluanți, care contribuie la poluarea cursurilor de apă în care se deversează.

Pe baza analizelor efectuate în toamna anului 2006 – primăvara lui 2007 împreună cu echipa de cercetare de la Institutul de Cercetări pentru Instrumentație Analitică, Cluj-Napoca, se prezintă concentrațiile de metale grele din apele râurilor Arieș și Abrud, în aval de exploatarea minieră Roșia Montană. Deși studiul efectuat la acea vreme acoperea o zonă mai extinsă, respectiv bazinul mijlociu al râului Arieș, aici se insistă pe calitatea apelor influențată direct de poluarea din perimetrul studiat. Analiza probelor de mediu s-a efectuat în Laboratorul Analize de Mediu al Institutului de Cercetări pentru Instrumentație Analitică, Cluj-Napoca, laborator acreditat conform SR EN ISO 17025:2005, de către Asociația de Acreditare din România, RENAR.

Sursele de metale grele sunt reprezentate de apele acide de mină, drenate din galerii și din depozitele de steril bogate în metale, care sunt ușor mobilizate în anumite condiții. În timp ce cuprul și zincul sunt considerate substanțe nedorite, plumbul și cadmiul sunt caracterizate ca și toxice (Hambidge, 2000).

Concentrațiile de metale din probele de sedimente sunt prezentate în Figura 3.4, iar cele din apele de suprafață în Figura 3.5.

Aceste concentrații sunt comparate cu cele oferite în Ordinul Ministerial nr. 161/2006 al Ministerului Mediului și Gospodăririi Apelor, pentru apele de suprafață și sedimente. În Figura 3.4, linia orizontală reprezintă concentrația maximă admisă pentru metale grele în sedimente în conformitate cu legislația în vigoare (Ordinul 161/2006). În Figura 3.5, liniile orizontale reprezintă concentrațiile maxime admise pentru cea de-a treia (CMA III) și respectiv a patra clasă de calitate (CMA IV), pentru apele de suprafață.

Rezultatele analizelor pe sedimente indică faptul că la toate probele, concentrațiile de Cu au depășit concentrațiile maxime admise, pentru cei doi ani consecutivi. Concentrațiile de Zn au depășit CMA la toate probele numai în cel de-al doilea an. Concentrațiile Pb au fost sub valoarea impusă prin O.M. 161/2006, iar concentrațiile de Cd au fost extrem de ridicate în proba A3.

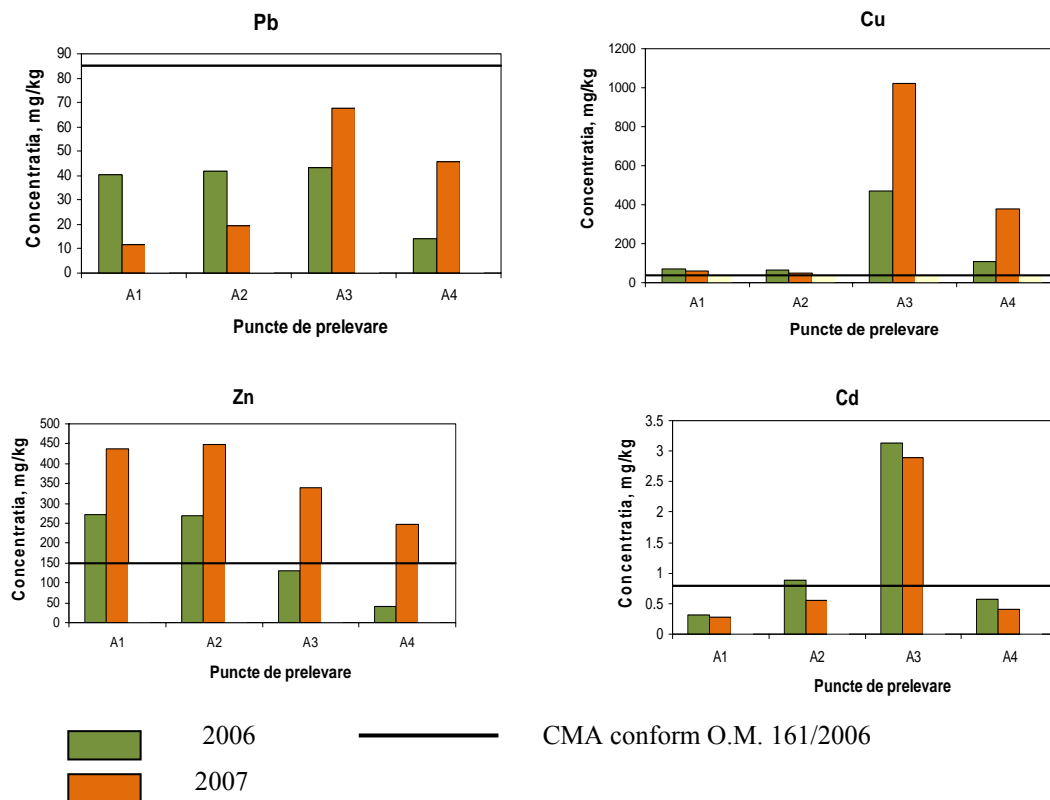


Fig. 3.4. Concentrațiile metalelor în sedimentele prelevate din Abrud (A1) și Arieș (A2, A3 și A4), în mg/kg

De menționat este faptul că sedimentele reprezintă cel mai favorabil mediu pentru metale toxice urmă din drenajul minier acid, datorită capacității lor mari de absorbție. În consecință, sedimentele joacă un rol important în stocarea și eliberarea metalelor (Jung et al., 2005).

În ceea ce privește probele din ape de suprafață, cele mai mari concentrații de Pb, Cu, Zn și Cd au fost stabilite în pâraul Șesei (A4), lângă iazurile de decantare, confirmând astfel cantitățile importante ale acestor metale eliminate din zona minei Roșia Poieni în sistemul acvatic.

Concentrațiile plumbului au variat între 16,8 – 155 $\mu\text{g/l}$ în 2006 și 11,8 – 93 $\mu\text{g/l}$ în 2007, cu valori mai mari decât cele admise pentru apele de ordin calitativ cinci în punctele A3 și A4. Proba A1 a fost inclusă în clasa de calitate III, iar A2 în clasa IV. Concentrația Cu-ului a variat între 59 - 10500 $\mu\text{g/l}$ în primul an și 10 – 8040 în 2007, depășind valorile clasei V de calitate în trei dintre probele de apă, cu excepția probei A2 (Arieș – la Bistra). Valorile zincului au încadrat proba A1 în clasa de calitate IV, A4 în clasa V, iar A2 și A3 în clasa II. Concentrațiile de Cd au variat între 2,46 – 32,47 $\mu\text{g/l}$ în 2006 și 2,11 – 26,16 $\mu\text{g/l}$ pentru anul 2007, fiind extrem de mari în pâraul Șesei. De altfel, concentrațiile indicatorului Cd au inclus probele A1, A3 și A4 în clasa V de calitate, iar proba A2 în clasa IV. Concentrațiile cadmiului în apă produc efecte dăunătoare asupra ecosistemelor apelor de suprafață în ceea ce privește bioacumularea în componentele biotei (Johnston et al, 2002).

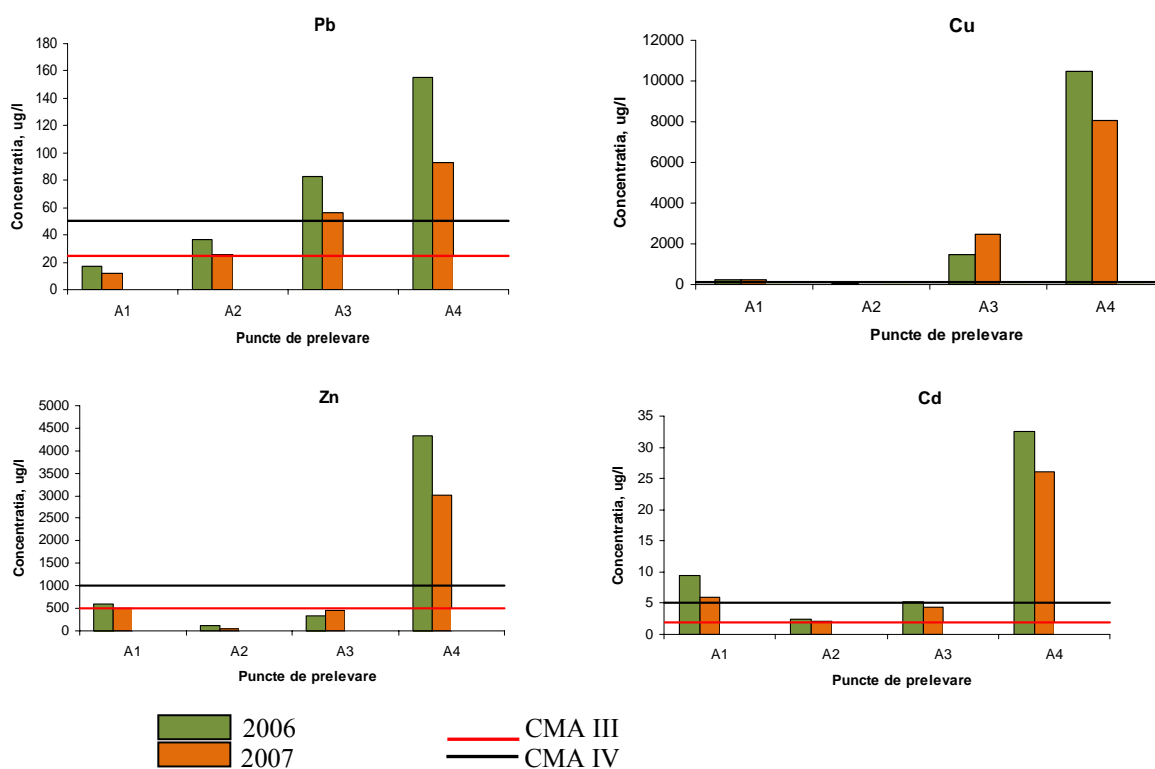


Fig. 3.5. Concentrațiile metalelor în apele de suprafață, exprimate în $\mu\text{g/l}$ (CMA –concentrația maximă admisă)

În conformitate cu clasificarea calității apelor de suprafață, proba recoltată din zona noastră de interes, respectiv A1, s-a încadrat în următoarele clase de calitate: clasa III pentru Pb, clasa IV la Zn și clasa V la Cu și Cd.

Valorile pH-ului s-au încadrat în general în valorile limită (6,5 – 8,5), cu excepția probei A4, indicând aciditatea ridicată a apelor pâraului Șesei, care a condus la creșterea solubilității și mobilității metalelor și la amplificarea riscului de contaminare cu metale în cursurile de apă din apropiere, a apelor subterane și a terenurilor agricole (Ozunu et al., 2009). Valorile normale ale pH-ului din proba A1 (Abrud), pot fi explicate prin diluția apelor pâraului Roșia prin vărsarea în Abrud.

În figurile următoare este reprezentat nivelul de poluare din sedimente și ape de suprafață, pe baza concentrațiilor de metale grele. Calitatea apei este reprezentată prin cercuri colorate, în funcție de valorile poluării determinate în urma analizelor efectuate.

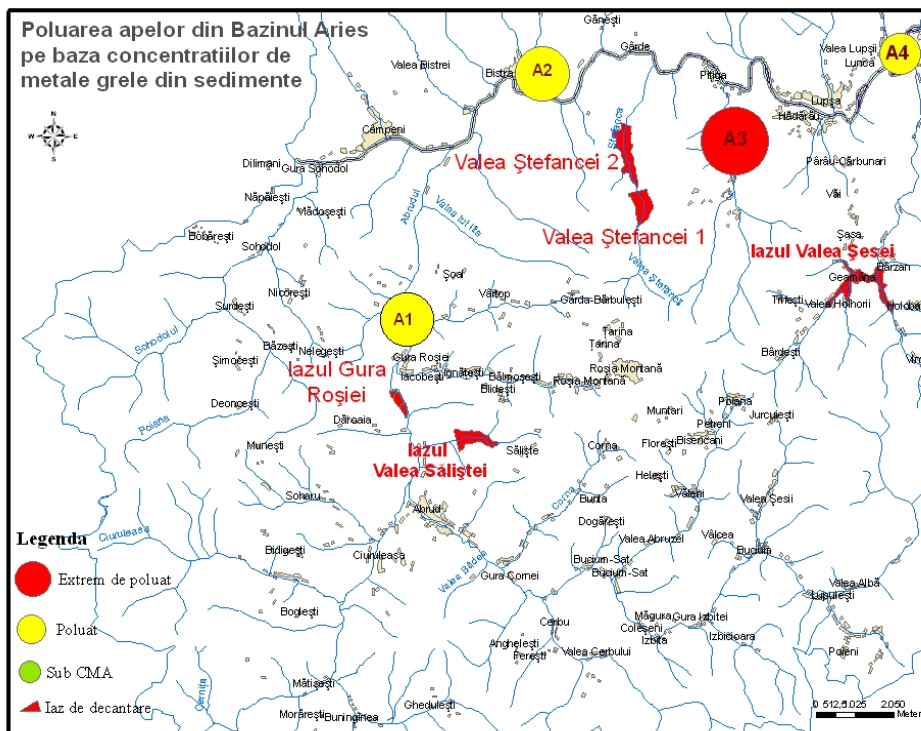


Fig. 3.6. Poluarea apelor din zona de studiu pe baza concentrației metalelor grele din sedimente

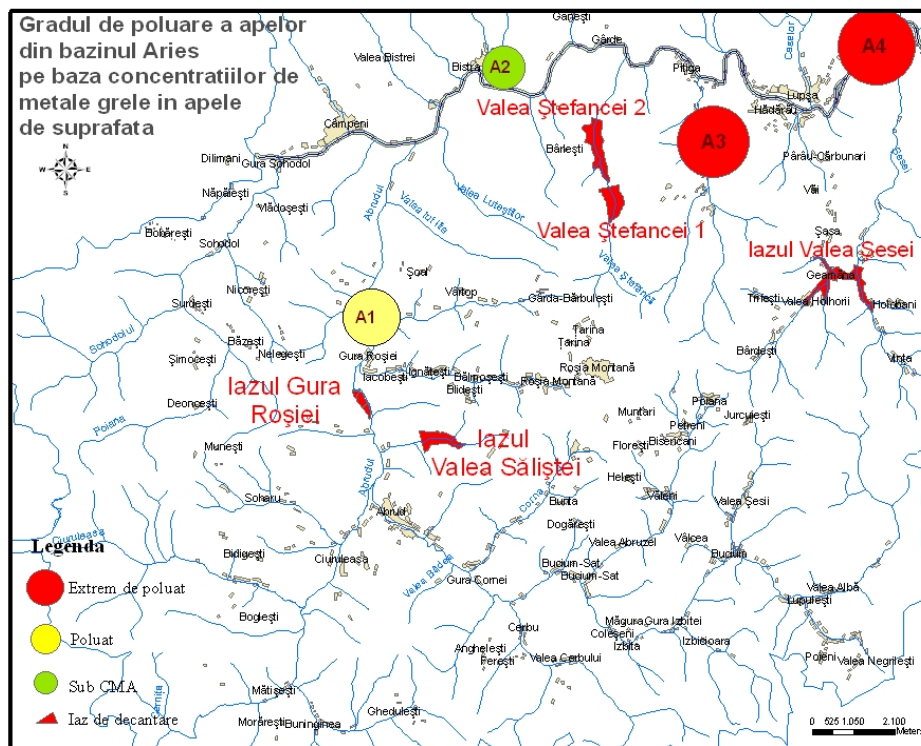


Fig. 3.7. Poluarea apelor din zona de studiu pe baza concentrației metalelor grele din apele de suprafață

Acest studiu a indicat faptul că activitatea minieră din perimetrul studiat a afectat concentrațiile metalelor în apele de suprafață. Valorile ridicate ale concentrațiilor unor metale (Pb,

Cu, Cd, Zn) în apele râurilor Abrud și Arieș, precum și valorile reduse ale pH-ului datorită conținutului semnificativ al sulfurilor metalice din sterile și sedimente sugerează că exploatarea miniere și iazurile de decantare din zonă reprezintă surse de poluare continuă a apelor naturale chiar și atunci când sunt închise (Ozunu et al., 2009).

Apare foarte clar conturată ideea că menținerea situației actuale (nicio acțiune – starea “No Action”) va conduce la continuarea neconformităților înregistrate și la accentuarea afectării calității componentelor de mediu și așezărilor umane. Continuarea evacuărilor de ape de mină în pârâul Valea Roșiei și a apelor limpezeite din iazul Valea Săliștei în pârâul Abrud fără a fi supuse unui proces de epurare, va menține degradarea calității acestor receptori naturali cu impact asupra calității râului Arieș.

Având în vedere lunga istorie a activităților de exploatare a minereurilor auro-argentifere în zonă, se poate vorbi de un grad ridicat de poluare a solului. Acest fenomen a luat amploare și s-a agravat în ultimele 4-5 decenii datorită unui nivel tehnologic redus și metodelor inadecvate de exploatare/procesare, precum și unui ritm de exploatare din ce în ce mai intens. La poluare a contribuit considerabil și depozitarea materialului steril, pe terenuri neamenajate, în condițiile unui conținut ridicat de metale grele și substanțe toxice folosite la obținerea metalelor. Arealele afectate au fost extinse de-a lungul timpului, prin supunerea acestora proceselor naturale (precipitații, îngheț/dezghet, vânt, șiroirea apelor, infiltrarea acestora). Strânsa interdependență dintre factorii de mediu apă și sol a făcut ca sursele de poluare a apelor menționate anterior să se constituie și ca surse de poluare a solului.

3.4. EVALUAREA INTEGRATĂ A IMPACTULUI ȘI RISCULUI POLUĂRII FACTORILOR DE MEDIU

O strategie eficientă de abordare a preocupărilor privind calitatea factorilor de mediu și identificarea priorităților locale, regionale și naționale este evaluarea impactului și a riscului. Evaluarea impactului ecologic este esențială pentru procesul de remediere și reconstrucție ecologică, constituind baza practicilor de management. Evaluările ecologice variază de la inventarierea biotei locale, determinări de contaminanți în factorii de mediu și organisme, evaluări ale impactului asupra mediului până la evaluări ale riscului ecologic pentru o anumită substanță sau orice alt factor perturbator.

Amplasamentele contaminate suferă adesea distrugerii ale componentelor fizice și biologice, dar și contaminare chimică. Curățarea și remedierea amplasamentelor contaminate este una dintre problemele de mediu de interes major ale acestui secol, unul dintre primii pași spre acest deziderat fiind evaluarea resurselor ecologice (receptori, inclusiv ființe umane), a structurii și funcției ecosistemelor, precum și a nivelurilor și efectelor contaminării (Burger, 2008).

Evaluarea riscului reprezintă un proces gradual, pas cu pas, pentru compararea riscurilor relative ale aplicării unor acțiuni diverse legate de decontaminarea unor perimetre contaminate (Swanson, 2007). Evaluările de risc pot fi realizate pe diverse nivele, de la investigații pe scară foarte largă care compară amplasamente diferite, până la analize detaliate specifice unui amplasament. Această abordare este utilă acolo unde lipsesc resursele pentru refacerea ecologică a zonei și unde trebuie identificate acțiunile prioritare pentru asigurarea sănătății umane și a protecției factorilor de mediu (Semenzin et al., 2007).

3.4.1. Descrierea metodei

Se va folosi metoda integrată de evaluare calitativă a impactului și riscului de mediu, aceasta fiind noua tendință de combinare a celor două proceduri de evaluare risc - impact de mediu. Aceasta ține cont de aspectele de mediu (impact și risc), de relația cauză – efect, precum și de sursele generatoare de impacturi asupra mediului și consecințele acestora, mai ales dacă sunt caracterizate de o probabilitate mare de manifestare (Robu, 2005).

Prin folosirea acestei metode se reduce gradul de subiectivitate, specific altor metode (ex: metoda indicelui de poluare globală). Metoda folosită cuantifică automat și simultan atât impactul, cât și riscul de mediu asociat fiecărui impact, plecând de la concentrațiile determinate în mediu la un moment dat, fără ca evaluatorul de mediu să influențeze sau să intervină în obținerea rezultatelor finale.

Metoda integrată de evaluare a impactului și riscului de mediu prezintă următoarele avantaje:

- este în primul rând ușor de aplicat și urmează o procedură clară, simplă, bine definită;
- nu depinde în mod special de experiența evaluatorului de mediu;
- impacturile și riscurile de mediu sunt calculate plecând de la concentrațiile poluanților, determinate în mediu la un moment dat sau estimate prin programe speciale, ceea ce face să reflecte realitatea într-un mod obiectiv;
- metoda integrată de evaluare impact – risc de mediu **nu este o metodă subiectivă**, subiectivismul metodei, generat de experiența evaluatorului de mediu fiind diminuat prin urmărirea unor pași matematici;
- experiența evaluatorului de mediu nu influențează rezultatele finale, ceea ce facilitează procesul decizional de monitorizare, prevenire a poluării sau închidere a unei instalații, activități sau proiect.

Pentru a se reduce gradul de subiectivitate în calcularea unităților de importanță se folosește metoda matricii de calcul, obținându-se mai întâi scoruri normate și apoi unități de importanță pentru fiecare componentă de mediu (Tabelul 3.1).

Există mai multe proceduri de atribuire a importanței în evaluarea impacturilor de mediu. Metoda folosită aici este similară cu cea utilizată în sistemul de evaluare a mediului Battelle. Prin această metodă, ponderile relative ale aspectelor individuale de mediu sunt exprimate în unități de importanță ale parametrilor. Totalul de 1000 de unități de importanță este utilizat ca estimare a ponderii (Ferreira et al., 2008).

Tabel 3.1. Calcularea importanței fiecărei componente de mediu

Componenta	Ape evacuare	Ape supraf.	Aer	Sol
Ape de evacuare	1,00	1,25	1,67	2,50
Ape de suprafață	0,80	1,00	1,33	2,00
Aer	0,60	0,75	1,00	1,50
Sol	0,40	0,50	0,67	1,00

rezolvând matricea pe linie se obțin unitățile de importanță

Componenta	Scoruri normate	Unități de importanță
Ape de evacuare	0,16	155,84
Ape de suprafață	0,19	194,81
Aer	0,26	259,74
Sol	0,39	389,61
Total (verificare)	1,000	1000

SN – scoruri normate pentru importanța acordată

UI – unități de importanță (utilizate ulterior în cuantificarea impactului)

UI = SN x 1000

În continuare, calitatea componentei de mediu evaluate este determinată ca fiind raportul dintre concentrația maxim admisă, conform legislației în vigoare și concentrația determinată la un moment dat pentru un anumit indicator de calitate, specific componentei de mediu evaluate. Impactul indus asupra fiecărei componente de mediu evaluate este dat de raportul dintre unitățile de importanță obținute de fiecare componentă de mediu și calitatea componentei de mediu.

Fiecărui impact de mediu calculat funcție de un anumit indicator de calitate îi corespunde un risc de mediu, care poate fi calculat fie pentru fiecare impact indus în mediu și ulterior ca o

medie a valorilor obținute, fie direct, considerând valoarea medie a impactului indus asupra componentei respective de mediu.

După cuantificarea impactului și riscului de mediu se face o clasificare a acestora (Tabel 3.2).

Tabel 3.2. Clasificarea impactului și riscului de mediu

Impact de mediu	Descriere	Risc de mediu	Descriere
<100	Mediu neafectat de activitățile umane/calitate naturală	<100	Riscuri neglijabile/ nesemnificative
100-350	Mediu supus efectelor activităților umane în limite admisibile	100-200	Riscuri minore, dar trebuie avute în vedere/monitorizate
350-500	Mediu suspus efectelor activităților umane provocând stări de disconfort	200-350	Riscuri medii la un nivel acceptabil, trebuie monitorizate
500-700	Mediu supus efectelor activităților umane provocând tulburări formelor de viață	350-700	Riscuri medii la un nivel inacceptabil, sunt necesare măsuri de prevenire și control
700-1000	Mediu grav afectat de activitățile umane	700-1000	Riscuri majore, sunt necesare măsuri de prevenire, control și remediere
>1000	Mediu degradat, impropriu formelor de viață	>1000	Riscuri catastrofale, toate activitățile ar trebui încetate

(Sursa: Robu, 2005)

Pe baza formulelor prezentate în metodologia de lucru, s-a calculat impactul și riscul de mediu, obținându-se rezultatele prezentate mai jos.

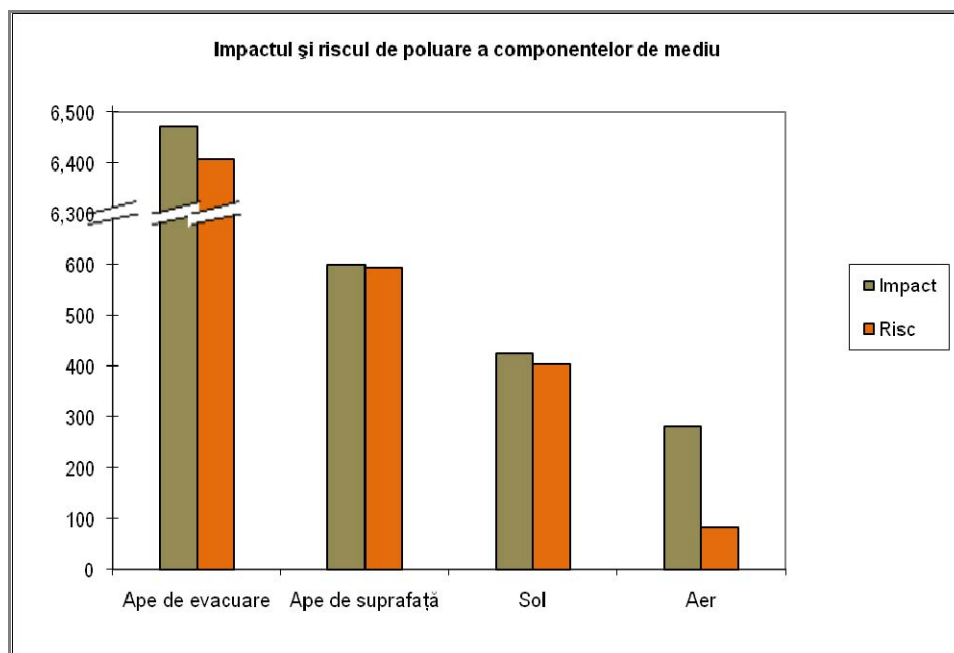


Fig. 3.8. Impactul și riscul de poluare a componentelor de mediu în perimetrul minier Roșia Montană

Cel mai mare impact și respectiv risc îl prezintă apele, în special prin componenta apelor de mină, urmate la mare diferență de factorul de mediu sol și aer. Saltul valoric mare de la componenta ape de mină și de evacuare iaz la celelalte componente evaluate este ilustrat grafic în figura 3.8.

Rezultatele obținute pentru fiecare componentă de mediu analizată se suprapun următoarei clasificări a impactului și riscului de mediu:

Tabel 3.3. Clasificarea impactului și riscului asupra componentelor de mediu în perimetrul minier Roșia Montană

Impact de mediu	Descriere	Risc de mediu	Descriere
-	Mediu neafectat de activitățile miniere / calitate naturală	Aer	Riscuri neglijabile / ne semnificative
Aer	Mediu supus efectelor activităților miniere în limite admisibile	-	Riscuri minore, dar trebuie avute în vedere / monitorizate
Sol	Mediu suspus efectelor activităților miniere provocând stări de disconfort	-	Riscuri medii la un nivel acceptabil, trebuie monitorizate
Ape de suprafață	Mediu supus efectelor activităților miniere provocând tulburări formelor de viață	Sol Ape de suprafață	Riscuri medii la un nivel inacceptabil, sunt necesare măsuri de prevenire și control
-	Mediu grav afectat de activitățile miniere	-	Riscuri majore, sunt necesare măsuri de prevenire, control și remediere
Ape de evacuare	Mediu degradat, impropriu formelor de viață	Ape de evacuare	Riscuri catastrofale, toate activitățile ar trebui încetate

Rezultatele obținute pentru fiecare componentă de mediu analizată se încadrează în următoarele clase de impact și risc de mediu:

Apele de mină și de evacuare din iaz:

- Impact: mediu degradat, impropriu formelor de viață,
- Risc: riscuri catastrofale, toate activitățile ar trebui încetate,

Apele de suprafață:

- Impact: mediu supus efectelor activităților miniere provocând tulburări formelor de viață,
- Risc: riscuri medii la un nivel inacceptabil, sunt necesare măsuri de prevenire și control,

Sol:

- Impact: mediu suspus efectelor activităților miniere provocând stări de disconfort,
- Risc: riscuri medii la un nivel inacceptabil, sunt necesare măsuri de prevenire și control,

Aer:

- Impact: mediu supus efectelor activităților miniere în limite admisibile,
- Risc: riscuri neglijabile/ ne semnificative.

4.4. EVALUAREA MATRICEALĂ A IMPACTULUI ÎNCHIDERII MINIERE ASUPRA COMPONENTELOR DE MEDIU ÎN PERIMETRUL MINIER ROȘIA MONTANĂ

Pentru a sublinia care dintre componentele mediului vor fi cel mai grav afectate de închiderea minieră de la Roșia Montană s-a aplicat metoda matricei de evaluare rapidă a impactului asupra mediului.

Metoda matricei de impact implică construirea unei matrici în care pe o coordonată sunt specificate activitățile evaluate, iar pe cealaltă coordonată sunt prezentați factorii ecologici potențial afectați. La intersecția activităților cu factorii ecologici sunt cuantificate intensitatea și importanța impactului.

Folosirea acestei metode permite analizarea tuturor relațiilor posibile, ceea ce face ca evaluarea totală să fie mai obiectivă. Trebuie subliniat că metoda permite evaluarea atât a impactului direct, cât și a celui indirect. De obicei, în matricile de evaluare a impactului se folosesc scări și grile de bonitate pentru diferențierea rolurilor diferitelor tipuri de activități și factori ecologici, ceea ce conferă un caracter complex metodei.

Printre avantajele metodei se numără: posibilitatea de a compara diferite tipuri de impacturi pe baza unor judecăți comune, transparență, flexibilitate, caracter facil și economic. Principalele

dezavantaje ale metodei sunt: subiectivitatea acesteia, deoarece implică judecata evaluatorului sau a unei echipe de evaluare și faptul că evaluarea este calitativă, deși se dau note cantitative (Muntean, 2004).

4.4.1. Descrierea metodei

Metoda MERI (Matricea de Evaluare Rapidă a Impactului) se bazează pe o definiție standard a criteriilor importante de evaluare și a mijloacelor prin care pot fi deduse valori cvasi-cantitative pentru fiecare dintre aceste criterii (reprezentate printr-o notă concretă, independentă). Impactul activităților ce vor fi desfășurate este evaluat față de aspectele de mediu și se determină pentru fiecare aspect de mediu o notă (scor de mediu), folosind criteriile definite, asigurându-se astfel o măsurare a impactului potențial pentru fiecare aspect de mediu considerat (Macoveanu, 2006).

Pașii aplicării metodei MERI:

1. Precizarea criteriilor și a treptelor de evaluare
2. Definirea aspectelor de mediu considerate și gruparea pe clase
3. Calcularea scorurilor de mediu pentru fiecare aspect de mediu
4. Conversia scorurilor individuale de mediu pe categorii de impact
5. Precizarea categoriei de impact pentru fiecare clasă de aspecte de mediu
6. Reprezentarea grafică sau sub formă numerică a scorului de mediu obținut pe clase de aspecte de mediu și pe categorii de mediu.

Procedura de calcul pentru MERI presupune următoarele ecuații:

$$A_1 \times A_2 = A_t \quad (\text{ec. 4.1.})$$

$$B_1 + B_2 + B_3 = B_t \quad (\text{ec. 4.2.})$$

$$A_t \times B_t = ES \quad (\text{ec. 4.3.})$$

Unde:

A_1, A_2, B_1, B_2, B_3 – criterii de evaluare prin metoda MERI

A_t, B_t – note obținute prin înmulțirea, respectiv adunarea valorilor desemnate criteriilor de evaluare

SM - scor de mediu pentru factorul analizat

Criteriile standard de evaluare stabilite se încadrează în două mari tipuri:

A – criterii care pot schimba individual scorul de mediu obținut

B – criterii care individual nu pot schimba scorul de mediu.

Tabel 4.1. Criterii și trepte de evaluare prin metoda MERI

Criteriul	Scara	Descrierea
A_1 Importanța modificării mediului (efectului)	4	Important pentru interesele naționale/internaționale
	3	Important pentru interesele regionale / naționale
	2	Important și pentru zonele aflate în imediata apropiere a zonei amplasamentului
	1	Important numai pentru condițiile locale
	0	Fără importanță
A_2 Magnitudinea modificării mediului	+ 3	Beneficiu major important
	+ 2	Îmbunătățire semnificativă a stării de fapt / actuale
	+ 1	Îmbunătățirea stării actuale
	0	Neschimbarea stării actuale
	- 1	Schimbare negativă a stării de fapt
	- 2	Dezavantaje sau schimbări negative semnificative
- 3	Dezavantaje sau schimbări negative majore	
B_1 Permanență	1	Fără schimbări
	2	Temporar
	3	Permanent

Criteria	Scara	Descrierea
B ₂ Reversibilitate	1	Fără schimbări
	2	Reversibil
	3	Ireversibil
B ₃ Cumulativitate	1	Fără schimbări
	2	Ne-cumulativ / unic
	3	Cumulativ / sinergetic

După obținerea scorurilor de mediu, acestea sunt transformate în categorii de impact (CI), pe baza scării de conversie de mai jos.

Tabel 4.2. Conversia scorurilor de mediu în categorii de impact

Scorul de mediu (SM)	Categorii (Codul)	Descrierea categoriei
+ 72 → + 108	+ E	Impact pozitiv major
+ 36 → + 71	+ D	Impact pozitiv semnificativ
+ 19 → + 35	+ C	Impact pozitiv moderat
+ 10 → + 18	+ B	Impact pozitiv
+ 1 → + 9	+ A	Impact ușor pozitiv
0	N	Lipsa schimbării / a status-quo-ului / Nu se aplică
- 1 → - 9	- A	Impact ușor negativ
- 10 → - 18	- B	Impact negativ
- 19 → - 35	- C	Impact negativ moderat
- 36 → - 71	- D	Impact negativ semnificativ
- 72 → - 108	- E	Impact negativ major

Metoda a fost aplicată prin luarea în considerare a particularităților de mediu din zona de studiu și a analizelor probelor din capitolul anterior.

Matricea s-a completat prin acordarea unei valori din scara notelor de evaluare, în funcție de impactul pe care îl va avea închiderea minieră asupra lor.

Cele 64 de componente de mediu evaluate au fost selectate din matricea lui Leopold și adaptate metodologiei de evaluare și zonei de studiu analizate. Componentele evaluate au fost împărțite în 4 categorii:

- Componente fizico-geografice (abiotice)
- Componente biologice (biotice)
- Componente antropice
- Indicatori de calitate a vieții.

Rezultatele obținute în urma completării matricei ilustrează clar faptul că derularea unui proces eficient de închidere minieră va avea impacturi pozitive majore la nivelul componentelor abiotice, biotice și antropice și un impact negativ major pentru nivelul de trai al populației.

Tabel 4.3. Rezultatele matricei de evaluare a impactului închiderii miniere la Roșia Montană

Componenta evaluată	Scorul de mediu	Categoria (Codul)	Descrierea categoriei
Componente fizico-geografice (abiotice)	638	+E	Impact pozitiv major
Componente biologice (biotice)	163	+E	Impact pozitiv major
Componente antropice	274	+E	Impact pozitiv major
Indicatori de calitate a vieții	-260	-E	Impact negativ major

Evaluarea impactului închiderii miniere asupra componentelor de mediu în zona de studiu realizată prin metoda matricei de evaluare rapidă (MERI) a ilustrat următoarele concluzii:

- derularea unui proces eficient de închidere minieră va avea impacturi pozitive majore la nivelul componentelor abiotice, biotice și antropice și un impact negativ major pentru nivelul de trai al populației;
- natura impactului închiderii depinde de succesul procesului de închidere minieră;
- atenție deosebită în procesul de închidere trebuie acordată aspectelor care au obținut scoruri de mediu mici: modelul cultural (stilul de viață), rata șomajului, densitatea populației, populația activă/ocupată, nivelul veniturilor și nivelul de trai în general. Acestea relevă faptul că închiderea minieră va afecta negativ aceste componente;
- deși componenta de mediu model cultural (stil de viață) a obținut numai o valoare de -63, care corespunde unui impact negativ moderat, se preconizează că această componentă va fi mult mai grav afectată de închiderea minieră. Afirmția se bazează pe tradiția minieră îndelungată a localității.

V. RISCURILE ASOCIATE ÎNCHIDERII MINIERE LA ROȘIA MONTANĂ

În cadrul riscului de închidere se pot identifica în perimetrul minier Roșia Montană mai multe sub-categorii, pe baza caracteristicilor factorilor de mediu prezentate în capitolele anterioare. De menționat că amploarea riscurilor de mediu poate fi augmentată de lipsa unei economii locale puternice, care împiedică atingerea obiectivelor securității mediului deoarece sărăcia și neliniștile sociale pot conduce la degradarea viitoare a factorilor de mediu, născută din disperare individuală (Allen-Gill și Borysova, 2007).

Deși activitățile de exploatare au fost sistate, în cadrul câmpului minier Roșia Montană există anumite riscuri pentru factorii de mediu, precum și pentru securitatea și sănătatea populației. Acestea sunt strâns corelate cu structurile antropice specifice procesului de valorificare a zăcămintelor de minereuri metalifere (Fig. 5.1).

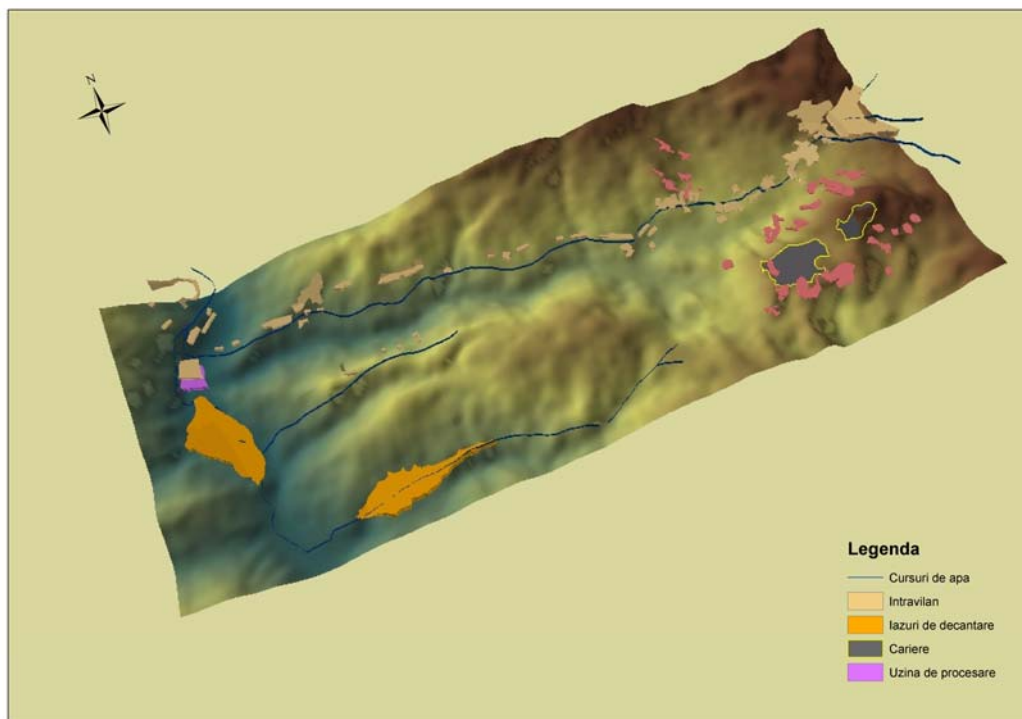


Fig. 5.1. Zone cu pericole potențiale majore (Reprezentare în ArcScene)

5.3.1. Hazarduri și riscuri naturale

Alunecările de teren

În timpul lucrărilor miniere relieful a suferit multiple transformări ce au determinat o fragilitate a acestuia și posibilitatea producerii unor procese geomorfologice precum: surpări, alunecări de teren, ravenație.

Lipsa unui covor vegetal stabilizator, pășunatul excesiv, schimbarea folosințelor terenului sau activitățile miniere sunt câteva dintre cauzele activării sau reactivării alunecărilor de teren prezente la nord și est de Roșia Montană și în cursul superior al văii Corna, acestea constituind surse de risc. Prezența tăurilor în zonă reprezintă o altă sursă de risc în declanșarea alunecărilor de teren, în aceste areale putând apărea și fenomene de sufoziune.

Pentru evaluarea riscului de producere a alunecărilor de teren s-a elaborat harta de risc la alunecare.

Metodologia folosită în elaborarea hărții de susceptibilitate la alunecări de teren este cea cuprinsă în *Ghidul de redactare a hărților de risc la alunecare a versanților pentru asigurarea stabilității construcțiilor – Indicativ GT – 019-98* (Institutul de Studii și Proiecte pentru Îmbunătățiri Funciare, 1998).

La întocmirea hărții de risc din punct de vedere al potențialului de producere a alunecărilor de teren s-au luat în considerare mai multe criterii stabilite pe baza unor factori care, acționând singular sau în interdependență, pot influența decisiv stabilitatea versanților, pe baza celor trei grade de potențial cu probabilitatea corespunzătoare de producere a alunecărilor.

Tabelul 5.1. Clasele de estimare a potențialului de producere a alunecărilor (Institutul de Studii și Proiecte pentru Îmbunătățiri Funciare, 1998)

Scăzut		Mediu		Ridicat	
Probabilitatea de producere a alunecărilor (P) și coeficientul de risc corespunzător (K)					
Practic zero	Redusă	Medie	Medie - Mare	Mare	Foarte mare
0	< 0,10	0,10-0,30	0,31-0,50	0,51-0,80	>0,80

Formula de calcul utilizată pentru elaborarea hărții susceptibilității la alunecări de teren este următoarea:

$$K_m = \frac{K_a * K_b}{6} (K_c + K_d + K_e + K_f) \quad (\text{ec. 5.1.})$$

Unde:

- K_m – potențialul de producere a alunecărilor de teren
- K_a – criteriul litologic
- K_b – criteriul geomorfologic
- K_c – criteriul hidrologic și climatic
- K_d – criteriul seismic
- K_e – criteriul silvic
- K_f – criteriul antropic

Rezultate și discuții

Se poate observa din analiza hărții pantelor din Fig. 5.2 că predomină pantele cuprinse între 6° și 12°. Suprafețele cu pantă foarte mică (0-3°) ocupă arealele ce includ interfluviile, luncile râurilor și podurile de terase, treptele haldelor de steril și ale iazurilor de decantare.

Zona carierelor este predominantă de pante cuprinse între 15-35°. Cuveta carierei Cetate are înclinări laterale cuprinse între 25-32° în zona SE și 32-45° în zona NE. Suprafețele cu declivități mai mari de 35° sunt destul de restrânse.

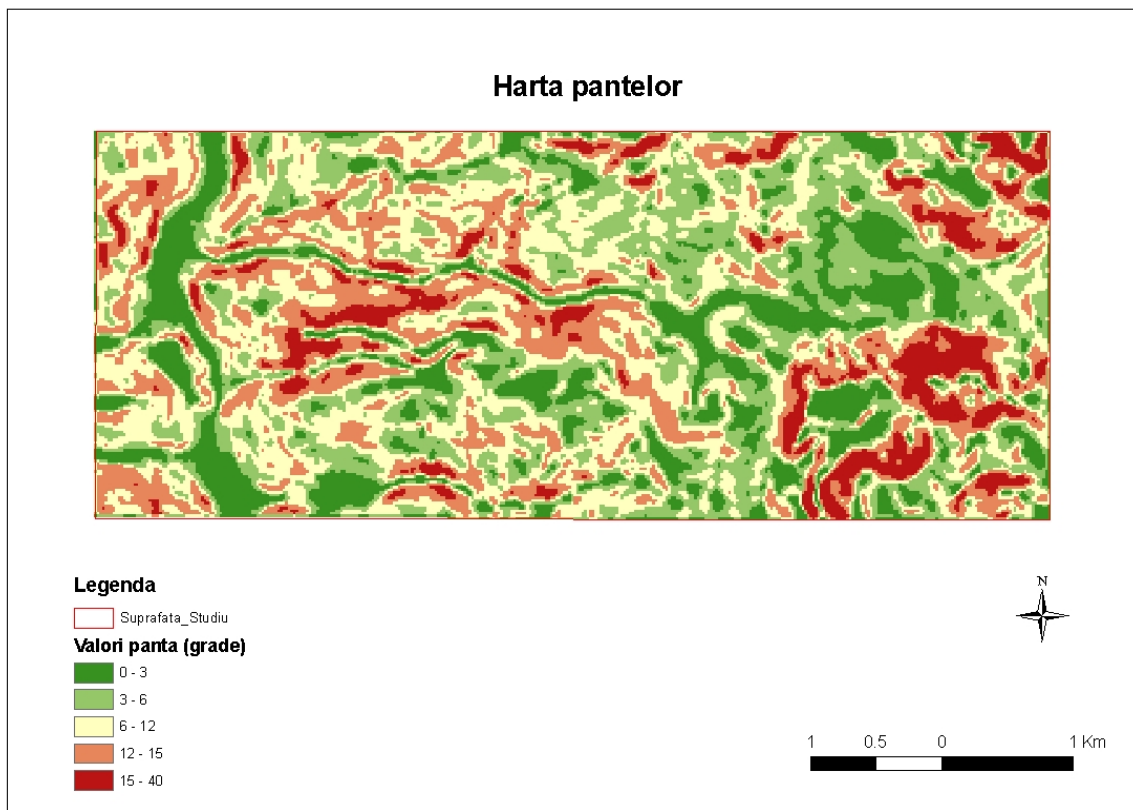


Fig. 5.2. Harta pantelor

Prin suprapunerea hărților analizate anterior a rezultat harta susceptibilității la alunecări de teren care indică ariile cu risc de alunecare (Fig. 5.3). Identificarea acestor areale este de o importanță deosebită în planificarea închiderii, deoarece indică foarte clar prioritățile de revegetare, în vederea asigurării stabilității terenurilor.

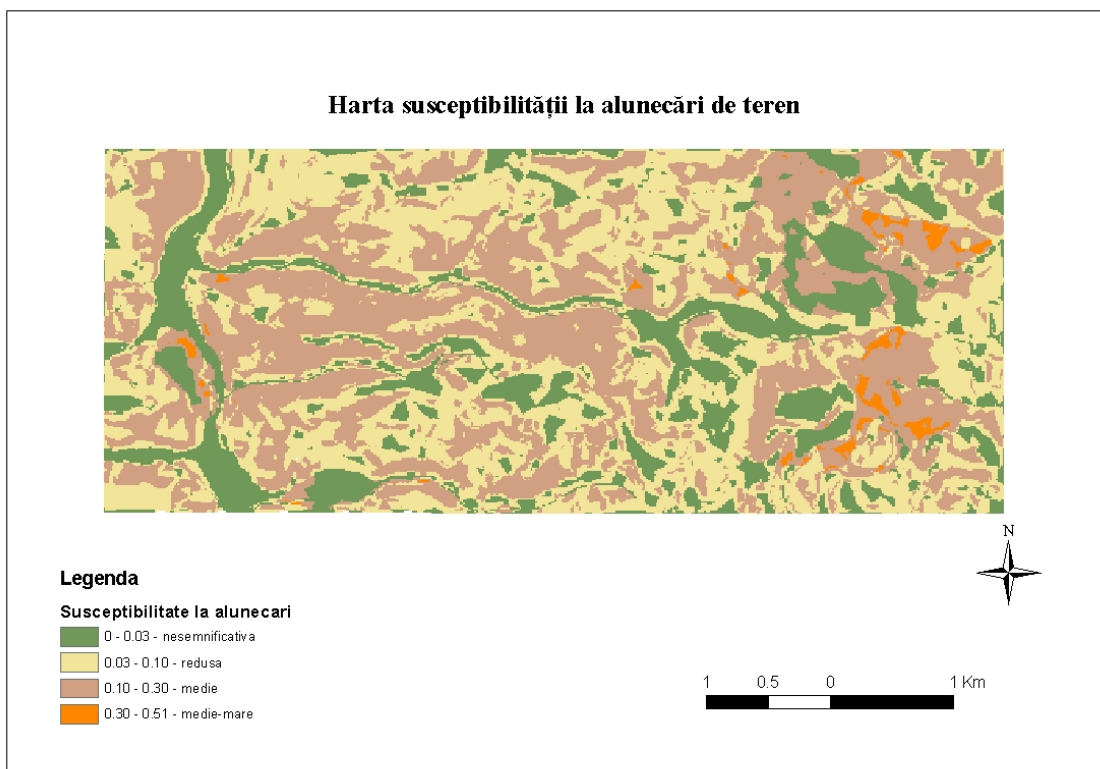


Fig. 5.3. Harta zonelor susceptibile la alunecări de teren

Prin încadrarea valorilor obținute în urma suprapunerii hărților tematice s-au conturat patru clase ale susceptibilității la alunecări, care corespund zonelor cu risc de alunecare. Valorile cele mai mari, din domeniul mediu-mare, se semnalează pe versantul sudic și estic al carierelor Cetate și Cârnic. Prezența haldelor de steril Hop și Valea Verde într-o zonă cu susceptibilitate mare de alunecare a terenului, precum și apropierea zonelor locuite, amplifică riscurile.

Valori mari ale susceptibilității la alunecări de teren apar punctual în zona celor două iazuri de decantare: Gura Roșiei și Valea Săliștei. Valori nesemnificative ale riscului de producere a alunecării sunt asociate zonelor cu pante reduse din albiile râurilor (sub 3°). Predomină însă arealele cu susceptibilități reduse și medii.

Eroziunea solului

Particularitățile reliefului montan și vulnerabilitatea dată de activitățile miniere au determinat producerea eroziunii solului pe suprafețe însemnate. Influențată în mod direct de acțiunea apei și a vântului, eroziunea solului este o formă de degradare a solului. Observațiile și cercetările efectuate în teren au pus în evidență acest fapt. Pentru a susține aceste constatări este necesară identificarea zonelor afectate de eroziune folosind metode științifice validate. În același timp este importantă determinarea cantității anuale de material erodat în scopul identificării măsurilor pentru asigurarea sustenabilității ecologice și economice a zonei de studiu.

Ținând cont de factorii ce condiționează eroziunea solului care sunt atât de natură dinamică cât și statică, estimarea cantității de sol erodat se poate obține cel mai bine prin analiză și modelare spațială, utilizând tehnologia GIS și ecuația universală de eroziune a solului (Universal Soil Loss Equation, USLE).

Prin metoda USLE se estimează cantitatea de sol erodat pe baza a 6 factori: factorul de erozivitate pluvială, coeficientul de erodabilitate a solului, factorul de lungime a versantului (LS), factorul de pantă, acoperirea cu vegetație și impactul practicilor agricole de combatere a eroziunii.

Metoda USLE folosită pentru estimarea cantității de sol erodat are la bază următoarea ecuație:

$$E=K*LS*S*C*Cs \quad (ec. 5.3.)$$

Unde:

E – cantitatea de sol erodat (t/(ha an))

K – coeficientul de agresivitate climatică

LS – indicele topografic, calculat pe baza lungimii versantului și a pantei

S – coeficientul de erodabilitate a solului

C – coeficientul privind managementul utilizării terenurilor

Cs – impactul practicilor agricole de combatere a eroziunii solului.

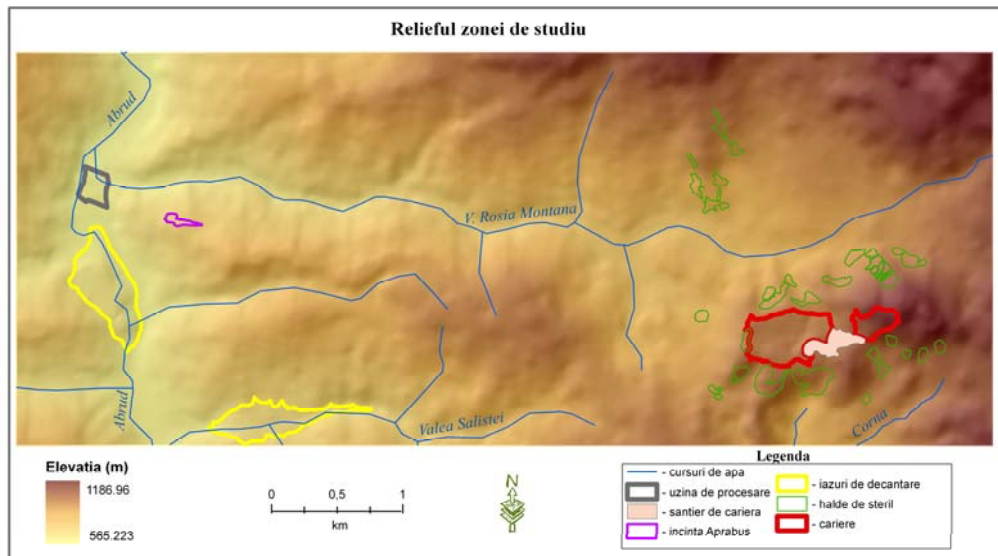


Fig. 5.4. Modelul Digital de Elevație pentru zona de studiu

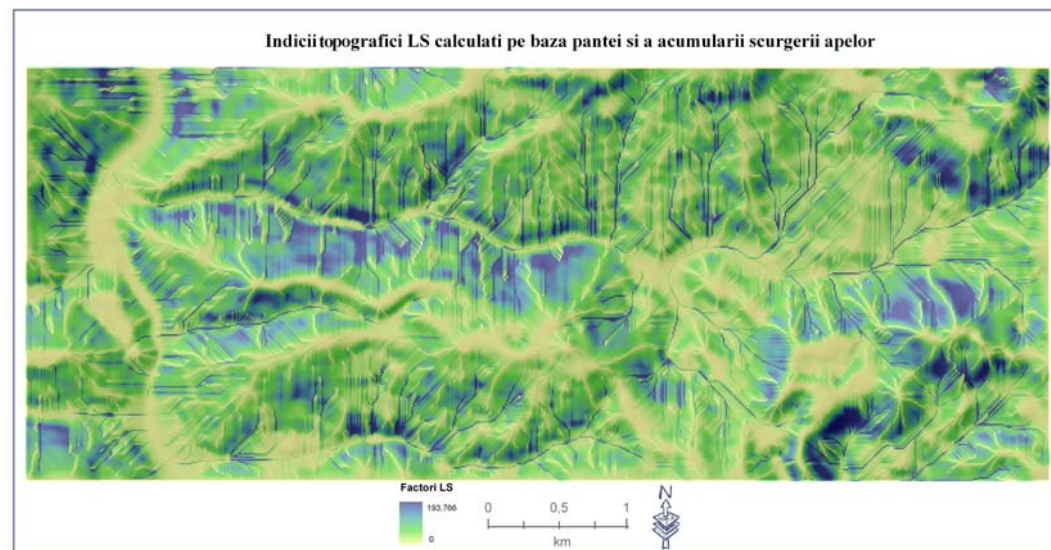


Fig. 5.5. Factorul LS determinat pentru zona de studiu

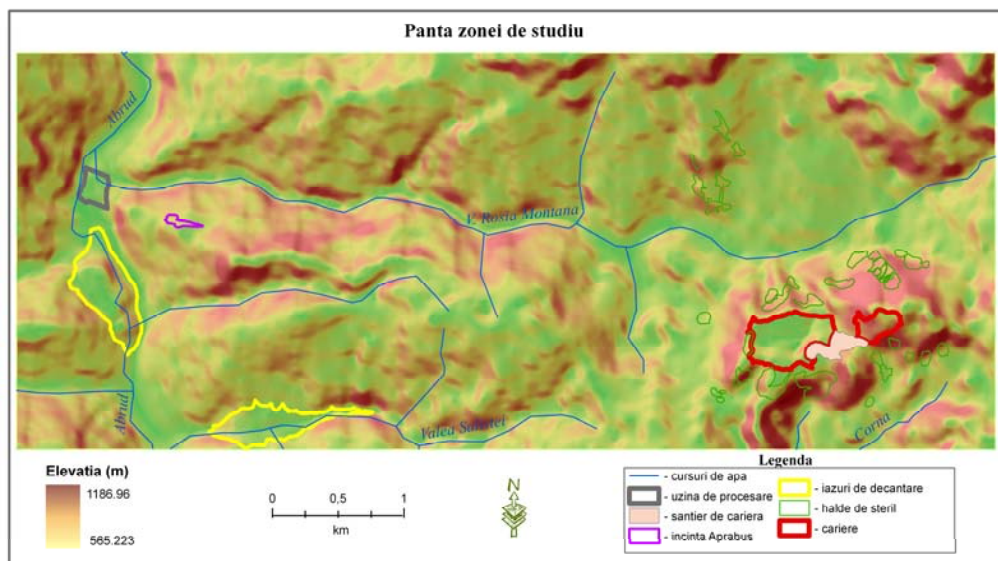


Fig. 5.6. Harta pantelor în zona de studiu

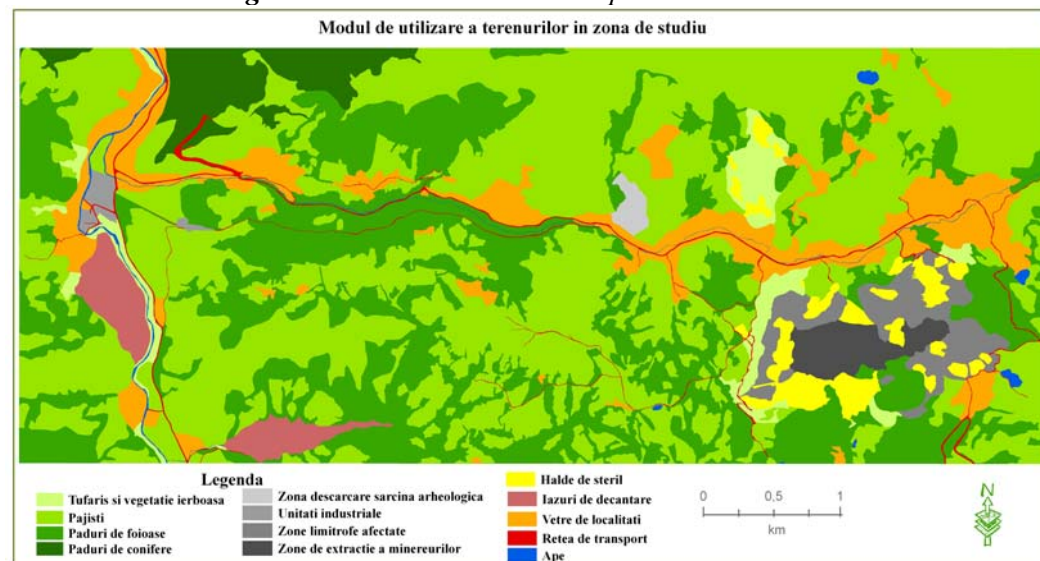


Fig. 5.7. Categoriile de folosință a terenurilor în zona de studiu

Rezultate și discuții

Analizând harta susceptibilității la eroziune a solului din zona de studiu (Fig. 5.8) se observă că cele mai mari cantități de sol erodat se află în zona de exploatare minieră și pe versanții cu pante accentuate.

Correspondența între valorile cantității de sol erodat și susceptibilitatea la eroziune s-a realizat pe baza metodologiei ICPA realizată în 1986, astfel:

- < 1 t/(ha/an) – eroziunea neapreciabilă
- 1-8 t/(ha/an) – eroziune slabă
- 8- 16 t/(ha/an) – eroziune moderată
- 16-30 t/(ha/an) – eroziune puternică
- >30 t/(ha/an) – eroziune foarte puternică

Se constată că arealele cu eroziune foarte puternică se localizează pe versanții de sud-est și sud ai dealurilor Cetate și Cârnic, respectiv zona haldelor de steril Valea Verde, Hop, Cârnicel, Napoleon și Piatra Corbului. Zona mai este afectată, pe lângă eroziune de adâncime și de suprafață, și de alunecări de teren, așa cum se poate observa din Figura 5.3.

Versantul vestic al carierei Cetate se încadrează în categoria de susceptibilitate „eroziune puternică”. În întregul areal al carierei și al zonei înconjurătoare, terenurile sunt lipsite de vegetația stabilizatoare, iar spălarea solului sub influența vântului și apei amplifică procesul de eroziune.

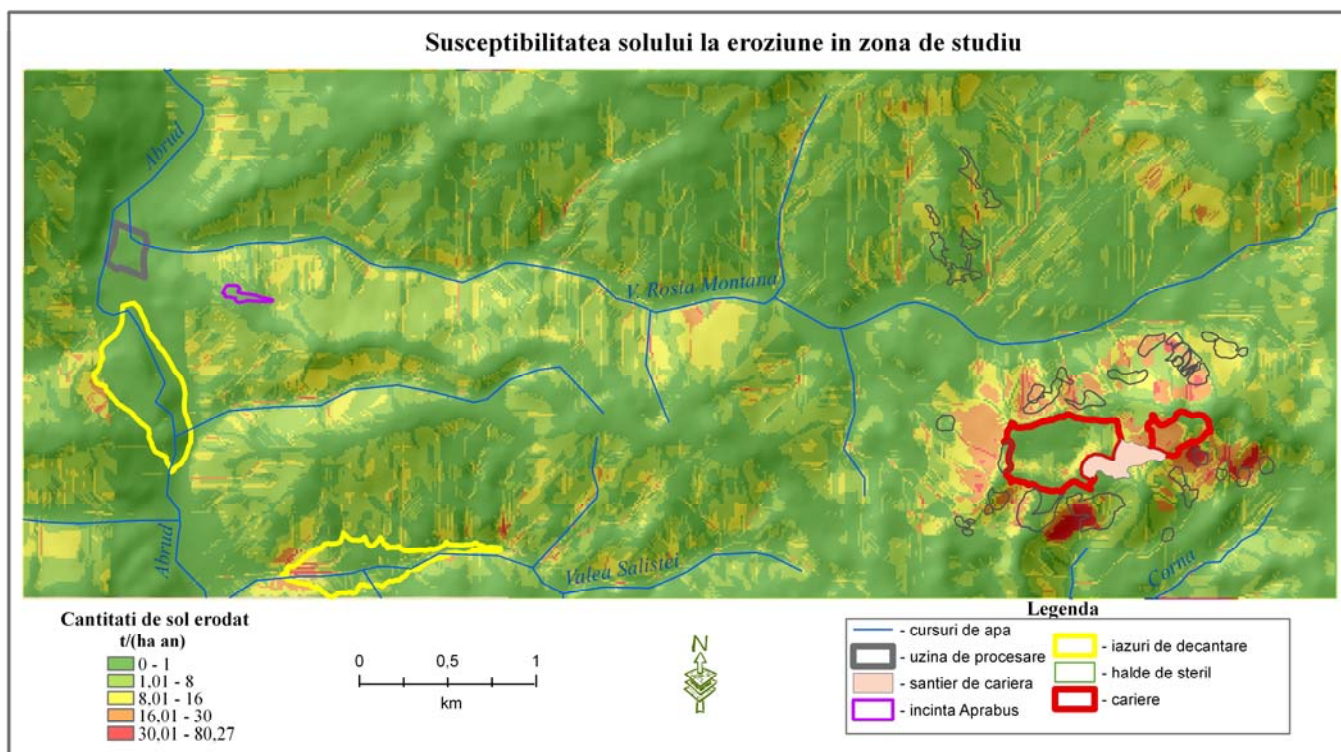


Fig. 5.8. Harta zonelor susceptibile la eroziune

5.3.2. Hazarduri și riscuri tehnologice

Riscuri asociate depozitelor de deșuri miniere

Riscurile majore legate de depozitele de deșuri miniere sunt de dublă factură:

- **Riscuri legate de generarea drenajului minier acid și eliminarea metalelor grele** produse de modificarea relațiilor dintre minereuri, apele de suprafață și subterane și condițiile atmosferice (în special minereuri metalice). Asemenea riscuri ar putea corespunde unei poluări continue și pe termen lung, care nu se va opri înainte de oxidarea totală a deșeurilor expuse condițiilor atmosferice. Riscul este combinația dintre o potențială sursă de poluare cu cale de transfer și existența receptorilor (inclusiv umani).

- **Riscuri legate de stabilitatea fizică a iazurilor de decantare și a haldelor de steril** care ar putea produce accidente catastrofale.

Combinăția dintre cele două tipuri de riscuri poate produce probleme mari calității mediului și sănătății umane. Studiile au evidențiat însă că dezechilibrele de mediu sunt produse mai degrabă de modificările fizico-chimice legate de extracția minereurilor, decât de substanțele chimice adăugate în proces (BRGM, 2001). Proprietățile și caracteristicile fizice și geochimice vor afecta riscul rezultat.

Depozitele de deșeuri instabile sau active vor prezenta un risc rezultat mult mai mare, datorită potențialului mai ridicat de eliminare a substanțelor toxice. În cazul de față, niciunul dintre depozitele de steril minier nu mai este activ, iar cea mai mare instabilitate o prezintă iazul de decantare Valea Săliștei.

5.3.3. Hazarduri și riscuri tehnologice induse de dezastre naturale (Natech)

Hazardurile potențiale existente pe amplasament sunt reprezentate de:

- existența amenajărilor de deșeuri miniere (halde de steril și iazuri de decantare),
- instabilitatea haldelor de steril,
- lipsa vegetației stabilizatoare,
- generarea drenajului minier acid.

Aceste hazarduri pot fi incluse în următoarele categorii:

Hazarduri datorate proprietăților sau caracteristicilor intrinseci:

- colaps fizic, cedarea pantelor;
- subsidență, colapsul galeriilor subterane.

Hazarduri datorate factorilor externi și forțelor de dislocare:

- eroziunea prin scurgerile de suprafață cu debite bogate, formând torenți și rigole;
- subminarea de către un curs de apă (conducând la colaps);
- acțiunea înghețului și acumularea gheții în perioada de iarnă;
- eroziunea prin particulele fine purtate de vânt.

Este de remarcat că acești factori și forțe sunt adesea modificați sau declanșați de către factorii biologici, cum ar fi prezența sau absența vegetației, pătrunderea rădăcinilor și activitatea animală.

Gândirea contemporană recunoaște că multe hazarduri sunt hibride, având atât componente naturale, cât și umane. Hazardurile hibride sau așa-numitele evenimente Natech (Natural Disasters Trigger Technological Disasters) au o componentă naturală (cutremure, inundații, alunecări masive de teren, erupții vulcanice) și una tehnologică (orice tip de avarie de pe un amplasament industrial: rupturi de conducte, de rezervoare, explozii, etc.). Riscurile sunt cu atât mai mari cu cât aceste dezastre au o mare probabilitate de a depăși granițele naționale și de a afecta și țările sau regiunile învecinate (Șerban și Bălțeanu, 2005).

Printre evenimentele de tip Natech în zona de studiu menționăm:

- Cedarea iazurilor de decantare declanșată de factori naturali: cutremure, inundații, alunecări, cu consecințe catastrofale pentru comunitatea locală.
- Sistemul deficitar de drenaj al apelor de mină și de evacuare din halde și iazurile de decantare, precum și modul inadecvat de utilizare a terenurilor și de stabilizare a depozitelor de deșeurilor miniere degradează mediul și agravează consecințele în cazul unui cutremur. De aceea, comunitățile miniere sunt supuse unui risc tehnologic, declanșat de un hazard natural (cutremurul).
- Cedarea fundației – depășirea capacității portante a terenului natural prin încărcarea rapidă sau prin supraîncărcare, tasări inegale ale fundației, activarea unor fenomene de alunecare în stratele de bază, curgerea lentă a materialelor de fundație, circulația defectuoasă a apelor de infiltrație, gradul de alterare a rocilor, etc.
- Ruperea materialului din haldă datorită unor eforturi ce apar în cazuri excepționale (cutremure, presiuni, etc.).

- Alunecarea haldelor de rocă sterilă - dezastrele naturale (cutremurele, ploile torențiale urmate de viituri, etc.) pot provoca alunecări sporind în același timp efectele distructive.

5.5. MODEL DE CALCUL AL FACTORULUI RISC DE ÎNCHIDERE PENTRU EXPLOATAREA MINIERĂ ROȘIA MONTANĂ

5.5.1. Factorul Risc de Închidere

În acest capitol s-a aplicat un model australian de calcul al Factorului Risc de Închidere la exploatarea Roșia Montană, pentru a permite conturarea unei imagini de ansamblu a riscurilor pe care le presupune închiderea acestui amplasament minier. Modelul constă în fragmentarea Riscului de Închidere în mai multe subdiviziuni și cuantificarea acestora (Laurence, 2005). Descompunerea Factorului Risc de Închidere în mai multe componente individuale facilitează și optimizează procesul de luare a deciziilor, deoarece acestea sunt instrumente mai ușor de folosit de către factorii decizionali.

Din punct de vedere al managementului riscurilor, faza de închidere trebuie tratată cu aceeași rigoare ca toate celelalte etape din ciclul de viață al unei exploatare miniere. În toate aceste etape, riscurile majore trebuie abordate astfel încât să se reducă la minim sau chiar să se elimine amenințările la adresa desfășurării normale a activităților aferente fiecărei etape.

Este binecunoscut faptul că nu există risc 0, de aceea trebuie urmărită atingerea unei valori cât mai mici, acceptabilă pentru mediu și populație.

5.5.2. Metodologia de calcul

Factorul Risc de Închidere F_{RI} este o măsură calitativă și cantitativă care surprinde componentele semnificative de risc ale închiderii exploatare (Laurence, 2006). Avantajul acestui model de calcul este acela că reprezintă o analiză clară care permite factorilor de decizie simplificarea procesului complex de închidere minieră în numeroase subcomponente. Această abordare sistematică împiedică ignorarea factorilor critici din procesul de închidere și facilitează conturarea aspectelor importante.

Modelul mai poate fi folosit și pentru a genera estimări cantitative ale riscului prin acordarea unor ponderi aspectelor specifice cu scopul de a obține Factorul Risc de Închidere (F_{RI}). Modelul este util pentru realizarea unor analize comparative între factorii risc de închidere de la mai multe amplasamente miniere ale aceleiași companii, pentru a facilita atribuirea resurselor adecvate amplasamentelor cu cele mai mari riscuri.

Modelul este un instrument foarte util pentru departamentele guvernamentale responsabile cu reglementarea sectorului minier, precum și pentru industrie și autorități pentru obținerea rezultatelor optime de închidere minieră. Valoarea acestui instrument de management constă în analiza tuturor aspectelor care influențează sau sunt influențate de procesul de închidere minieră și atribuirea unor coeficienți de pondere importanței relative.

Primul pas în estimarea Factorului Risc de Închidere este clasificarea riscurilor majore ale închiderii și defalcarea acestora în sub-categorii mai mici, care să permită obținerea unei imagini detaliate a riscurilor în cazul închiderii miniere.

Clasificarea riscurilor asociate închiderii miniere prezentată în continuare urmărește modelul de clasificare utilizat de prof. David Laurence (2006), fiind adaptată situației de la Roșia Montană, fără pretenția de a fi atotcuprinzătoare. Se pornește de la conceptul de risc, respectiv de la identificarea tipologiei asociate închiderii, pentru a se putea ajunge la luarea unei decizii privind modelul optim de închidere. Deși acest demers este unul subiectiv, se dorește păstrarea echilibrului între cele două laturi ale abordării riscului: cea alarmistă, de augmentare a acestora, și cea optimistă, de subestimare a amplitudinii lor.

Pentru simplificarea calculelor s-a pornit de la prezumția că un factor de 1,0 va fi desemnat pentru acele aspecte primare care au importanță mică și care prezintă riscuri minore, iar valoarea de 2,0 va fi atribuită riscurilor extreme.

Pasul următor constă în atribuirea unor coeficienți de importanță riscurilor primare și apoi aspectelor specifice (riscuri secundare).

Tabel 5.2. Atribuirea coeficienților de importanță pentru riscurile primare

Riscuri primare	Coeficient de importanță (CI)
Riscuri de mediu R_M	1,9
Riscuri sociale R_{Soc}	1,7
Riscuri de siguranță și securitate R_{SS}	1,6
Riscul utilizarea finală a terenurilor R_{UT}	1,5
Riscurile legale și financiare R_{LF}	1,2
Riscurile tehnice R_{Teh}	1,0

În etapa următoare se atribuie coeficienți de importanță aspectelor secundare din cadrul fiecărui risc primar. De exemplu, dacă se ia în considerare componenta mediu, apele constituie cel mai important element secundar, urmate de sistemele terestre, deșeuri și aer. Prin urmare, coeficienții de importanță vor fi desemnați astfel:

Tabel 5.3. Atribuirea unor coeficienți de importanță componentelor secundare ale Riscului de mediu

Componenta secundară	Coeficient de importanță (ci)
Apă - $R_{M\text{ apă}}$	1,9
Deșeuri - $R_{M\text{ deșeuri}}$	1,7
Sisteme terestre $R_{M\text{ sist. ter.}}$	1,6
Aer $R_{M\text{ aer}}$	1,1

Pasul final constă în identificarea și notarea riscurilor sau aspectelor specifice din fiecare componentă secundară. Aceste aspecte specifice vor fi notate pe o scară de la 1 la 10 (Scor specific - Ss). De exemplu, pentru componenta secundară apă, potențialul de generare a apelor acide de mină va fi notat cu valoarea maximă, în timp ce potențialul de poluare cu metale grele va fi 9. Este important de menționat că se pot atribui și numere negative acelor aspecte specifice care pot avea un impact pozitiv în procesul închiderii miniere (ex: un program eficient de monitorizare a calității apelor, măsuri de stabilizare a iazurilor și haldelor, etc.). Aceste aspecte vor conduce la o reducere a factorului total de risc al închiderii.

Factorul de risc pentru componenta de mediu se obține prin următoarea formulă:

$$FR_M = CIR_M \times [ci_{ap\grave{a}} \times (Ss_{ap\grave{a}} 1 + Ss_{ap\grave{a}} 2 + Ss_{ap\grave{a}} 3 + \dots) + ci_{aer} \times (Ss_{aer} 1 + Ss_{aer} 2 + Ss_{aer} 3 + \dots) + ci_{sist.ter.} \times (Ss_{sist.ter.} 1 + Ss_{sist.ter.} 2 + Ss_{sist.ter.} 3 + \dots) + ci_{deșeuri} \times (Ss_{deșeuri} 1 + Ss_{deșeuri} 2 + Ss_{deșeuri} 3 + \dots)]$$

Se calculează astfel fiecare risc major de închidere. Valoarea Factorului Risc de Închidere se obține prin însumarea acestor valori, exprimată printr-o simplă ecuație liniară:

$$F_{RI} = \sum (R_M + R_{SS} + R_{Soc} + R_{UT} + R_{LF} + R_{Teh}) \quad (ec. 5.2.)$$

După obținerea valorii Factorului Risc de Închidere, aceasta este încadrată într-una din clasele de risc din tabelul următor:

Tabel 5.4. Corelația dintre Factorul Risc de Închidere și complexitatea închiderii miniere

Valoarea F_{RI}	Descrierea clasei de risc	Caracteristici
> 2000	Extrem	- locații sensibile din punct de vedere ecologic și social, supuse unor grave daune de mediu în trecut
1500-2000	Foarte mare	- amplasamente localizate în vecinătatea unor zone foarte sensibile

Valoarea F_{RI}	Descrierea clasei de risc	Caracteristici
		(patrimoniu mondial); - orașe miniere cu o veche tradiție; - resurse sensibile precum uraniu, azbest;
1000-1500	Mare	- vaste exploatări miniere de suprafață aflate în proximitatea unor zone locuite; - mine din țări în curs de dezvoltare; - exploatări aurifere sau alte mine cu potențial de generare a drenajului minier acid; - exploatări unde mineritul este singura ramură de activitate în comunitatea locală.
500-1000	Moderat	- exploatări de cărbune în subteran cu extracție prin camere cu pilieri; - exploatări de roci dure prin subminare; - exploatări aurifere în zone izolate și regiuni semi-aride.
<500	Minor	- balastiere care utilizează separarea gravitațională fără substanțe chimice; - cariere de argilă situate lângă centre urbane care apoi sunt utilizate ca și gropi de gunoi; - operațiuni minore de exploatare.

5.5.3. Rezultate și discuții

Valorile obținute ilustrează faptul că aspectele referitoare la închiderea minieră a exploatării Roșia Montană sunt complexe și că riscul total este mare. Drept urmare, compania minieră responsabilă cu lucrările de ecologizare, guvernul și factorii interesați trebuie să conștientizeze aceste riscuri și să le abordeze într-o manieră responsabilă, pentru a asigura rezultatele optime ale procesului de închidere. Din analiza datelor obținute, reiese clar că factorii de mediu prezintă principalele probleme la închidere (cu un factor de risc de 404,89), dar și aspectele legate de comunitate sunt de asemenea foarte importante (fapt afirmat și de valoarea de 258,94 obținută în urma aplicării modelului).

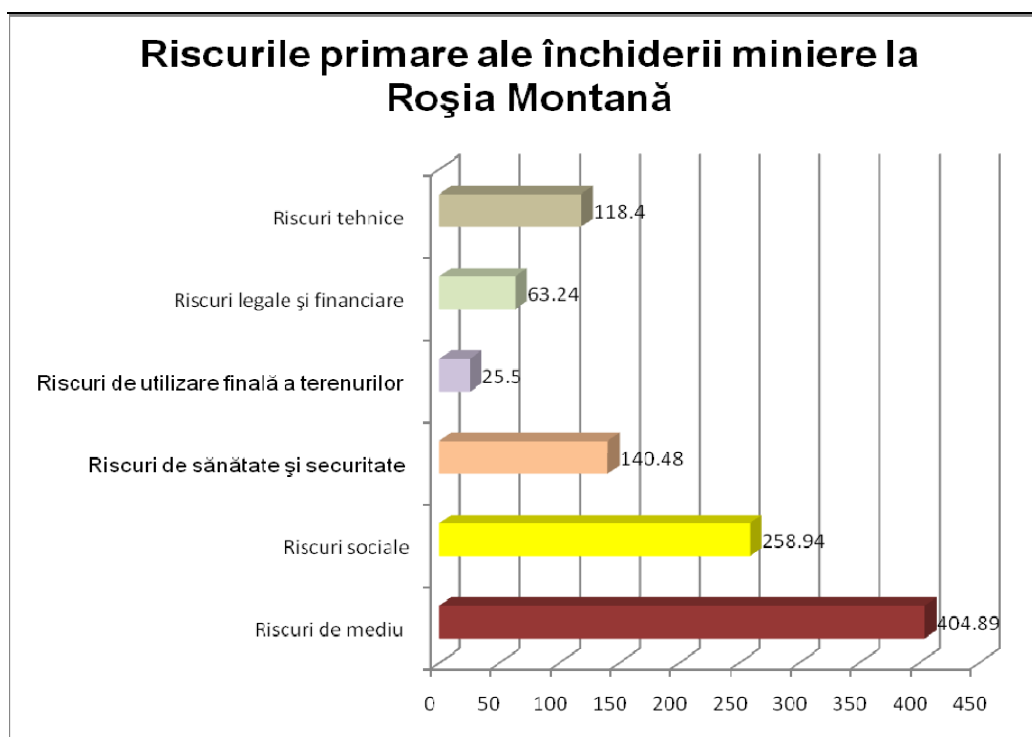


Fig. 5.9. Riscurile primare ale închiderii miniere la exploatarea minieră Roșia Montană

Urmează riscurile asupra sănătății și securității localnicilor și a zonelor din jur, care solicită o atenție deosebită în faza de închidere.

Toate acestea sunt strâns legate de riscurile legale și financiare, care, datorită lipsei fondurilor și garanțiilor pentru închidere, reprezintă un factor de îngrijorare. Acestea influențează în mod direct riscurile tehnice, care prezintă o valoare destul de ridicată. Acest lucru denotă lipsa politicilor coerente de închidere minieră, absența unui plan de închidere actualizat și un progres lent al activităților de reabilitare.

Riscurile privind modul final de utilizare a terenurilor sunt cele mai mici, reflectând valoarea terenului și posibilitatea relativ ridicată a utilizării acestuia în scopuri productive, după faza de închidere și refacere ecologică.

În concluzie, riscul total de închidere minieră la Roșia Montană este mare, fapt care evidențiază importanța derulării unui proces eficient de închidere.

VI. MODEL CONCEPTUAL DE ÎNCHIDERE LA ROȘIA MONTANĂ

Elaborarea modelului conceptual de închidere survine ca etapă logică după cele expuse în capitolele anterioare: introducerea în conceptul de închidere minieră, descrierea amplasamentului, evaluarea impacturilor și riscurilor de pe amplasamentul minier, identificarea impacturilor și riscurilor din perspectiva închiderii miniere.

Modelul de față este unul orientat către decizie, având capacitatea de a sublinia punctele slabe și punctele tari ale diverselor alternative propuse. El poate fi luat în considerare de către factorii decizionali în procesul de evaluare a consecințelor fiecărei variante posibile.

Următorii factori sunt luați în considerare în cadrul procesului de schițare a modelului:

- ✚ criteriile de remediere,
- ✚ utilizarea viitoare a terenului,
- ✚ gradul de decontaminare la care trebuie adus terenul,
- ✚ comunitatea minieră afectată,
- ✚ reducerea impactului asupra economiei locale.

În construirea raționamentului se pornește în ordinea prezentată mai sus, de la întrebarea: care va fi utilizarea finală a acestui teren după ce va fi remediat? După ce se ia această decizie, trebuie estimat gradul de decontaminare pe care trebuie să-l îndeplinească amplasamentul pentru a corespunde utilizării sale viitoare.

Multe amplasamente industriale contaminate nu pot fi remediate în măsura în care se dorește, fără a se pune restricții semnificative în ceea ce privește utilizarea terenului. Pentru aceasta sunt utilizate diverse categorii de folosință a terenurilor: sensibile (utilizarea acestora pentru zone rezidențiale și de agrement, în scopuri agricole, ca arii protejate sau zone sanitare cu regim de restricții, precum și suprafețele de terenuri prevăzute pentru astfel de utilizări în viitor) și mai puțin sensibile (toate utilizările industriale și comerciale existente, precum și suprafețele de terenuri prevăzute pentru astfel de utilizări în viitor) (OM 756/1997). Uneori, îndepărtarea completă a substanțelor poluante de pe un amplasament poate fi inabordabilă, din perspectiva tehnică sau a costurilor asociate. Dacă spre exemplu, nivelul de decontaminare nu permite utilizarea amplasamentului ca zonă rezidențială, acesta poate fi curățat pentru a îndeplini cerințele folosirii lui în scop industrial, fără a induce riscuri utilizatorilor.

Utilizarea viitoare a terenului va determina standardele care trebuie respectate în cadrul procesului de remediere, precum și costurile asociate remedierii. Aceste costuri trebuie să fie justificate de categoria viitoare de folosință a amplasamentului, fiind direct proporționale cu nivelul de decontaminare.

În cel mai bun caz, valoarea terenului destinat utilizării viitoare se va pierde, iar în cel mai rău caz, contaminarea se poate extinde, ceea ce va rezulta în creșterea pe termen lung a costului de reabilitare a factorilor de mediu.

Comunitatea locală este un alt factor important în elaborarea unui model și în luarea unei decizii. Validarea modelului poate avea loc numai în condițiile obținerii unui acord din partea tuturor factorilor implicați cu privire la modul de utilizare viitoare a terenului. Procedura de evaluare a impactului în vederea implementării unui anumit proiect sau a inițierii unei activități prevede consultarea populației prin organizarea de dezbateri publice.

În cele din urmă, modelul trebuie să răspundă exigenței de evitare a migrației contaminanților de pe amplasamentul respectiv. În realizarea acestui deziderat, componenta financiară are din nou un rol crucial. Din experiența acumulată pe plan internațional în domeniul refacerii ecologice a zonelor contaminate industrial, a reieșit că întotdeauna costurile pe termen lung sunt mai mari atunci când poluanții migrează, contaminând astfel suprafețe mai extinse și expunând o populație mai mare riscurilor de sănătate pe care acestea le induc (King, 2007).

Toate aspectele prezentate mai sus plasează accentul pe recuperarea resurselor cum ar fi terenurile pentru utilizări agricole sau forestiere, pe decontaminarea amplasamentului și pe protecția resurselor de apă, în scopul final al asigurării stabilității mediului și protecției sănătății populației în regiune.

Elaborarea modelului conceptual de închidere la exploatarea minieră Roșia Montană survine ca etapă logică după:

1. Evaluarea situației actuale,
2. Analiza integrată a rezultatelor obținute în urma evaluării,
3. Conturarea modelului conceptual (Fig. 6.1).

Modelul conceptual de închidere intervine după evaluarea amplasamentului și analiza rezultatelor, fiind un instrument esențial al procesului de refacere ecologică a amplasamentului minier Roșia Montană.

Modelul conceptual propus are două componente majore:

- 1. Componenta de refacere ecologică**
- 2. Componenta de reminerit**

Refacerea ecologică ca parte componentă a modelului conceptual presupune stabilirea unor măsuri de remediere pentru fiecare aspect în parte, pe baza obiectivelor urmărite, cu scopul final de a se obține un sistem durabil.

Termenul de reminerit se necesită definit de la început. Prin acest concept se înțelege reprocesarea reziduurilor miniere rezultate din activități miniere anterioare, în scopul recuperării minereurilor valorificabile rămase. Progresul înregistrat în domeniul tehnologiilor din ultimele decenii fac posibilă recuperarea profitabilă a acestora, mai ales în contextul creșterii prețurilor metalelor prețioase.

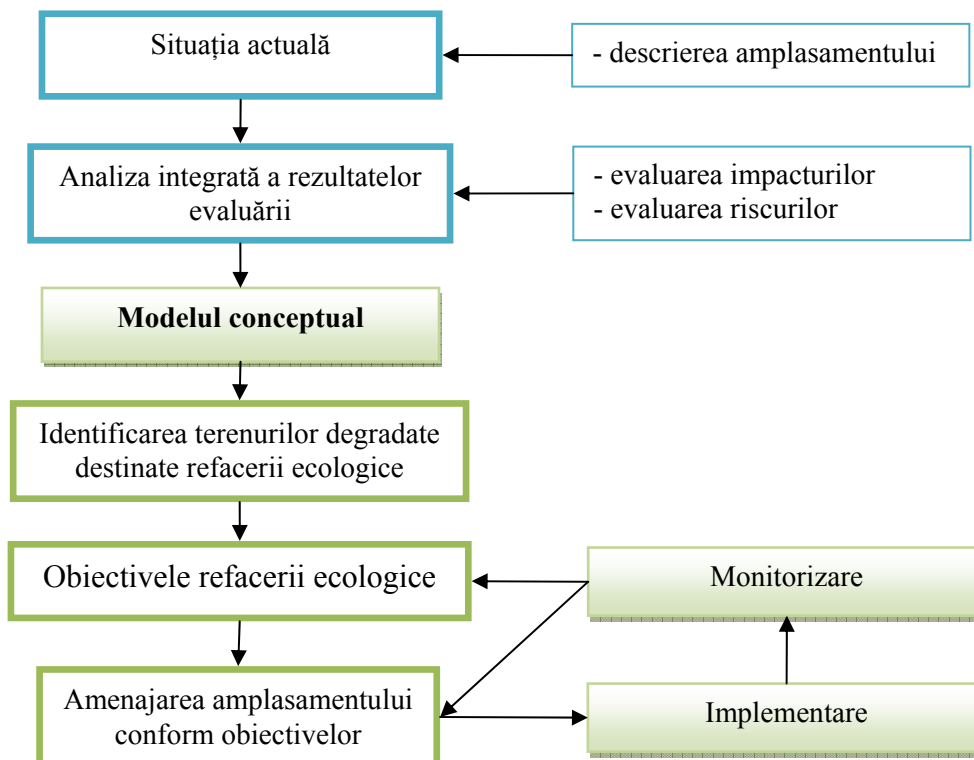


Fig. 6.1. Diagrama procesului de refacere ecologică a amplasamentului (adaptare după Glenn et al., 2006)

6.4.1. Componenta de refacere ecologică

Reabilitarea și planificarea reconstrucției ecologice sunt acțiuni prin care se încearcă protejarea calității zonei prin gestionarea stării mediului (reconversie, reabilitare, transformare) și prin segregarea activităților umane incompatibile cu menținerea calității lui (Muntean și Baciu, 2000, citat în Muntean, 2005).

Principalele **surse de poluare** de pe amplasament:

- depozitări necontrolate de material steril și minereuri pe traseele de transport;
- distrugerea covorului vegetal;
- îndepărtarea stratului de sol pe suprafețe întinse,
- depozitarea concentratelor rezultate;
- antrenarea de particule de praf de pe amplasamentele haldelor și iazurilor de decantare;
- scurgeri de ape din precipitații cu conținut de metale grele (Cu, Fe, Zn, Mn) și caracter acid în zonele de amplasament ale haldelor de steril și iazurilor de decantare cu posibilități de antrenare a sterilelor;
- evacuări directe de ape poluate în receptorii naturali de suprafață (ape acide provenite din apele meteorice ce spală suprafețele haldelor);
- exfiltrații de ape poluate din halde în apele subterane din zonă;
- emisii de pulberi în suspensie (antrenate de vânt din materialul depus).

Căi: infiltrare în sol, migrarea poluanților, vânt, eroziune eoliană, inhalare/ingerare de către oameni, depunere pe sol, depunere pe plante, bioacumulare, lanț trofic.

Receptori: populația din comuna Roșia Montană, ecosistemele din zona de studiu, apele subterane și de suprafață, solurile, proprietățile.

Acest model este elaborat pe baza riscurilor identificate pe amplasament. Prioritățile urmărite în elaborarea modelului sunt:

- potențialul ridicat de generare a apelor acide,
- stabilitatea redusă a structurilor de depozitare a sterilului minier (de mină și de flotație),

- degradarea solului datorită lipsei vegetației și proceselor geomorfologice (alunecări, eroziune).

6.4.1.1. Obiective

- ▶ creșterea stabilității fizice și chimice a iazurilor de decantare,
- ▶ îmbunătățirea stabilității haldelor prin nivelare, reprofilarea pantelor, formarea de trepte, astuparea ravenelor existente,
- ▶ asigurarea stabilității împotriva eroziunii,
- ▶ minimizarea gradului de infiltrație,
- ▶ reducerea efectelor generate de apele de mină acide și reducerea debitului de exfiltrație,
- ▶ managementul apelor de pe amplasament,
- ▶ aplicarea unor măsuri de recultivare biologică (ameliorare și revegetare, înierbare și împădurire).

6.4.1.2. Acțiuni propuse

Reabilitarea amplasamentului constă în mai multe activități:

- dezafectarea construcțiilor și instalațiilor de pe amplasamentul uzinei de procesare,
- neutralizarea suprafețelor unde au fost depozitate substanțe periculoase (combustibili, acizi, reactivi, explozivi),
- stabilizarea taluzurilor iazurilor de decantare,
- stabilizarea haldelor de steril,
- stabilizarea versanților,
- stoparea evoluției ravenelor,
- amenajarea torenților,
- aplicarea de biotextil pe suprafețele puternic erodate,
- aplicarea de biomembrane pentru impermeabilizarea deșeurilor periculoase,
- revegetarea suprafețelor.

6.4.2. Componenta reminerit a modelului

Prelungirea ciclului de viață al exploatării miniere prin reminerit oferă posibilitatea dezvoltării durabile a zonei. Remineritul reprezintă o prelungire a ciclului de viață al exploatării, perioadă care contribuie la atingerea dezideratelor dezvoltării durabile și care face tranziția mai lent către închidere, pregătind în același timp comunitatea și economia locală. Se pot evita astfel șocurile sociale și ambientale și se pot reduce mult riscurile asociate închiderii și remedierii amplasamentului.

Prin reminerit se definește, în acest context, recuperarea conținutului de metale prețioase rămas în cele două iazuri de decantare. Se reduce astfel poluarea datorată exfiltrațiilor din iazuri și se reciclează substanțele minerale utile existente în cele două iazuri.

Sterilul minier din iazurile Gura Roșiei și Valea Săliștei conține elemente care ar putea fi utile pentru industrie și care se obțin din alte surse cu consecințe de mediu și consumuri energetice semnificative. În prezent, valorificarea acestor elemente utile nu este rentabilă cu tehnologiile existente, momentul începerii activității de reminerit depinzând de mai mulți factori, printre care:

- costurile economice și de mediu,
- prețul aurului din acel moment,
- standardele de mediu și reglementările în vigoare,
- evoluția ciclului de viață al produselor,
- rezultatele programelor de monitorizare.

Schimbarea prețurilor metalelor are o influență considerabilă asupra creșterii producției și a interesului pentru valorificarea inclusiv a conținuturilor din sterilul minier.

Figura 6.2 ilustrează ciclul de viață al produselor, care poate fi prelungit prin reprocesarea acestora și reintegrarea lor în fluxul de materii prime.

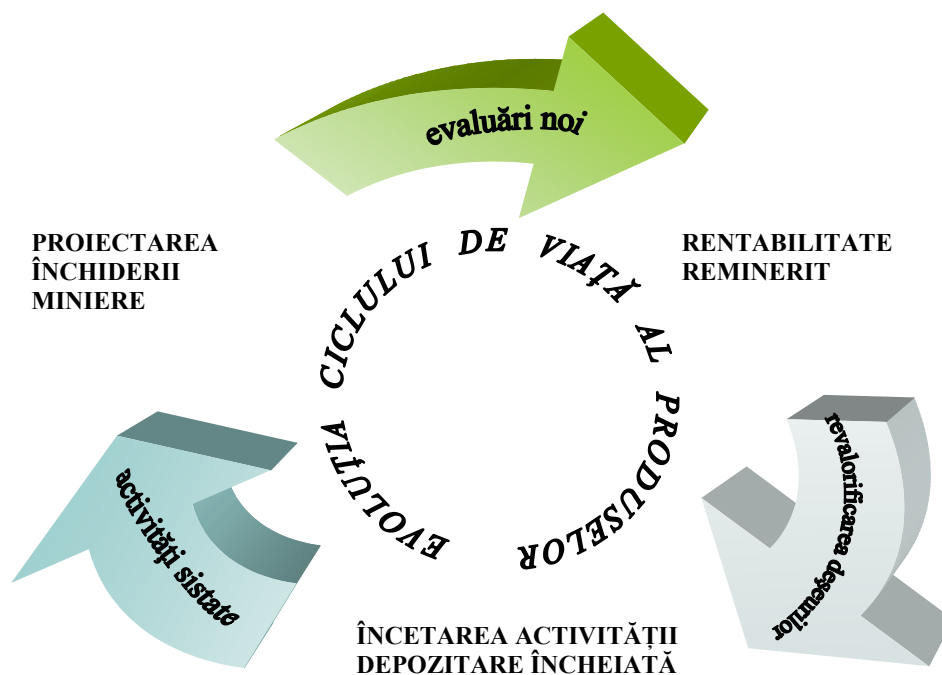


Fig. 6.2. Prelungirea ciclului de viață al sterilului minier prin reminerit

Prin posibilitatea revalorificării deșeurilor, remineritul este o alternativă aplicabilă în cazul multor exploatare miniere din România, care dispun de cantități mari de steril depozitate în iazuri de decantare și halde.

Până la momentul în care va fi eficientă recuperarea elementelor utile din iazuri însă, este necesară asigurarea unui nivel corespunzător de siguranță la cele două iazuri de decantare, chiar dacă acestea vor fi destinate activităților de reprocesare în viitorul mai mult sau mai puțin apropiat.

Concentrarea costurilor de remediere a amplasamentului trebuie abordată dintr-un cadru mai larg, orientat spre dezvoltare. Trebuie găsite și aplicate soluții creative pentru amplificarea potențialului valoric al acestuia prin schimbări la nivelul politicilor și al stimulentele fiscale. Exemple de activități economice de acest gen sunt:

- ✓ Utilizarea reziduurilor miniere ca resursă pentru o extracție mai avansată a minereurilor (reminerit);
- ✓ Utilizarea reziduurilor miniere ca resursă pentru fabricarea de produse alternative;
- ✓ Conversia infrastructurii miniere pentru alte utilizări și conversia infrastructurii miniere specializate;
- ✓ Utilizarea periodică și cu efort minim a terenului cum ar fi pășunatul sau silvicultura.

Exemple de inițiative care includ și rezultatele sociale în criteriile de calitate a mediului sunt:

- ▶ Utilizarea trăsăturilor remanente ale amplasamentului pentru a crea locuri de muncă pe plan local pe o perioadă mai lungă de timp. De exemplu: noi inițiative de dezvoltare bazate pe infrastructura rămasă și terenul amplasamentului cum ar fi puțuri și movile, precum și amenajările de deșeuri (utilizarea golurilor și/sau a lucrărilor subterane pentru piscicultură sau creșterea ciupercilor);
- ▶ Facilitarea desfășurării activităților de reminerit și creșterea atractivității comerciale a acestora prin reducerea taxelor și impozitelor, modificarea cadrului legislativ privind dreptul de proprietate asupra terenurilor și prin reducerea obligațiilor legale pentru noi activități;
- ▶ Acordarea de subvenții pentru operațiunile de reminerit care în unele cazuri ar fi mai puțin costisitoare decât acoperirea costurilor totale de reabilitare;
- ▶ Conversia amplasamentelor miniere către utilizări cu o valoare mai mare a terenului prin introducerea de către guvern a unor modificări la nivelul zonării. Costurile de remediere

pot fi parțial recuperate din vânzarea terenului reabilitat sau reîmpărțit pe zone. Unele terenuri ar putea fi desemnate unor utilizări alese de guvern.

Aspectele cheie ale derulării unui proiect de reminerit la cele două iazuri de la Roșia Montană includ:

- ✦ asigurarea unui proces eficient de planificare pentru acoperirea principiilor dezvoltării durabile atât pe timpul desfășurării activităților de reminerit, cât și la momentul închiderii amplasamentului;
- ✦ sprijinirea și încurajarea activităților de refacere a daunelor de mediu moștenite din activitățile extractive anterioare;
- ✦ existența unei flexibilități instituționale și a unei atitudini deschise pentru noi proiecte de reminerit.

6.5. COSTURILE ASOCIATE MODELULUI DE ÎNCHIDERE

Privite prin prisma dezvoltării durabile, costurile asociate prezentului model trebuie să includă cele trei paliere: mediu, social și economic.

Prognozarea costurilor de reabilitare a unei exploatare miniere cu câțiva ani înainte este o știință inexactă, deoarece există multe surse de incertitudine și în general condițiile de pe amplasament sunt diferite de cele evaluate inițial (Miller și Phil, 2005).

Reglementările legislative recente din mai multe state stipulează ca exploatarea miniere active să pregătească o garanție financiară care să acopere costurile asociate fazei de închidere. Suma prevăzută se bazează pe o estimare preliminară a activităților necesare de închidere și lichidare, bazată pe studii și analize detaliate.

Stabilirea garanțiilor financiare de închidere reprezintă un aspect deosebit de important, deoarece constrângerile de ordin financiar conduc adesea la derularea unor acțiuni de închidere și ecologizare inadecvate, incomplete sau neprofesionist realizate (Peck și Sinding, 2009).

În cazul exploatarea vechi din România, deținute de operatori de stat, aceste garanții financiare lipsesc, problema asigurării fondurilor de închidere rămânând responsabilitatea statului și a comunității. În ceea ce privește costurile asociate aspectelor de mediu ale închiderii acestora, ele sunt mai mici de 1 milion \$ fiecare, comparativ cu sute de milioane \$ pentru vastele exploatarea de lignit din Germania. Costurile de închidere pot varia între 5-15 milioane \$ USD pentru exploatarea de suprafață și subterane, cu dimensiuni medii care au funcționat în ultimii 10-15 ani și peste 50 milioane \$ USD în cazul exploatarea mari la suprafață active timp de mai mult de 35 ani, cu mari depozite de steril. Prezența drenajului acid al rocilor adaugă costuri semnificative în ceea ce privește reabilitarea haldelor și a iazurilor și tratarea apelor (Sundar Singh et al., 2006).

În timp ce comportamentul uman-economic este ușor măsurabil în termeni monetari, capitalizarea valorii resurselor naturale implică mari provocări. Cu toate acestea, procesele decizionale se bazează foarte mult pe metodologiile de analiză cost-beneficiu, acestea ajutând foarte mult în găsirea unor soluții la problemele de mediu.

Evaluarea în termeni monetari a impacturilor de mediu a devenit un aspect esențial al dezvoltării oricărui proiect. În cazul procesului de închidere minieră, aceasta se traduce în costurile asociate remedierii amplasamentului. Deși există numeroase dificultăți legate de procedurile de evaluare a daunelor de mediu, tehnicile de valorificare monetară capătă importanță pe plan internațional deoarece facilitează un proces decizional mai bun.

În prezent nu există metodologii stricte pentru realizarea unei analize cost-beneficiu. Cea mai simplificată variantă este aceea a fluxului de numerar. Acesta este abordat într-o manieră care să reflecte efectele externe ale activităților derulate. Dintre aceste efecte, evaluarea monetară a daunelor de mediu reprezintă probabil cea mai mare provocare (Damigos, 2006). În tabelul următor este ilustrată o adaptare simplificată a fluxului de numerar pentru modelul conceptual de închidere la Roșia Montană.

Tabel 6.1. Adaptarea fluxului de numerar pentru modelul conceptual

Categoria de impact	Modelul conceptual - remunerat	Modelul conceptual – remediere fără remunerat
1. Impact asupra angajaților		
a. Salarii peste medie	Pozitiv	Negativ
b. Cheltuielile cu pregătirea angajaților	Pozitiv	Negativ
2. Profituri pentru bunuri complementare	Pozitiv	Negativ
3. Profituri pentru furnizorii locali	Pozitiv	Negativ
4. Impact asupra zonelor învecinate		
a. Impact asupra mediului	Negativ	Pozitiv
b. Impact asupra infrastructurii	Negativ	Pozitiv
c. Beneficii pentru comunitate	Pozitiv	Negativ
5. Impact asupra comunității		
a. Plata taxelor	Pozitiv	Negativ
b. TVA și alte taxe	Pozitiv	Negativ
c. Subvenții	Pozitiv	Negativ

Nu se poate vorbi de costurile de închidere fără să se abordeze și costurile sociale care includ deteriorările la nivel material și spiritual pe care le suferă marea parte din populație ca urmare a unor schimbări, dar și a managementului deficitar al acestor schimbări de către autorități, respectiv al efortului financiar pe care statul îl depune pentru limitarea acestor deteriorări (Bran et al., 2004).

Figura 6.3 ilustrează costurile medii potențiale din perioada de reabilitare și management post-închidere a amplasamentului minier.

Momentul **A** marchează începerea lucrărilor de exploatare și apariția primei perturbări a factorilor de mediu.

Etapa de exploatare **AB** reprezintă perioada de dezvoltare a amplasamentului, atunci când are loc extracția minereurilor și depozitarea sterilelor.

Încetarea activităților miniere și de depozitare a sterilului are loc în punctul **B**.

În timpul etapei de reabilitare/închidere **BC** se realizează reabilitarea în vederea pregătirii fazei de închidere a amplasamentului care survine în momentul **C**.

În etapa de post-închidere **CD**, lucrările de monitorizare și reabilitare continuă până la satisfacerea cerințelor autorităților și a condițiilor din planul de închidere. Întreținerea iazurilor de decantare și monitorizarea efectelor lor asupra mediului poate continua pe o perioadă nedefinită. La începutul operațiunilor miniere va exista obligația de reabilitare a amplasamentului. Dacă nu se realizează o reabilitare progresivă pe măsură ce se exploatează, costurile de reabilitare a amplasamentului vor crește considerabil până la punctul **X**, atunci când se sistează activitatea. Realizarea unei reabilitări progresive în timpul perioadei operaționale ar fi redus costurile de reabilitare a amplasamentului. În același timp, nerespectarea normativelor privind limitarea poluării conduce la extinderea contaminării, ceea ce rezultă în mod inevitabil în creșterea pe termen lung a costului de reabilitare a factorilor de mediu.

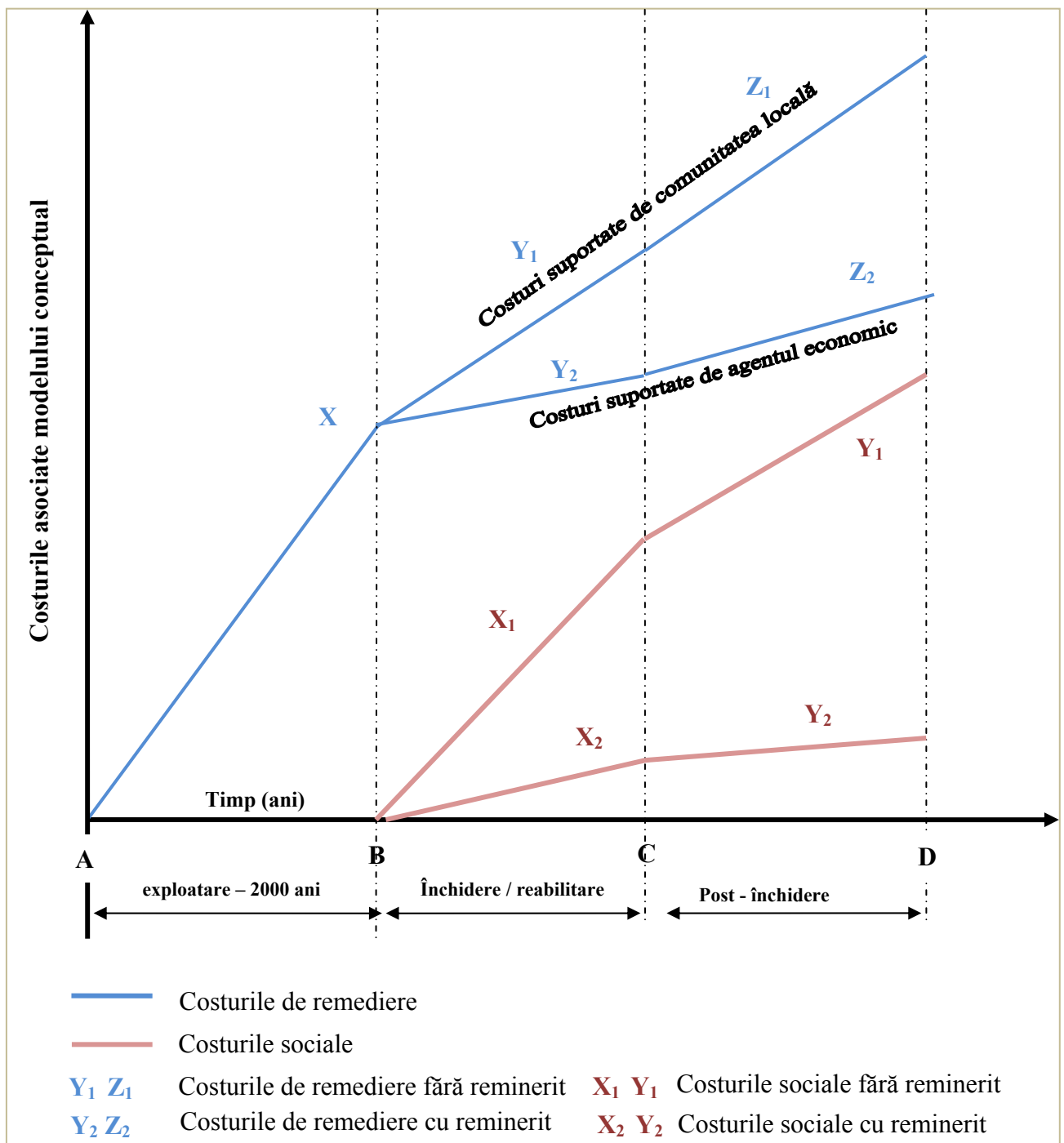


Fig. 6.3. Etapele ciclului de viață al exploatării miniere Roșia Montană și posibilele costuri de reabilitare (adaptare după Ontario Ministry of Northern Development and Mines, 1991)

Prin aplicarea componentei de remunierit, costurile mari de închidere și remediere din punctul X pot fi reduse drastic prin realizarea unei reabilitări progresive, pe măsura revalorificării sterilului din iazurile de decantare – costurile $Y_2 < Y_1$.

Există trei niveluri de costuri potențiale în cazul aplicării remunieritului, în funcție de amploarea și succesul procesului de reabilitare a amplasamentului.

Acestea sunt ilustrate în figură după cum urmează:

1. Costurile reabilitării, monitorizării și întreținerii vor crește, dar mult mai puțin față de varianta fără remunierit. Acestea vor fi suportate de operatorul economic care realizează revalorificarea deșeurilor miniere, în timp ce în varianta fără remunierit, aceste costuri ar fi suportate de către comunitatea locală.

2. Costuri în creștere dar puțin mai mici vor apărea atunci când se realizează reabilitarea progresivă în timpul fazei de revalorificare a sterilului.

3. Costurile post-închidere continue (monitorizare și întreținere) vor fi mai reduse dacă este realizată o reabilitare eficientă în timpul închiderii (Williams, 1997).

Analizând **costurile sociale**, acestea vor fi considerabil mai mari în perioada închiderii dacă nu se aplică varianta reminerit (X_1). Acestea pot fi mult reduse prin aplicarea remineritului deoarece se realizează o prelungire a activităților miniere în zonă. Se pregătește astfel terenul pentru închiderea finală și se atenuază impactul modificărilor negative înregistrate în nivelul de trai al populației în raport cu evoluția firească sau cu un standard de referință. Aplicarea unor politici (programe) de regenerare socială și reconversie profesională cu urmărirea unor obiective sociale precise poate evita un colaps la nivelul social în dezvoltarea durabilă a zonei miniere.

Încurajarea de noi activități economice în zonă și sprijinirea acestora prin programe de finanțare poate conduce la o creștere economică a întregii zone.

6.7. EVALUAREA IMPACTULUI GENERAT DE MODELUL DE ÎNCHIDERE

Evaluarea impactului modelului de închidere s-a realizat prin adaptarea listei de control Adkins-Burke la situația actuală. Metodologia de evaluare a impactului generat de model se bazează pe o scară de evaluare cuprinsă între valoarea -5 (impact negativ major) și valoarea +5 (impact pozitiv major).

Acordarea punctelor se realizează pe baza evaluării impactului modelului și a efectelor (curente sau potențiale) care derivă din implementarea sau funcționarea lui. Avantajul major al acestei metode este aplicarea și interpretarea rapidă de către evaluatorii și factorii de decizie implicați, iar principalul dezavantaj este acela că nu surprinde relaționarea impacturilor (Muntean, 2005).

Tabel 6.2. Metoda listei de control Adkins – Burke aplicată pentru 3 alternative de acțiune în perimetrul minier Roșia Montană (după Muntean, 2005)

(Sub)Componenta de mediu	Impactul asupra mediului	Alternativele considerate		
		Nicio acțiune	Modelul conceptual – remediere fără reminerit	Modelul conceptual - reminerit
Aer	Poluare	-5	+5	-5
Apă	Poluare	-5	+5	-4
Sol	Poluare/degradare	-5	+5	-4
Zgomot	Poluare fonică	0	0	-5
Forme de relief	Depozite de steril	-5	+5	+5
	Modificări la nivelul morfologiei terenului	-5	+4	+3
Vegetație	Defrișări	0	+5	+3
	Revegetare	-5	+5	+3
	Împăduriri	-5	+4	+3
Faună	Modificări ecologice	-2	+2	-1
Valoarea peisajului	Impact vizual	-5	+5	-2
Clădiri	Degradare fizică	0	0	-1
Sănătatea locuitorilor	Afectarea sănătății populației	-4	+4	-1
Locuri de muncă	Șomaj	-5	-5	+5
Nivelul veniturilor	Sărăcie	-4	-4	+5
Nivelul de trai	Declinul comunității	-4	-4	+5
Transport rutier	Intensificare	0	0	+4
Impact total		-59	36	13

Dintre cele trei alternative luate în considerare, cel mai mic impact total asupra subcomponentelor evaluate îl are alternativa modelului conceptual cu varianta de remunerat.

Din punct de vedere al impactului de mediu, aplicarea modelului conceptual de închidere (fără remunerat) este varianta cea mai bună. Dezavantajul principal al aplicării acestei alternative îl constituie aspectele sociale și economice, care prin efectele majore pe care le induc, afectează însuși fundamentul dezvoltării durabile a zonei.

Opțiunea „nicio acțiune”, respectiv continuarea situației actuale a obținut punctajul cel mai mic, ceea ce confirmă încă o dată impactul negativ pe care îl are situația actuală asupra tuturor factorilor de mediu.

Opțiunea „remunerat” prezintă avantaje în ceea ce privește furnizarea locurilor de muncă, nivelul veniturilor și nivelul de trai, fiind mai puțin nefavorabilă decât situația actuală.

În concluzie, aplicarea modelului de închidere, cu o eventuală combinare a opțiunii de remunerat, la momentul oportun, ar fi cea mai bună soluție pentru perimetrul minier studiat. Se pot repara astfel daunele de mediu ale activităților miniere abuzive din trecut și se pot recupera elementele utile din sterilele celor două iazuri de decantare. Trebuie menționat faptul că, la alegerea modelului de închidere, prioritară este componenta socială pentru că ea va fi cea mai afectată de opțiunea aleasă; impactul social putând fi atenuat prin programe de reconversie profesională a locuitorilor și încurajarea de noi investiții în zonă.

CONCLUZII

- ✚ Există o nevoie reală la nivelul țării noastre de elaborare a unor mecanisme care să asigure disponibilitatea fondurilor prin care să se finanțeze închiderea (garanțiile financiare ale închiderii) și de adoptare a unor principii de management al mediului vitale pentru eficientizarea procesului de închidere;
- ✚ Având în vedere lunga istorie a activităților de exploatare a minereurilor auro-argentifere în zonă, se poate vorbi de un grad ridicat de poluare a solului și apelor în special;
- ✚ Adesea neglijate, efectele sociale ale închiderii miniere sunt în cele mai multe cazuri, la fel de serioase ca cele de mediu și cele economice. În ultimii ani, în țări din întreaga lume printre care și România, numărul exploatărilor miniere închise l-a depășit cu mult pe cel al noilor proiecte miniere, aceasta conducând la disponibilizări masive în rândul minerilor;
- ✚ Riscurile naturale și tehnologice de pe amplasamentul studiat, abordate în acest studiu din perspectiva închiderii, au fost evaluate în urma unor analize detaliate a zonei. Prin conturarea claselor de susceptibilitate la alunecări, elaborarea hărții susceptibilității solului la eroziune și realizarea analizei semi-cantitative a riscurilor s-au obținut rezultate concrete privind prioritățile de remediere și închidere în perimetrul minier Roșia Montană;
- ✚ Riscul total de închidere cuantificat pentru exploatarea minieră Roșia Montană prezintă valori mari, încadrându-se în clasa de risc mare. Cele mai semnificative sunt riscurile de mediu, urmate de cele sociale, cele de sănătate și securitate și de cele tehnice. Rezultatele obținute în urma aplicării modelului de calcul atrag atenția asupra acestor aspecte, precum și asupra celor financiare, care stau la baza unui proces eficient de închidere;
- ✚ Prin realizarea corelației dintre factorul Risc de Închidere și complexitatea închiderii miniere, valoarea obținută pentru Roșia Montană este caracteristică următoarelor exploatări:
 - ◆ vaste exploatări miniere de suprafață aflate în proximitatea unor zone locuite;
 - ◆ mine din țări în curs de dezvoltare;

- ◆ exploatări aurifere sau alte mine cu potențial de generare a drenajului minier acid;
- ◆ exploatări unde mineritul este singura ramură de activitate în comunitatea locală.
- ✚ Elaborarea modelului conceptual are la bază considerente legate de criteriile de remediere, utilizările viitoare ale terenului, gradul de decontaminare la care trebuie adus terenul. Procesul decizional trebuie să aibă în vedere comunitatea minieră afectată și reducerea la minimum a migrației contaminanților;
- ✚ Prioritățile procesului de închidere (luate în considerare și în elaborarea modelului) trebuie să includă:
 - potențialul ridicat de generare a apelor acide;
 - stabilitatea redusă a structurilor de depozitare a sterilului minier (de mină și de flotație);
 - degradarea solului datorită lipsei vegetației și proceselor geomorfologice (alunecări, eroziune);
 - reducerea costurilor de reabilitare și închidere;
 - atenuarea impactului închiderii asupra componentei sociale.
- ✚ Utilizarea viitoare a terenului determină standardele care trebuie respectate în cadrul procesului de remediere, precum și costurile asociate remedierii. Aceste costuri trebuie să fie justificate de categoria viitoare de folosință a amplasamentului, fiind direct proporționale cu nivelul de decontaminare;
- ✚ Modelul elaborat contribuie la îmbogățirea bazei de cunoștințe necesară luării unei decizii privind situația perimetrului minier Roșia Montană;
- ✚ Rezultatele obținute în urma prezentului studiu reflectă problemele de mediu caracteristice perimetrului minier studiat și aspectele specifice de închidere de care trebuie să se țină cont pe viitor. Închiderea minieră este o etapă inevitabilă în ciclul de viață al unei exploatări miniere, iar planificarea din timp a acestei etape contribuie la succesul final al acesteia.

CONTRIBUTII ORIGINALE

În urma cercetărilor efectuate, se pot evidenția următoarele contribuții originale ale acestei teze de doctorat:

- ✚ prezentarea detaliată a conceptelor de închidere minieră și planificare pentru închidere, așa cum sunt folosite în țările cu experiență și rezultate bune în domeniul închiderii miniere și refacerii ecologice a zonelor miniere;
- ✚ evaluarea impactului și riscului poluării factorilor de mediu în perimetrul minier studiat prin utilizarea metodei integrate de evaluare a impactului și riscului de mediu, care este una dintre cele mai obiective metode de evaluare;
- ✚ evaluarea impactului închiderii miniere asupra componentelor de mediu în perimetrul minier Roșia Montană prin matricea de evaluare rapidă a impactului (MERI);
- ✚ identificarea riscurilor și hazardurilor asociate închiderii exploatării miniere Roșia Montană;
- ✚ elaborarea unor studii originale privind riscurile de mediu din zona de studiu și evaluarea semi-cantitativă a acestora;
- ✚ calcularea Factorului Risc de Închidere la Roșia Montană prin aplicarea unui model de calcul elaborat de Prof. David Laurence de la School of Mining Engineering, New

- South Wales University, Sydney, Australia, care a fost aplicat asupra mai multor exploatări miniere din Australia;
- ✚ realizarea unui studiu comparativ între valoarea Factorului Risc de Închidere obținut prin aplicarea modelului de mai sus la Roșia Montană cu cele obținute la alte exploatări miniere unde a mai fost aplicat acest model;
- ✚ conturarea unei liste de priorități privind riscurile primare ale închiderii miniere și aspectele specifice care vor influența sau vor fi influențate de închiderea exploatării;
- ✚ elaborarea unui model conceptual de închidere la Roșia Montană cu două componente majore;
- ✚ evaluarea impactului asupra mediului în cazul modelului conceptual de închidere și al variantei de remunerație prin metoda listei de control Adkins-Burke.

BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ

1. Allen-Gill, S., Borysova, O., (2007), *Environmental security in transition countries: knowledge gaps, hurdles and effective strategies addresss them*, In: strategies to Enhance Environmental Security in Transition Countries, Ruth N., Hull, Constantin-Horia Barbu, Nadezhda Goncharova (Eds.), NATO Security through Science Series – C: Environmental Security, Springer, p. 417-423.
2. Baciuc, C., (2007), *Impactul asupra mediului generat de drenajul acid al rocilor*, Environment & Progress, D. Ciorba, Al. Ozunu, C. Cosma (Eds.), vol. 11/2007, Editura EFES, Cluj-Napoca, p. 19-24.
3. Balintoni, I., Vlad, Ș., (1996), *Tertiary magmatism in the Apuseni Mountains and related tectonic setting*, Studia Univ. Babeș-Bolyai, Geologia, XLI/1, Cluj-Napoca, p. 115-126.
4. Bordea, S., Ștefan, A., Borcoș, M., (1979), *Harta geologică a României, scara 1:50.000, foaia Abrud*, Inst. Geol. Geofiz., București.
5. Bran, P., Bran, F., Roșca, I.Gh., Crețu, R.F., Manea, Gh., (2004), *Dimensiunea economică a impactului de mediu. Studiu de caz Roșia Montană*, Editura ASE, București.
6. Burger, J., (2008), *Environmental management: Integrating ecological evaluation, remediation, restoration, natural resource damage assessment and long-term stewardship on contaminated lands*, Science of the Total Environment, Elsevier, 400: 6-19.
7. Damigos, D., (2006), *An overview of environmental valuation methods for the mining industry*, Journal of Cleaner Production 14: 234-247.
8. Ferreira, A.P., Cunha, C.L.N., Kling, A.S.M., (2008), *Environmental Evaluation Model for Water Resource Planning. Study Case: Piabanha Hydrographic Basin, Rio de Janeiro, Brazil*, Revista Eletrônica do Prodepa - UFC, vol. 2, p. 7-18.
9. Forray, F., (2002), *Environmental Pollution in the Arieș River Catchment Basin. Case Study: Roșia Montană Mining Exploitation*, Studia Universitatis Babeș-Bolyai, Geologia, Special Issue 1:189-198.
10. Glenn, E.P., Waugh, J., Pepper, I.L., (2006), *Ecosystem Restoration and Land Reclamation*. In: Environmental and Pollution Science, 2nd Edition, Elsevier Science/Academic Press, San Diego, CA., p. 334-348.
11. Hambidge, H., (2000), *Human Zinc Deficiency*, J. Nutr., 130, 1344-1349.
12. Johnston P., Bakker N., Brigden K., Santillo D., (2002), *Evaluation of Trace Metal Contamination from the Baia Sprie Mine Tailings Impoundment, Romania*, Greenpeace Research Laboratories, Technical Note 05.
13. Jung, H.B., Yun, S. T., Mayer, B., Kim, S.O., Park, S.S., Lee, P.K., (2005), *Transport and sediment-water partitioning of trace metals in acid mine drainage: an example from the abandoned Kwangyang Au-Ag mine area*, South Korea, Environ Geol 48: 437-449.
14. King, W. C., (2007), *Concepts in Environmental Security in Central and Eastern Europe—the Legacy of War*, in: *Environmental Security and Public Safety - Problems and Needs in Conversion Policy and*

- Research after 15 Years of Conversion in Central and Eastern Europe*, Spyra, W. and Katzsch, M. (Eds.), NATO Environmental Security Series, Springer, p. 161-169.
15. Laurence, D.C., (2005), *Classification of Risk Factors Associated with Mine Closure*, International Development Research Centre (IDRC), Mining Policy Research Initiative (MPRI), disponibil pe: http://www.idrc.ca/en/ev-84079-201-1-DO_TOPIC.html (accesat în septembrie 2006).
 16. Laurence, D.C., (2006), *Optimisation of the Mine Closure Process*, Journal of Cleaner Production 14, p. 285 – 298.
 17. Luca, E., Roman, C., Chintoanu, M., Luca, L., Puscaș, A., Hoban, A., (2006), *Identificarea principalelor surse de poluare din bazinul Arieșului, Agricultura – Știință și practică*, nr. 3–4: 59-60.
 18. Macoveanu, M., (2006), *Metode și tehnici de evaluare a impactului ecologic*, Ediția a II-a, Editura Ecozone, Iași.
 19. Miller, C.G., Phil, D., (2005), *Financial Assurance for Mine Closure and Reclamation*, International Council on Mining and Metals Report, Ottawa, Canada.
 20. Muntean O. L., (2005), *Evaluarea impactului antropic asupra mediului*, Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca.
 21. Muntean, O.L., (2004), *Impactul antropic asupra mediului înconjurător în culoarul Târnavei Mari (sectorul Vânători - Micăsasa)*, Ed. Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca.
 22. Orlandea, E., (2003), *Metalogeneza asociată vulcanitelor terțiare din Patrulaterul Aurifer, Apusenii de Sud, România*, Teză de doctorat, Universitatea Babeș-Bolyai, Facultatea de Geologie, Cluj-Napoca.
 23. Ozunu, Al., Ștefănescu, L., Costan, C., Miclean, M., Modoi, C., Vlad, Ș. N., (2009), *Surface Water Pollution Generated by Mining Activities. Case Study: Arieș River Middle Catchment Basin, Romania*, Environmental Engineering and Management Journal, Iași, vol. Vol.8, No.4, July/August 2009, p. 809-815.
 24. Peck, P., (2005), *Mining for closure, policies, practices and guidelines for sustainable mining and closure of mines*, United Nations Environment Programme (UNEP).
 25. Peck, P., Sinding, K., (2009), *Financial assurance and mine closure: Stakeholder expectations and effects on operating decisions*, Resources Policy 4: 227-233.
 26. Robu, B., (2005), *Evaluarea impactului și a riscului induse asupra mediului de activități industriale*, Editura Ecozone, Iași.
 27. Roosa, S.A., (2008), *Sustainable Development Handbook*, The Fairmont Press, 468 p.
 28. Sasoon, M., (2000), *Efective Environmental Impact Assessment*, In Warhurst, A., and Noronha, L., (Eds.), Environmental Policy in Mining. Corporate Strategy and Planning for Closure, Lewis Publishers.
 29. Semenzin, E., Critto, A., Marcomini, A., Rutgers, M., (2007), *DSS-ERAMANIA: A Decision Support Site-Specific Ecological Risk Assessment of Contaminated Sites*, In: Strategies to Enhance Environmental Security in Transition Countries, Ruth N., Hull, Constantin-Horia Barbu, Nadezhda Goncharova (Eds.), NATO Security through Science Series – C: Environmental Security, Springer, p. 201-214.
 30. Sundar Singh, R., Murthy, V.M.S.R., Gurdeep Singh, Natesan, R., (2006), *Planning for Mine Closure- Insights and Strategies*, Proceedings of International Symposium on Environmental Issues of Mineral Industry, Jan. 11-15, pp. 19-205, VNIT, Nagpur.
 31. Swanson, S.M., (2007), *A process for focusing cleanup actions at contaminated sites: lessons learned from remote northerns sites in Canada*, In: Strategies to Enhance Environmental Security in Transition Countries, Ruth N., Hull, Constantin-Horia Barbu, Nadezhda Goncharova (Eds.), NATO Security through Science Series – C: Environmental Security, Springer, p. 201-214.
 32. Șerban, M., Bălțeanu D., (2005), *Hazardele tehnologice induse de hazardele naturale (NATECH) în contextul modificărilor globale ale mediului*, Environment & Progress - 4/2005 Cluj-Napoca, 591-595.
 33. Ștefănescu, L., Mărginean, S., Ozunu, Al., Petrescu, I., Cordoș, E., (2009), *Environmental risks associated to the use of cyanide technology for gold extraction in Romania*, in Exposure and Risk Assessment of Chemical Pollution – Contemporary Methodology, L.I. Simeonov and M. A. Hassanien (Eds.), NATO Science for Peace and Security Series C: Environmental Security, © Springer Science+Business Media B.V., ISBN 978-90-481-2333-9, 345-356.
 34. Ștefănescu, L., Modoi, C., Miclean, M., Cordoș, E., Petrescu, I., Ozunu, Al., (2007), *Risks associated to mining industry regarding surface water pollution*, Conferința Internațională a Societății Slovace de

- Inginerie Chimică, Ediția 34, Tatranske Matliare, Slovacia, 21 – 25 Mai, ISBN 80-227-2409-2, pag. 108, 1-8, Editura: Slovak University of Technology, Bratislava, SK, in Publishing House of STU, Editori: J. Markos, V. Stefuca.
35. Tămaș, C.G., (2001), *Repere istorice – geologico-miniere – asupra structurilor de breccii endogene asociate magmatismului neogen din România*, Studia Universitatis Babeș-Bolyai, Geologia, XLVI, 1, p. 113-138.
 36. Tămaș, C.G., (2007), *Structuri de breccii endogene (breccia pipe-breccia dyke) și petrometalogenia zăcămintului Roșia Montană (Munții Metaliferi, România)*, Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca.
 37. Vlad, Ș. N., (2005), *Tipologia și gestiunea resurselor minerale metalifere*, Editura Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca.
 38. Vlad, Ș., Borcoș, M., (1994), *Metalogenesis and Plate Tectonics in Romania*, Plate Tectonics and Metallogeny in the East Carpathians and Apuseni Mts., Field Trip Guide, Borcoș, M. and Vlad, Ș., (Eds.), IGCP Project No. 356, Geological Institute of Romania, p. 1-9.
 39. Vlad, Ș., Borcoș, M., (1997), *Alpine metallogenesis of the Romanian Carpathians*, Rom. J. Min. Depts., v. 78, p. 5-20.
 40. Vlad, Ș.N., (1983), *Geologia zăcămintelor porphyry copper*, Editura Academiei, București.
 41. Vlad, Ș.N., (1998), *Comparative Mesozoic – Cenozoic metallogeny of the Carpathian Balkan and Southern Cordilleran orogens*, Studia Univ. Babeș – Bolyai, Geologia XLIII/1, 15-41.
 42. Vlad, Ș.N., Orlandea, E., (2004), *Metallogeny of the Gold Quadrilater; Style and Characteristics of Epithermal – Subvolcanic Mineralized Structures, South Apuseni Mts., Romania*, Studia Geologia Babeș-Bolyai Universitatis, Issue 1, p. 15-31.
 43. Williams, D., (Ed.), (1997), *Long-Term Management of the Environmental Effects of Tailings Dams*, Office of the Parliamentary Commissioner for the Environment, Wellington, New Zealand.
 44. ***BRGM, (2001), *Management of Mining, Quarrying and Ore-Processing Waste in the European Union*, Study made for DG Environment, European Commission, Co-ordination by P. Charbonnier, December 2001, BRGM/RP-50319-FR.
 45. ***ICPDR, (2000), *Regional Inventory of Potential Accidental Risk Spots in the Tisa catchment area of Romania, Hungary, Ukraine and Slovakia*, International Commission for the Protecion of the Danube River - ICPDR Secretariat.
 46. ***Institutul de Studii și Proiecte pentru Îmbunătățiri Funciare – I.S.P.I.F. S.A., (1998), *Ghidul de redactare a hărților de risc la alunecare a versanților pentru asigurarea stabilității construcțiilor – Indicativ Gt – 019-98*, Aprobata de M.L.P.A.T. cu ordin nr. 80/N din 19.10.1998.
 47. ***OM 756/1997 al Ministrului Apelor, Pădurilor și Protecției Mediului pentru aprobarea Reglementării privind evaluarea poluării mediului, publicat în M.O. nr. 303 bis din 6 noiembrie 1997.
 48. ***Ontario Ministry of Northern Development and Mines, (1991), *Rehabilitation of Mines - Guidelines for Proponents. Version 1.1.*, Ministry of Northern Development and Mines, Sudbury, Ontario.
 49. ***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.