



MINISTERUL EDUCAȚIEI NAȚIONALE
UNIVERSITATEA DIN PETROȘANI
ȘCOALA DOCTORALĂ



TEZĂ DE DOCTORAT

Cercetări teoretice și experimentale privind instalațiile de tratare și monitorizare a apelor poluate evacuate din perimetrele și depozitele de deșuri miniere închise și ecologizate

REZUMAT

CONDUCĂTOR ȘTIINȚIFIC,
PROF. UNIV. DR. ING. Silviu Marin NAN

DOCTORAND,
ING. Petrică Dorel VINȚAN

Petroșani 2019

CUPRINS

I. Prezentarea si inventarierea perimetrelor miniere din România unde se află amplasate depozitele de deșeuri miniere închise si ecologizate

- 1.1 Strategia miniera a României pentru 2017- 2035 si abordarea din punct de vedere a protecției mediului a siturilor miniere închise
- 1.2 Închiderea minelor neviabile și reconstrucția ecologică a siturilor afectate de activitățile miniere
- 1.3 Pericolele potențiale care pot sa apară la siturile miniere închise și abandonate
- 1.4 Rolul si atribuțiile societății specializate în închiderea minelor în România
- 1.5 Inventarierea depozitelor de deșeuri miniere în România
- 1.6 Tranziția către o economie circulară și problemele determinate de depozitarea deșeurilor miniere

Concluzii

II. Stadiul actual la nivel internațional în gestionarea și monitorizarea depozitelor de deșeuri miniere închise si ecologizate

- 2.1 Reglementări, cadrul legal și standarde, cele mai bune practici de evaluare a riscurilor în industria minieră
 - 2.1.1 Prezentarea reglementărilor statelor europene, cadrul legal, standard
- 2.2. Măsuri în tratarea /abordarea depozitelor de deșeuri miniere
 - 2.2.1. Măsurile utilizate în vederea minimizării cantității de deșeuri miniere
 - 2.2.2. Metode utilizate în prevenirea producerii de drenaj minier acid
 - 2.2.3. Tehnici utilizate în depozitarea deșeurilor miniere periculoase
 - 2.2.4. Tehnici utilizate pentru epurarea drenajului minier acid
 - 2.2.5. Tehnici utilizate în epurarea solurilor poluate ca urmare a activităților miniere
 - 2.2.6. Tehnici de închidere a minelor și remediere a zonelor post-miniere
 - 2.2.7. Tehnici de închidere a minelor și remediere a zonelor post-miniere
- 2.3. Închiderea instalațiilor de gestionare a deșeurilor miniere

III. Modelarea matematică și fizică a fenomenelor privind dispersia poluanților proveniți din depozitele de deșeuri miniere prin aer și apă

- 3.1. Procese și fenomene fizice care modifică starea naturală a principalilor factori de mediu
- 3.2 Factori poluanți
- 3.3. Legi generale ale transportului și dispersiei poluanților în medii fluide
- 3.4. Transportul și dispersia poluanților în aer
- 3.5. Transportul și dispersia poluanților în apele de suprafață

IV. Cercetări privind metodele pentru investigarea și evaluarea poluării mediului geologic la depozitele de deșeuri miniere închise și ecologizate

- 4.1. Metode pedologice
- 4.2. Metode geologice
- 4.3. Metode hidrogeologice
- 4.4. Metode geochimice
- 4.5. Metode geofizice

Concluzii V. Monitorizarea apelor poluate evacuate din perimetrele si depozitele de deșeuri miniere după modelul monitorizării zonelor vulnerabile

- 5.1. Abordarea integrată a monitorizării
- 5.2. Specificarea necesarului de informații pentru monitoring
- 5.3. Obiective și tipuri de sisteme de monitorizare
- 5.4. Strategii pentru monitorizare
- 5.5. Elemente ale monitorizării și strategiilor de evaluare
- 5.6. Proiectarea unor programe de monitoring
- 5.7. Monitorizarea corpurilor de apă din zonele vulnerabile
- 5.8. Corpuri de apă
- 5.9. Monitorizarea și prevederile BAT-ului pentru managementul deșeurilor miniere și a sedimentelor reziduale rezultate din activitățile miniere

VI. Cercetări experimentale in domeniul apelor poluate evacuate din depozitul de deșeuri miniere a fostei PREPARATII LUPENI – RAMURA 1 (Studiul de caz)

- 6.1. Aspecte generale privind geologia perimetrului minier Lupeni
- 6.2. Caracteristicile solului pe care sunt amplasate depozitele de deșeuri miniere in zona Lupeni
- 6.3. Caracteristicile orohidrografice ale câmpului minier Lupeni
- 6.4. Istoricul depozitelor de deșeuri miniere în zona perimetrului minier Lupeni
- 6.5. Cercetări teoretice și practice privind cartarea geologica a depozitului de deșeuri miniere Ramura 1 –Lupeni
- 6.6. Caracteristicile fizico - mecanice ale deșeurilor miniere depozitate la Ramura 1 Lupeni
- 6.7. Determinarea compoziției chimice a deșeului minier depozitat in Ramura 1 Lupeni
- 6.8. Măsurători geofizice a depozitului de deșeuri miniere Ramura 1 Lupeni
- 6.9 Analiza informațiilor obținute prin cartarea hidrologica

Concluzii

VII. Cercetări privind eficiența tehnologiei de epurare aplicată apelor cu caracter acid în perimetrul fostei exploatări miniere Boita Hațeg.(Studiu de caz)

- 7.1. Procesul de formare a apelor de mină și caracteristicile lor
- 7.2. Apele de mină acide (AMD)
- 7.3. Metode de determinare a potențialului de acid
- 7.4. Stadiul actual al cunoașterii tehnologiilor de epurare a apelor încărcate cu ioni metalici
- 7.5. Prezentarea stației de epurare ape de mina Boita Hațeg
- 7.6. Conformarea calității efluenților evacuați în emisar cu normele și eficiența de epurare a stației de epurare ape de mină Boita Hațeg

CONCLUZII, CONTRIBUȚII PERSONALE ȘI PROPUNERI

Concluzii finale, contribuții originale

România este țara cu cel mai mare procent de deșuri miniere rezultate din industria extractivă, peste 85% din total (media în Europa este de circa 25%), care provin din mineritul istoric.

Industria miniera în România a avut înainte de anul 1989 o strategie de dezvoltare ce avea la bază conceptul auto susținerii. Scopul principal era asigurarea cu resurse minerale a economiei în scopul reducerii importurilor. Rezultatul acestei politici a constat prin supradimensionarea sectorului minier, ocupând direct peste 350.000 de persoane și indirect alte 700.000 de persoane în industria orizontală. După anul 1990 statul a fost nevoit să susțină prin infuzie de fonduri bugetare această industrie.

Începând cu anul 1997 Guvernul României a demarat un program de reducere accelerată a locurilor de muncă în industria minieră. Scopul a fost de a favoriza reorganizarea și efortul de restructurare. În scurt timp (perioada 1997-1998) numărul angajaților s-a redus cu aproape 60%. Procesul a surprins guvernele nepregătite să facă față problemelor sociale asociate, care s-au manifestat puternic în zonele monoindustriale, tradițional miniere și problemelor grave legate de poluarea mediului.

Lucrarea de doctorat „**Cercetări teoretice și experimentale privind instalațiile de tratare și monitorizare a apelor poluate evacuate din perimetrele și depozitele de deșuri miniere închise și ecologizate**” a fost structurată în 7 capitole.

Capitolul I prezintă legislația în domeniul depozitelor de deșuri miniere și face o inventariere a perimetrelor miniere din România unde se află amplasate acestea. Deși în anul 2017 a fost făcută o inventariere la nivel național a depozitelor de deșuri miniere, este necesar continuarea activităților de inventariere și inspecție, cu etapa de verificare a datelor și obținerea unor informații suplimentare. Este imperios necesar implementarea bunelor practici și cerințele europene în domeniul depozitării și tratării deșeurilor miniere, revizuirea inventarului național prin întocmirea unei baze de date utile tuturor autorităților care fac propuneri legislative, de inspecție și control, de reglementare sau amenajare teritorială.

Pentru obiectivele considerate vizual cu un grad de instabilitate, sunt necesare elaborarea de expertize /studii de elaborate de institute specializate.

Din analiza efectuată la cele două studii de caz prezentate de Raportul privind inventarierea și inspecția vizuală din 2017, la Iazul Valea Șesei și depozitul de deșeu minier de la Berbești sunt prezentate numai măsurile întreprinse pentru soluționarea avariilor și nu soluții definitive pentru prevenirea unor situații similare.

Asupra noului Proiect al Legii minelor au fost identificate o serie necorelări cu o serie de acte normative esențiale :

- Hotărârea 856 /13.08.2008 după cum este titlul „Gestionarea deșeurilor din industriile extractive” reglementează gestionarea deșeurilor din activitatea de prospecțiune, exploatare, extracția din subteran sau exploatarea carierelor, tratare și stocarea resurselor minerale, denumite în continuare deșuri extractive.

Art.2 aliniatul (2) face referire doar la „Deșeurile indirecte” care provin din activitățile adiacente extracției și care sunt reglementate în Legea 211/2011 și HG 856/2002 actualizate adică fier, lemn, hârtie, carton, deșuri petroliere, uleiuri uzate.

- necesitatea respectării prevederilor Directivelor „surori” care fac referire la deșeurile din industria extractivă și care nu au fost transpuse în legislația românească și anume :

- Decizia 2009/359/CE din 30 aprilie 2009 de completare a deșeurilor inerte, în aplicarea articolului 22 aliniatul (1) litera (f) din Directiva 2006/21/CE a Parlamentului European și a Consiliului Privind gestionarea deșeurilor din industria extractivă;
- Decizia 2009/360/CE din 30 aprilie 2009 de completare a cerințelor tehnice pentru caracterizarea deșeurilor stabilite de Directiva 2006/21/CE a Parlamentului European și a Consiliului privind gestionarea deșeurilor din industriile extractive;

- Decizia 2009/337/CE din 20 aprilie 2009 privind definirea criteriilor de clasificare a instalațiilor de gestionare a deșeurilor în conformitate cu anexa II la directiva 2006/21/CE a Parlamentului European și a Consiliului privind gestionarea deșeurilor din industriile extractive .

Ponderea principală a fondurilor alocate pentru execuția lucrărilor de reconstrucție ecologică o constituie finanțarea lucrărilor de reconstrucție ecologică la obiectivele miniere cu riscuri asociate. O atenție sporită ar trebui acordată și evoluției periculoase a fenomenelor fizico-mecanice de prăbușire subterană, subsidența suprafețelor sau alunecări masive de teren.

Ca urmare a subfinanțării drastice a proiectelor de închidere și ecologizare a procesului de reconstrucție a siturilor afectate de industria miniera, există riscuri majore și la siturile miniere unde sunt depozitate deșeuri minere altele decât cele încadrate la periculoase. Toate acestea conducând la întârzieri ce țin de execuția lucrărilor de ecologizare. O altă situație dificilă este reprezentată de situația juridică incertă a terenurilor pe care se execută lucrări de închidere și ecologizare, execuția lucrărilor de modernizare a stațiilor de tratare a apelor de mină aflate în patrimoniul Ministerului Economiei este condiționată de clarificarea regimului juridic al terenurilor pe care sunt amplasate, tergiversarea acestui demers compromițând lucrările de ecologizare deja realizate (mina Ligava, mina Ciudanovița, mina Leurda, mina Țebea, minele Mătășari Drăgotești, etc) .

România are în prezent un sistem de gestionare a deșeurilor bazat încă în mare parte pe depozitare. În prezent, se înregistrează o serie de dificultăți, România având cea mai mare rată de depozitare a deșeurilor din UE (72%) care este cu mult peste media UE de 25,6%.

În acord cu Pachetul de măsuri privind Economia Circulară al Uniunii Europene – corelarea Directivei 2006/21/CE cu Pachetul de măsuri privind Economia Circulară al Uniunii Europene și includerea unei ținte anuale de tratare a deșeurilor miniere

Deșeurile miniere au un statut special în funcție de categoria pe care o reprezintă (periculoase sau nepericuloase). Tipurile de tratare la care pot fi supuse sunt diferite (proces mecanic, fizic, biologic, termic sau chimic sau o combinație de procese aplicate resurselor minerale). Dat fiind volumul acestor tipuri de deșeuri și impactul asupra mediului, se consideră că acestea au un potențial mare de a fi promovate în contextul economiei circulare. Acest aspect este tratat în Capitolul VI unde este luat în calcul și posibilitatea recuperării unor substanțe utile din depozitul de deșeuri miniere de la Ramura I – Lupeni.

Capitolul II detaliază „Stadiul actual la nivel internațional în gestionarea și monitorizarea depozitelor de deșeuri miniere închise și ecologizate. Sunt analizate reglementările, standardele, cele mai bune practici, tehnici utilizate pentru epurarea drenajului minier acid, tehnici utilizate în epurarea solurilor poluate ca urmare a activităților miniere, tehnici de închidere a minelor și remediere a zonelor post-miniere în statele Uniunii Europene. Se face o comparație cu legislația română unde în conformitate prevederile legale, procedura de obținere a autorizațiilor de mediu pentru închiderea activității, nu este personalizată pentru activitățile de minerit. Există o procedură comună pentru închiderea oricărui tip de activitate, dar autoritatea locală de protecție a mediului nu are instrumente de decizie pentru a stabili măsurile și recomandările necesare în cadrul procedurii de autorizare.

Procesul de evaluare a riscurilor trebuie realizat în România de o persoană fizică sau de o persoană juridică autorizată și este impusă de autoritatea competentă de mediu, în conformitate cu HG nr. 184/1997 al Ministerului Mediului și Administrării Apelor, pentru aprobarea procedurii de evaluare a impactului asupra mediului în timpul acestei operații. Nu există nicio procedură specifică cu privire la evaluarea riscului pentru unitățile de evacuare minieră (bazine/iazuri și depozite de deșeuri miniere).

Evaluarea riscului este impusă de autoritatea de mediu atunci când este descoperit un grad mare de poluare într-o anumită locație, caracterizat de depășirea pragurilor de intervenție prevăzute de reglementările române, astfel:

Evaluarea riscurilor este realizată în două cazuri (proceduri de reglementare), respectiv:

- în cadrul procedurii de eliberare a autorizației.

În cadrul desfășurării unei activități în general precum și a unei activități de stocare, procedura de eliberare a autorizației respectă prevederile Ordinul nr. 876/2004 a Ministerului Mediului și Gestionării Apelor.

- în cadrul procedurii de stabilire a obligațiilor de mediu.

Autoritatea competentă de mediu emite o Notă de Mediu, care prevede obligațiile de mediu, în baza studiului de evaluare a riscurilor și a altor acorduri anterioare, dacă este cazul, dintre operator și autoritatea competentă.

Nu există nicio lege în prezent pentru acest tip de procedură, Legea de Protecție a Mediului din România are nevoie de un document special pentru cazuri de încheiere a activității, de vânzare a activelor, fuziune, diviziune, faliment ș.a.m.d.

S-a constatat că incidentele legate de sterilele de procesare sunt mai dese în cazul construcțiilor în amonte decât în al celor în aval. Buletinul nr. 121 al UNEP/ICOLD a ajuns, de asemenea, la concluzia că planificarea și gestionarea cu succes a instalațiilor de sterile de procesare ar putea beneficia din plin de pe urma:

- . implicării publicului interesat
- . investigațiilor amănunțite și evaluării riscurilor
- . documentării exhaustive
- . gestionării sterilelor de procesare integrate în planificarea, exploatarea și închiderea minelor.

Capitolul III. realizează modelarea matematică și fizică a fenomenelor privind dispersia poluanților proveniți din depozitele de deșeuri miniere prin aer și apă.

Abordarea problemelor de poluare a apei necesită elaborarea unor modele de calitate a apei cu trei componente majore : diminuarea temporară, diminuarea spațială și gradul de detaliere a componentei ecologice. Se recomandă definirea obiectivelor după schema prezentată în acest capitol. Transportul și dispersia poluanților în medii fluide se bazează pe Legea difuziei moleculare (Legea lui Fick) și pe ecuațiile mișcării fluidelor (ecuațiile Navier - Stokes, ecuația de continuitate);

Studiul poluării apelor de suprafață se bazează pe reprezentarea geometrică a sistemului, prin modele de ordin zero, prin modele unidimensionale sau multidimensionale, luând în considerație particularitățile hidraulice ale albiilor râurilor poluate, precum și modul de producere a injecției de poluant. Fazele de dezvoltare în transportul poluanților sunt : mișcarea fluidelor nestratificate, mișcarea la limita stabilității și mișcarea în stadiu avansat de amestec.

Capitolul IV. Cercetări privind metodele pentru investigarea și evaluarea poluării mediului geologic la depozitele de deșeuri miniere închise și ecologizate .

Într-o accepțiune generală investigarea geologică include toate tipurile specifice de investigare corespunzătoare domeniilor componente ale studiului Pământului: geologice, hidrogeologice, paleontologice, geofizice, geochimice, pedologice ș.a.m.d.

Fiecare din metodele de investigare are propriile posibilități, ținte și obiective, propriile avantaje dar și limitări specifice.

Succesul metodelor geologice în ansamblu pentru investigarea și evaluarea poluării mediului geologic este determinat de alegerea strategiei optime de aplicare a diverselor metode în acord cu scopul urmărit și condițiile de teren.

Utilizarea a două sau mai multe metode este necesară în vederea acoperirii tuturor domeniilor de cunoaștere de interes, a realizării unei analize integrate a datelor și pentru reducerea gradului de ambiguitate în interpretare. În același timp întregul sistem al mediului geologic sol - ape subterane - formațiuni geologice, trebuie investigat atât în ansamblul său, cât și componentă cu componentă.

Aceste considerente au stat la baza stabilirii pachetului minimal obligatoriu de metode pentru investigarea și evaluarea contaminării :

- metode pedologice, pentru cunoașterea structurii și calității solului;
- metode geologice, pentru cunoașterea structurii geologice;
- metode hidrogeologice, pentru cunoașterea acviferelor și a calității acestora;
- metode geochimice, pentru cunoașterea distribuției elementelor chimice în mediul geologic, a identificării, stabilirii concentrațiilor și distribuției poluanților;

- metode geofizice, pentru cunoașterea și distribuția spațială a structurii geologice a zonelor contaminate.

Investigarea poluării mediului geologic se poate realiza simultan cu toate metodele prevăzute în pachetul minimal obligatoriu.

În același timp, investigațiile pot fi făcute separat pentru fiecare metodă, urmate de sinteza și corelarea datelor, în raportul geologic. Având în vedere posibilă prezență și evoluție a fenomenelor fizice în subsol se recomandă ca investigațiile separate să nu depășească intervalul de 2 ani.

Pachetul minimal obligatoriu de metode se realizează conform gradului de detaliere dorit, stabilit pentru fiecare etapă de investigare.

Pachetul minimal obligatoriu de metode asigură astfel investigarea complexă și completă a oricărei poluări a mediului geologic, asigură cunoașterea necesară fundamentării deciziilor autorităților de mediu

Capitolul V. Monitorizarea apelor poluate evacuate din perimetrele și depozitele de deșuri miniere după modelul monitorizării zonelor vulnerabile

Directiva Cadru pentru Apa introduce noțiunea de “corp de apă” ca *unitate elementară* de analiza a presiunilor și impactului și de evaluare a riscului de neatingere a obiectivelor de mediu. Sunt stabilite modul de abordare integrată a monitorizării, strategii de monitorizare și de evaluare, proiectarea unui program de monitoring și prevederile BAT-ului pentru managementul deșeurilor miniere și a sedimentelor reziduale rezultate din activitățile miniere.

Capitolul VI. Cercetări experimentale în domeniul apelor poluate evacuate din depozitul de deșuri miniere a fostei Preparatii Lupeni – RAMURA 1 (Studiul de caz)

Minele Lupeni, Lupeni Sud, Victoria, Carolina și Ileana au fost deschise în anul 1840 ca proprietate particulară. Amplasarea exploatărilor urmărește direcția aflorimentului formațiunii productive din zona nord – estică a perimetrului.

Depozitele de deșuri miniere de la fosta Preparatie Lupeni s-au format prin depunerea materialului cu instalații de funicular, într-o zonă accidentată cu diferențe mari de nivel. În prezent sunt 3 ramuri de depozit de sterile minierere, cu unghiuri 15° între ramurile I – II și 40° între ramurile II – III. Tehnologia de depozitare a condus la realizarea unor depozite într-o singură treaptă ai căror parametrii geometrici sunt dependenți de morfologia suprafeței terenului, de cotele la care este amplasat funicularul și caracteristicile geotehnice ale rocilor depozitate. În timpul descărcării materialului din cupele de transport are loc o anumită sortare granulometrică, prin deplasarea granulelor mari la baza depunerii.

În perimetrul studiat se întâlnesc formațiuni sedimentare și magmatice. Fundamentul depozitului de deșuri miniere este constituit din granodiorit și deluviul sau argilos-nisipos. Natura deluviului, grosimea sa mare și panta accentuată predispun la fenomene de alunecare. Depozitele de deșuri miniere ramurile R2 și R1 sunt amplasate peste gresii și gresii microconglomeratice, cu deluviul aferent, pelitic și pelito-nisipos.

Datorită naturii lor litologice, versanții văilor din jurul depozitelor de deșuri miniere prezintă o bună stabilitate, întrucât se sprijină pe materialul depozitat de pe Ramura nr. I.

Cartarea hidrologica, geologica și geotehnica au obținut informații suplimentare de detaliu la nivelul suprafeței terenului, față de informațiile cunoscute anterior din documentațiile tehnice existente pentru fiecare dintre componentele investigate.

Măsurătorile geofizice au identificat contraste de rezistivitate în corpul depozitului de deșuri miniere care evaluează diferențe de constituție a materialului depozit de sterile miniere în stare naturală, afectat de fenomenul de autoaprindere sau cu grad ridicat de umiditate în contrast cu roca de bază.

Se remarcă o acumulare și circulație de ape pe patul vechilor vai și la limita dintre diverse episoade de depunere a materialului depozitului de sterile miniere. Aceste acumulări și trasee de traversare a depozit de deșuri miniere sunt sursa emergentelor de la cotele 784 și 774m.

Măsurătorile geofizice oferă pentru prima dată cunoașterea structurii interne a depozit de deșuri miniere ramura R1.

Rigola pe latura estică a depozitului de deșuri miniere ramurile R1 și R2 din interfluviul pâraului Boncii-pâraului Ferejele este un „curs de apă” artificial creat pentru drenarea apelor din lacul

plasat între depozitele de deșuri miniere RI și RII. Acest traseu este săpat la baza materialului depozitat și prin eroziune accelerată destabilizează flancul estic al depozitului de deșuri miniere ramura RI și RII.

Suprafața bazinului hidrografic este brăzdată de văi secundare și ravene în corpul depozitului de deșuri miniere (lățimi de 3-6 m și adâncimi de 2-3 m) care devin căi de drenaj pentru scurgerea de suprafața în perioadele averselor de ploaie.

Cursuri de apă sezoniere au fost cartate pe tot traseul pentru identificarea depunerilor de oxizi de fier și calcit. Cursurile Ferejele și Boncii au în albia minora, cu lățimi variabile de la câțiva metri la maximum 15 m, fragmente antrenate din depozitele de deșuri miniere pe care le drenează. Debitele sunt variabile, scurgerea de suprafața fiind accelerată de pantele abrupte ale versanților. Materialul din depozitul de deșuri miniere spălat de fracțiunea argiloasă are o bună permeabilitate și permite drenarea rapidă a apei la partea superioară.

Atât cele două cursuri de apă principale (Ferejele și Boncii) cât și cele secundare au fost probate pentru identificarea zonelor drenate și a surselor de poluare.

Capitolul VII . Cercetări privind eficiența tehnologiei de epurare aplicată apelor cu caracter acid în perimetrul fostei exploatări miniere Boița Hațeg.(Studiu de caz

Există mai multe metode pentru tratarea apelor de mină, în funcție de volumul efluentului, de tipul și de concentrația substanțelor poluante prezente

Selectarea variantei de epurare a avut la bază caracteristicile fizico-chimice ale apelor uzate (caracter acid, concentrații variabile de metale grele, prezența sulfatilor peste limita admisă), debitele de evacuare, implicațiile tehnologice și costurile asociate, cantitățile de deșuri produse precum și cerințele pentru protecția mediului.

În acest caz, tratarea apelor de mină constă în neutralizarea cu var, rezultând precipitate de hidroxid de Fe și alte metale, precum și gips (CaSO_4). Tratarea cu var duce la creșterea pH-ului de la 6,0 la 8 permițând eliminarea metalelor din soluție datorită scăderii solubilității ionilor metalici. pH-ul necesar pentru solubilitate minimă variază în funcție de specia metalului, cu toate acestea majoritatea instalațiilor de neutralizare funcționează la un pH între 9 și 12. Pot fi utilizați mai mulți agenți de neutralizare: varul, sub formă de CaO sau var hidratat $\text{Ca}(\text{OH})_2$, este cel mai frecvent utilizat din cauza disponibilității sale, a costului redus, și a eficienței ridicate.

În cazul perimetrului minier Boița Hațeg, apa de mină este evacuată pe canalul galeriei printr-un cămin de încărcare din beton, protejat antiacid, de unde este dirijată spre bazinele de reacție ale stației de epurare. Stația de epurare constă în principal din vase de dizolvare var prevăzute cu amestecător cu elice, vase de reacție/neutralizare prevăzute de asemenea cu agitatoare unde apa de mină vine în contact direct cu soluția de var, decantorul longitudinal pentru sedimentarea precipitatului și limpezirea apei, platforma de nămol pentru deshidratarea sedimentului depus în decantor.

Procesul aplicat duce la precipitarea avansată a metalelor (Fe, Pb, Zn, Cu, Ni, Cd) cu randamente de peste 90 % și asigurarea unor valori remanente în faza solubilă în limitele admise de legislația națională (NTPA001/2005), după cum se observă în tabelul 1.

Calciu este prezent la valori peste limita admisă datorită aportului adus prin reglarea pH-ului . În cazul sulfatilor nu se înregistrează scăderi semnificative datorită solubilității ridicate a sulfatului de calciu.

Precipitarea în două trepte cu lapte de var și insuflare de aer ar conduce la îmbunătățirea caracteristicilor efluenților finali dar este mai costisitoare atât ca investiție cât și ca operare.

O variantă experimentată cu rezultate mult mai bune, respectiv încadrarea efluentului tratat în limitele impuse la evacuare pentru toți indicatorii, inclusiv sulfat și calciu, este neutralizarea, oxidarea și precipitarea într-o singură treaptă la un pH de 11-12 cu lapte de var și aluminat de calciu în prezența aerului insuflat, urmată de recorectarea pH-ului la 8,5 și separarea materiilor în suspensie.

Un tratament eficient presupune generarea unei ape cu pH neutru și reducerea conținutului de sulfat, fier și alte metale prezente până la limitele permise de legislația de mediu. La alegerea fluxurilor de epurare trebuie luate în considerare aspectele tehnice, economice și de performanță de mediu.

Pentru a fi atractiv, procesul trebuie să fie cu costuri reduse, ușor de instalat și de întreținut, și să genereze cantități limitate de subproduse solide.

Contribuții originale

Contribuțiile originale ale acestei teze de doctorat, rezultate în urma cercetărilor teoretice efectuate și a implementării în practică a unor soluții tehnologice sunt următoarele:

- Încadrarea obiectivului tezei în postulatele dezvoltării durabile și a economiei circulare;
- Punctarea măsurilor propuse care contribuie la operaționalizarea conceptului de dezvoltare durabilă;
- Propuneri pentru elaborarea unei inventarii detaliate a tuturor depozitelor de deșuri miniere aflate pe teritoriul României ;
- Identificarea unor noi pericole potențiale la siturile miniere unde sunt amplasate depozite de deșuri miniere ;
- Analizarea legislației naționale, a Directivelor Europene legate de depozitele de deșuri miniere și propuneri concrete de îmbunătățirea legislației ;
- Prezentarea experiențelor internaționale privind managementul depozitelor de deșuri miniere și identificarea de metode și soluții cu aplicabilitate la depozitele de deșuri miniere în România ;
- Realizarea modelării matematice și fizice a fenomenelor privind dispersia poluanților proveniți din depozitele de deșuri miniere prin aer și apă;
- Adaptarea metodelor de investigare și evaluare a poluării mediului geologic pentru depozitele de deșuri miniere;
- Elaborarea unei strategii de monitorizare pentru depozitele de deșuri miniere după modelul monitorizării zonelor vulnerabile.
- Pentru aprofundarea cercetării au fost realizate două studii de caz . A fost ales situl minier Lupeni - zona depozitelor de deșuri care au fost închise în urma cu 20 ani și unde aparent situația din punct de vedere al stabilității și poluării apelor pare să nu se încadreze la zonă de risc. Pentru prima dată măsurătorile geofizice oferă cunoașterea structurii interne a depozitului de deșuri miniere R1 și semnalarea existenței poluării . Aceste aspecte pot constitui informații de bază pentru remedierea sitului Lupeni. Cel de al doilea studiu de caz a fost realizat la Stația de epurare Boița Hateg unde au fost făcute propuneri de îmbunătățire a modului de funcționare a stațiilor de epurare a apelor tehnologice;
- S-a creat o bază de date cu fotografii și hărți din zonele studiate. S-au stocat materialele care pot oferi informații legate de construcția depozitelor de deșuri miniere de la fosta Preparatie Lupeni;
- Prelucrarea statistică a rezultatelor analizelor de laborator, forajelor și a interpretării corectă acestora.

Din analizele efectuate au rezultat următoarele recomandări atât pentru instituțiile de stat care au în atribuții gestionarea problemelor siturilor miniere închise /abandonate cât și pentru specialiștii în domeniul minier :

- Necesitatea revizuirii legislației în domeniul depozitelor de deșuri miniere și reevaluarea lor din punct de vedere al riscurilor dar și posibilitatea recuperării de minerale utile ;
- Datorită numărului mare de depozite de deșuri miniere și al impactului asupra mediului, acestea au un potențial mare de a fi promovate în contextul economiei circulare.