

REZUMAT

Teza de doctorat intitulată ”*Cercetări privind impactul activităților miniere asupra calității apei în județul Caraș-Severin*”, are ca scop studierea impactului provocat de principalele exploatare miniere din județul Caraș-Severin (județ cu o bogată tradiție în minerit), asupra calității unor cursuri de apă receptoare, mai exact studierea gradului de încărcare al acestora cu poluanți proveniți de la respectivele exploatare.

Pentru realizarea scopului propus s-a impus atingerea următoarelor obiective :

- studierea impactului poluanților specifici exploatărilor de combustibili minerali asupra cursurilor de apă ;
- studierea impactului poluanților specifici exploatărilor de zăcăminte metalifere ;
- studierea impactului poluanților proveniți de la exploatățile de zăcăminte nemetalifere ;
- studierea impactului poluanților proveniți de la exploatățile uranifere ;
- stabilirea căilor de reducere a poluării miniere în județul Caraș-Severin și implicit studierea posibilului impact negativ al acestora asupra apelor.

Lucrarea se întinde pe 300 de pagini și este structurată pe 9 capitole. Include 55 de tabele, 123 figuri, 42 fotografii color precum și 170 titluri bibliografice studiate.

În prima parte a tezei, respectiv în capitolele 1 și 2, sunt tratate aspectele teoretice legate de stadiul cercetărilor cu privire la caracteristicile generale ale apelor, poluarea acestora și caracterul poluator al activităților miniere. În a doua parte a tezei, mai exact în capitolele 3 și 4, este prezentat cadrul fizico-geografic de desfășurare al cercetărilor precum și scopul, obiectivele și metodologia de cercetare. În a treia parte, cuprinzând capitolele 5-9, sunt prezentate rezultatele cercetărilor proprii cu privire la exploatarele miniere dezvoltate în acest cadru natural, originea și compoziția diferitelor zăcăminte exploatare de acestea, poluanții rezultați, variația în timp a concentrațiilor acestor poluanți în apele uzate evacuate de la respectivele exploatare precum și câteva măsuri de reducere a poluării provocate de aceștia. Lucrarea se încheie cu un capitol de concluzii.

La baza întocmirii lucrării stau date și analize de laborator, obținute pe parcursul a 17 ani, în cadrul Sistemului de Gospodărire a Apelor Caras-Severin, precum și cercetări și studii proprii efectuate pe teren și laborator, în perioada 2004-2009.

Lucrarea surprinde atât perioada de activitate intensă de extracție și prelucrare a exploatărilor miniere, cât și perioada de conservare, respectiv închidere și postînchidere.

Este subliniată importanța lucrărilor de reconstrucție ecologică a obiectivelor supuse închiderii, în vederea atingerii « stării bune a apelor », așa cum este ea definită și stipulată în Directiva Cadru 2000/60/ECC.

În primul capitol, intitulat ”*Apa, factor al dezvoltării durabile*”, este prezentat stadiul cercetărilor cu privire la apă, din perspectiva dezvoltării durabile. Este tratată problema apei la nivel mondial și național și se expun caracteristicile calitative ale apelor naturale și caracteristicile generale ale poluării lor. Se aduc clarificări asupra noțiunii de gospodărire a apelor, ca bază a dezvoltării durabile și este prezentat cadrul legislativ și instituțional cu privire la protecția apelor.

Acolo unde există apă există și viață. Apa, alături de sol și aer reprezintă unul din principalii factori de mediu. Totalitatea apelor de pe glob formează hidrosfera, respectiv învelișul de ape al Pământului. Hidrosfera, atmosfera, litosfera și biosfera se găsesc într-un echilibru natural dar totodată și în continuă schimbare, datorită transformărilor cosmice continue prin care trece globul terestru. Separarea acestor factori de mediu este doar teoretică, practic ea fiind imposibilă. În natură, apa se găsește sub trei forme de agregare (lichidă, solidă și gazoasă), realizând un circuit permanent, numit circuitul apei în natură. Una din consecințele acestuia este diferențierea calitativă a resurselor de apă.

După ultimele estimări, hidrosfera conține o cantitate de cca. 1386 milioane km³ de apă, din care apa sărată reprezintă 97,5% (având o salinitate specifică în medie de 35 g/l), iar apa dulce doar 2,5% (cu o mineralizare mai mică și diferită, în funcție de rocile pe care le-a spălat). Categoria cea mai prețioasă – ape dulci lichide – reprezintă doar 0,036% din totalul de apă existent.

Apa are multiple întrebuințări, fiind factor de nutriție, energetic, de transport, tehnologic și de mediu. Trebuie însă ținut cont de neconcordanța dintre variația sezonieră a debitelor și prelevările de apă, care rămân relativ constante, precum și de faptul că numai o parte din debitele existente poate fi captată. De aceea se apreciază că disponibilul de apă este doar de 20.000 km³ deci doar 4% din totalul de apă dulce lichidă.

Analiza resurselor de apă evidențiază diferențele vizibile între regiunile globului în ceea ce privește disponibilitatea și accesibilitatea resurselor de apă. Asia și America de Sud se detașează vizibil, ele stocând cele mai mari cantități (13.500 km³/an și respectiv 12.000 km³/an). Cele mai mici valori sunt caracteristice Europei (2900 km³/an), Australiei și Oceaniei (2400 km³/an). Datorită rapidei creșteri numerice a populației, înregistrată între anii 1970-1994, această disponibilitate potențială de apă a scăzut de la 12,9 la 7,6 mii m³apă/an/km²/persoană.

La nivel global, se poate observa o explozie a volumelor de apă prelevate în scopul potabilizării în perioada 1950-1980, fenomen explicabil prin creșterea nivelului de trai al populației și de asemenea prin creșterea procentului populației urbane, implicat a confortului omului mediu.

România este relativ săracă în resurse de apă, dispunând de numai 1770 m³ de apă/loc./an (locul 20), față de media de 4000 m³ apă/loc în Europa. Dunărea și celelalte râuri de frontieră ridică acest volum la 2660, ceea ce ne situează pe locul 11 în Europa în privința raportării resurselor de apă dulce la populație.

Regimul hidrologic al resurselor naționale de apă se caracterizează prin variabilitate foarte mare atât în spațiu (fapt datorat ponderii mari a zonei montane la formarea scurgerilor, respectiv 50% din totalul de resurse se formează pe 17% din suprafața țării și determinând astfel un debit mediu

specific sub 1 l/s în Câmpia Română, Dobrogea, Câmpia Timișului și Aradului și de aproximativ 40 l/s în zonele înalte ale munților Făgăraș și Retezat) cât și în timpul anului (manifestată prin viituri puternice primăvara și la începutul verii, urmate de secete prelungite). Este un regim pronunțat torențial unde Q_{min}/Q_{max} este $1/1000 \div 1/2000$.

Resursele disponibile de apă de pe teritoriul României sunt puternic influențate cantitativ și calitativ de activitățile umane, prin:

- prelevări la limita resurselor socio-economice (bazinul hidrografic Argeș);
- o poluare pronunțată (râurile Tur, Lăpuș, Cavnic, Arieș, Cibin, Dâmbovița, Vaslui, Jijia, Bahlui).

În statisticile naționale, evaluarea resurselor de apă se face după potențialul teoretic mediu multianual (140 mld mc apa), potențial disponibil în regim natural pentru anii secetoși (92-109 mld. mc apa) și potențialul utilizabil în regim amenajat (40 mld mc apă). La nivel de an 2007, prelevările de apă brută au fost de 6,89 mld. mc, din care 1,05 mld. mc au fost pentru populație, 4,84 mld. mc, pentru industrie și 1,09 mld. mc pentru agricultură.

Din punct de vedere al calității, la nivelul anului 2007 se înregistrează 6211 km râuri calitatea I, 11783 km calitatea II, 5638 km calitatea III, 1921 km calitatea IV și 953 km calitatea V, observându-se o considerabilă îmbunătățire în raport cu anii precedenți.

Apa pură, simbolizată prin formula H_2O nu se găsește niciodată în natură. În apă se găsesc întotdeauna anumite cantități de substanțe dizolvate sau aflate sub forma de suspensii, respectiv gaze dizolvate (O_2 , CO_2 , H_2S), substanțe minerale și organice dizolvate, coloidale sau în suspensie, floră saprofită proprie apei, ce conferă apelor naturale un ansamblu de proprietăți, ce pot fi grupate astfel: caracteristici fizice, caracteristici radioactive, caracteristici chimice, caracteristici biologice și caracteristici bacteriologice. Pentru toți acești indicatori ai stării de calitate a apei, au fost stabilite limite, prin Ord. MMGA 161/2006, pentru aprobarea Normativului privind clasificarea apelor de suprafață în vederea stabilirii stării ecologice a corpurilor de apă.

În ceea ce privește poluarea apei, aceasta este definită în diverse moduri și constituie la ora actuală o problemă majoră, care la scară globală se va amplifica, deoarece în lumea a III-a se dezvoltă rapid mari orașe fără sanitație corespunzătoare, industria chimică, agricultura, fac tot mai mult uz de produși chimici iar mineritul utilizează tehnologii cu grav impact de mediu

Calitatea apei nu rămâne constantă în timp, ci poate să varieze din cauza multor factori, fie produși de om (factori antropici- demografici, urbanistici, industriali), fie de origine naturală.

Sursele de poluare a apelor pot fi organizate sau neorganizate, artificiale (menajere, industriale, agricole) sau naturale, permanente, nepermanente sau accidentale. De asemenea și tipurile de poluare se pot clasifica în diverse feluri: poluare naturală sau artificială, controlată sau necontrolată, normală sau accidentală, primară sau secundară. Însă cea mai utilizată clasificare este cea în funcție de natura poluanților, vorbind astfel de poluare fizică, chimică sau biologică.

Până la un punct, apele au capacitate de purificare naturală, denumită impropriu autoepurare sau autopurificare. Autopurificarea se realizează printr-o serie de procese fizice, chimice, biologice și biochimice.

Evitarea sau reducerea poluării apelor receptorului ca urmare a deversării de ape uzate se realizează cel mai frecvent prin epurare înainte de deversare. Epurarea apelor reprezintă totalitatea tratamentelor aplicate apei uzate care au ca rezultat diminuarea conținutului de poluanți astfel încât cantitățile rămase să determine concentrații mici în apele receptoare, care să nu provoace dezechilibre ecologice și să nu poată stânjeni utilizările ulterioare. În fluxul tehnologic general al unui proces de epurare se pot distinge 3 etape: mecanică, chimică și biologică. În funcție de gradul de epurare asigurat de către fiecare treaptă de epurare, aceste metode se pot încadra în noțiunile mai generale de epurare primară, secundară și terțiară sau avansată.

În continuarea lucrării, este prezentat conceptul de gospodărire durabilă a apelor, cu etapele sale de evoluție, principiile și instrumentele sale de realizare.

În ceea ce privește cadrul legislativ și instituțional al protecției apelor, principala reglementare este Legea Apelor Nr. 107/97 modificată și completată cu Legea nr. 310/2004 și Legea 112/2006 precum și Legea Protecției Mediului nr. 137/ 95 cu completările ei. Asocierea României la Uniunea Europeană a impus un șir de acțiuni susținute și orientări ale politicii naționale de mediu, în direcția conformării cu strategiile și politicile europene pe termen mediu și lung, în domeniul gospodăririi apelor, respectiv adoptarea, aplicarea și dezvoltarea aquis-ului comunitar. Instituția care se ocupă efectiv de gestionarea apelor este Agenția Națională "Apele Române", organizată pe 11 Direcții, fiecare cu mai multe Sisteme de Gospodărire a Apelor. Ea funcționează în cadrul Ministerului Mediului și Pădurilor.

În capitolul al doilea, intitulat "*Stadiul actual al cercetărilor cu privire la impactul activităților miniere asupra calității apei*", este tratată activitatea minieră ca lider în generarea deșeurilor industriale. Astfel, sunt prezentate tendințele actuale privind industria minieră în România, aceasta înregistrând o scădere bruscă a activității după 1990, urmată de o perioadă de stabilizare (1993-1999), pentru ca în final să crească ușor. La ora actuală, unitățile miniere se pot încadra în trei categorii:

- active, în care activitatea se desfășoară în continuare;
- în conservare, la care nu a fost aplicat încă Programul de închidere și ecologizare;
- închise, care au fost supuse Programului de închidere și ecologizare.

La nivelul anului 2007 mai erau active 25 de mine, 37 de cariere și 9 uzine de preparare, fiind aprobat spre închidere un număr de 550 de obiective.

Cauzele acestor schimbări sunt în primul rând descentralizarea, trecerea la economia de piață și aderarea la cerințele UE. Dacă pînă în '89 politica aplicată în minerit era obținerea de resurse minerale prin orice mijloace și cu orice costuri, în prezent ea nu mai este posibilă. Cu alte cuvinte, vor

funcționa doar acele exploatări miniere în care obținerea resurselor minerale se face în condiții profitabile, cu respectarea noilor norme de protecție a muncii și a mediului.

Prin HG 856/2002 s-a introdus obligația agenților economici de a ține evidența gestiunii deșeurilor pe care le generează și de a transmite anual datele centralizate către autoritățile teritoriale pentru protecția mediului. Pentru anul 2002, a fost raportată o cantitate totală de 372,4 milioane tone deșeuri de producție din industrie și agricultură, din care 344,5 milioane tone reprezintă deșeuri din activități miniere (în cea mai mare parte deșeuri/steril de la excavarea minereurilor nemetalifere și metalifere). Pentru anul 2002, au fost înregistrate ca fiind în funcțiune 687 depozite pentru deșeuri industriale, din care 29% reprezentau halde de steril minier. Suprafața totală ocupată de deșeurile industriale a fost estimată la circa 10.300 ha, din care aproximativ 50% reprezintă suprafețele ocupate de haldele de steril minier. O categorie aparte de deșeuri industriale o reprezintă cele *periculoase*. Potrivit datelor disponibile, în anul 2001 a fost generată o cantitate de aproximativ 2,5 milioane tone deșeuri periculoase. Dintre acestea, cele provenite din activități miniere reprezintă 77%. Toate aceste date conferă industriei miniere titlul de lider în generarea reziduurilor industriale.

Ca urmare a procentului redus de substanțe utile extrase din minereurile brute, cantitățile globale de reziduuri rezultate după extragerea substanțelor utile reprezintă tonaje foarte mari, dacă se iau în considerare cantitățile importante de minereuri extrase și prelucrate pe an, numai în țara noastră. Dar pe lângă reziduurile solide, rezultă și alte tipuri de deșeuri cum sunt cele lichide sau cele gazoase, care cantitativ le depășesc pe cele solide. Apele reziduale de exemplu, se află în raport de 3 :1 până la 20 :1 față de minereurile prelucrate.

O primă clasificare a reziduurilor se poate face după starea de agregare, rezultând cinci clase de deșeuri: solide, lichide, gazoase, radiații, zgomote și vibrații.

După proveniența lor deșeurile pot fi deșeuri provenite din ramura exploatării miniere, deșeuri provenite din ramura preparării minereurilor sau deșeuri provenite din ramura metalurgie extractivă.

Având în vedere caracteristicile lor specifice, deșeurile generate de activitățile miniere sunt depozitate de regulă în instalații proiectate special în acest scop, după cum urmează :

- deșeurile de la exploatarea și procesarea combustibililor minerali și a minereurilor metalifere și nemetalifere sunt depozitate în halde de steril și iazuri de decantare ;
- deșeurile de la exploatarea țițeiului și a gazelor naturale sunt depozitate în bataluri.

Informațiile privind generarea și gestionarea deșeurilor pentru anul 2001, furnizate de ICIM București, arată că existau aproximativ 200 halde de steril și 70 iazuri de decantare în funcțiune. O problemă de importanță deosebită o constituie stabilitatea haldelor de steril, ținând cont de caracteristicile lor constructive și de tipul materialelor depozitate și mai ales de faptul că, în unele cazuri, pe haldele de steril sunt depozitate și alte tipuri de deșeuri generate în cadrul unității economice respective, în afara celor provenite strict din activități miniere. O altă problemă de importanță deosebită o constituie riscurile de avariere a diferitelor instalații aferente iazurilor de decantare,

riscuri care pot fi amplificate și prin apariția unor fenomene naturale neobișnuite (cutremure, inundații, alunecări de teren).

În continuare, sunt prezentate caracteristicile reziduurilor miniere în funcție de starea lor de agregare (solidă, lichidă, gazoasă și zgomote, vibrații) precum și de proveniența lor (din exploatare sau din preparare).

Capitolul doi prezintă în continuare impactul activităților miniere asupra apelor de suprafață, identificându-se principalii poluanți ce ajung în receptorii naturali și efectele lor concrete. Sunt detaliate influențele haldelor de steril și a iazurilor de decantare aflate în număr mare în județul Caraș-Severin, influențele apelor de mină, respectiv de carieră și de asemenea se insistă pe poluarea radioactivă a apelor de suprafață, ținând cont de importantul zăcământ uranifer existent în zona Ciudanovița-Lișava și de problemele care au apărut aici.

Prezentarea cadrului legislativ și instituțional privind deșeurile din industria minieră, încheie

capitolul al doilea. Transpunerea și aplicarea Legislației internaționale în domeniul deșeurilor rezultate din industriile miniere se face prin HG 856/2008. Activitatea în cadrul sectorului extractiv din România este reglementată prin Legea Minelor 85/2003. Agenția Națională pentru Resurse Minerale (ANRM) este autoritatea competentă căreia îi revin sarcini și atribuții pentru aplicarea prevederilor Legii 85/2003. La momentul actual, autoritatea centrală care coordonează activitatea de gestiune a deșeurilor este Ministerul Mediului și Pădurilor. Alte instituții cu responsabilități în domeniul gestiunii deșeurilor sunt Comisia Națională pentru Controlul Activității Nucleare (CNCAN) și Ministerul Economiei, Comerțului și Mediului de Afaceri.

Capitolul al treilea, se intitulează ”*Cadrul natural de desfășurare al cercetărilor- județul Caraș-Severin*” și prezintă caracteristicile fizico-geografice ale respectivului județ. Acesta este așezat în sud-vestul țării, fiind al treilea județ ca mărime și al doilea ca suprafață împădurită. Geologia județului Caraș-Severin se înscrie în cea a Carpaților Meridionali, identificându-se două mari domenii: Autohtonul Danubian și Pânza Getică. Sub aspect geomorfologic relieful județului Caraș-Severin se caracterizează printr-o mare varietate de forme: munți 65,4%; depresiuni 16,5%; dealuri 10,8% și câmpii 7,3%.

Sub aspect *hidrografic*, suprafața județului Caraș-Severin este puternic fragmentată de văile apelor curgătoare tributare râurilor Timiș (cu o lungime de 87 km și un bazin de 5248 kmp), Caraș (76 km lungime și un bazin de 1118 kmp), Cerna (84 km lungime și un bazin de 892 kmp), Nera (131 km lungime și un bazin de 1360 kmp). Toate acestea sunt apoi colectate de fluviul Dunărea. Datorită succesiunii unor ani ploioși și încălzirilor bruște survenite primăvara în Munții Banatului, cantităților excepționale ale precipitațiilor care se suprapun perioadei topirii zăpezilor (stratul de zăpadă înregistrează grosimea medie multianuală cea mai mare din țară în Semenice), defrișărilor masive înregistrate în ultimii ani, sunt generate viituri cu efecte dezastruoase pe majoritatea râurilor din județ.

Datorită așezării județului în partea de SV a țării, nu departe de Marea Adriatică și la adăpostul Munților Carpați, teritoriul său se integrează *climatului* temperat –continental moderat, subtipul bănățean, cu nuanțe submediteraneene. Acesta se caracterizează prin circulația maselor de aer atlantic și prin invazia maselor de aer mediteranean, ceea ce conferă caracter moderat regimului termic, cu frecvente perioade de încălzire în timpul iernii, cu primăveri timpurii și cantități medii multianuale de precipitații relativ ridicate. Predominarea în tot cursul anului, a advecției maselor de aer umed din vest și sud vest, precum și activitatea frontală mai intensă – dau principala caracteristică climatică a Banatului. De menționat este vântul local Coșava, din zona Moldova-Nouă.

Fondul silvic ocupă 48% din suprafața totală a județului, ceea ce reprezintă 6,1% din fondul silvic național. Caracteristicile reliefului, dispunerea acestuia în trepte de la vest la est, au influențat etajarea vegetației. De la regiunea de câmpie și până la crestele munților, se succed următoarele zone de vegetație: zona stepei și silvostepii, zona pădurilor (bine reprezentată și diferențiat etajată, respectiv etajul quercineelor și etajul fagului) și zona alpină (formată din două etaje, subalpin și alpin).

Fauna este bogat reprezentată, în special în ceea ce privește fondul cinegetic. Importantă pentru tema tezei este caracteristica faunei acvatice date de faptul ca majoritatea cursurilor de apa se află în zona montană și sunt puțin afectate de poluări, astfel că viețuitoarele au mari cerinte față de oxigen și necesită temperaturi scăzute.

Învelișul de *soluri* din Caraș-Severin este în ansamblul lui zonal, având particularități pedogenetice destul de variate și complexe, ca o consecință a diferențierilor pe care le au condițiile fizico-geografice. Treptele de relief, poziția și gradul de fragmentare al acestora, categoriile de roci și depozite parentale, specificul climatic, topoclimatic, etajarea vegetației, etc. au condus la formarea atât a solurilor de tip zonal, cât și intrazonal. În general se caracterizează printr-o bună fertilitate și productivitate, cu excepția unor perimetre reduse unde terenurile sunt degradate (de exemplu, Dealul Gărgăun care domină localitatea Teregova, mici sectoare cu mlaștini și turbării, etc.).

În ceea ce privește influențele antropice, județul are o populație de 360 627 locuitori și drept reședință de județ, municipiul Reșița. Cuprinde 8 orașe, din care două sunt municipii, 69 comune și 288 sate. Economia este industrial-agrară, tradițiile cele mai importante și cunoscute peste granițele țării aparținând industriei miniere, siderurgiei, construcțiilor de mașini, exploatării lemnului, dar nu mai puțin agriculturii, turismului, etc.

Mineritul în Caraș-Severin datează din neolitic. Cele mai vechi urme de minerit apar în jurul localităților Ocna de Fier, Dognecea, Sasca, Moldova Nouă și aparțin culturii Coțofeni din perioada de tranziție de la neolitic la epoca de bronz, datată între anii 1900-1700 i.e.n. De atunci și până la începutul anilor 1990, mineritul a cunoscut o puternică dezvoltare, județul Caraș-Severin devenind un fruntaș la acest capitol, fapt susținut și de numeroasele recorduri deținute în acest domeniu (cea mai adâncă mină din România este mina Anina, cu 1107 m adâncime, cel mai mare iaz de decantare din Europa este iazul Tăușani de la Moldova Nouă, etc.). Actualmente, în județul Caraș-Severin nu mai

există mari exploatări miniere active, ci doar mici cariere locale, de valorificare a rocilor utile și ornamentale. În zona fostelor mari exploatări miniere, au fost executate sau sunt în curs de finalizare, lucrări de închidere și ecologizare.

Capitolul patru se intitulează ”*Scopul, obiectivele și metodologia de cercetare*”. Pentru urmărirea cantităților de poluanți din apele uzate evacuate de la exploătările miniere din județul Caraș-Severin, am folosit rezultatele determinărilor efectuate în decursul anilor de către laboratorul Sistemului de Gospodărire al Apelor Caraș-Severin. Acesta monitorizează parametri fizico-chimici de la toate evacuările directe în emisar de ape uzate inclusiv cele rezultate din activitatea minieră, având drept bază legală Standardul Român SR ISO 5667-10. Acesta este identic cu standardul Internațional ISO 5667-10 :1992, fiind o traducere recunoscută de ISO în limba română a textului din franceză. Condițiile de descărcare în mediul acvatic al apelor uzate, sunt stabilite de HG 352/2005, care modifică și completează HG 188/2002. În cadrul acestuia, NTPA 001/2005, stabilește valorile limită de încărcare cu poluanți a apelor uzate industriale și urbane evacuate în receptori naturali și se aplică tuturor categoriilor de efluenți proveniți sau nu din stațiile de epurare. În ceea ce privește calitatea apelor naturale, la noi în țară este în vigoare Ordinul nr. 161/2006 pentru aprobarea Normativului privind clasificarea calității apelor de suprafață în vederea stabilirii stării ecologice a corpurilor de apă. Acesta abrogă Ordinul MAPM nr. 1146/2002 pentru aprobarea Normativului privind obiectivele de referință pentru clasificarea calității apelor de suprafață și STAS-ul 4706/1988-Ape de suprafață.

Din multitudinea de indicatori de calitate ai apei a fost necesară selecția doar a câtorva, reprezentativi pentru industria minieră : indicatori generali (Ph, substanțele extractibile, suspensiile) și indicatori specifici (cationi ai metalelor grele -Ni, Cu, Zn, Fe). Studiul contaminării radioactive a bazinului hidrologic al I.M. Banat, a fost efectuat utilizându-se ca indicator, concentrația uraniului natural în apele de suprafață iar determinările au fost făcute de către laboratorul propriu al respectivei întreprinderi. Pentru toți acești indicatori s-au întocmit grafice de variație a concentrației lor în apele uzate evacuate, respectiv în apele de suprafață (pentru uranifere), pe o perioadă de aproximativ 17 ani.

Capitolul cinci, intitulat ”*Cercetări privind impactul exploătărilor de zăcăminte de combustibili minerali asupra calității apei în județul Caraș-Severin*” debutează cu prezentarea principalelor exploatări de zăcăminte de combustibili minerali care au funcționat în județ, atât în subteran cât și în carieră (șisturile bituminoase). Din toate aceste numeroase exploatări (unele cu renume mondial, cum ar fi cea de la Anina), în prezent nu mai funcționează nici una, toate fiind supuse procesului de închidere și ecologizare.

Pentru a putea înțelege mai bine chimismul acestora, este foarte importantă cunoașterea condițiilor de formare a combustibililor minerali, a tipurilor de complexe cărbunoase. Condiții de formare a cărbunilor superiori în Caraș-Severin au existat în timpul Carboniferului superior-Permianului inferior și în Liasic, când în zonă s-a instalat un climat continental, ce a favorizat formarea unei vegetații luxuriante. Gradul de încarbonizare și calitatea cărbunilor nu sunt întotdeauna

numai în funcție de vechimea formațiunilor și în raport cu gradul de tectonizare al formațiunii respective. Astfel se explică de ce cărbunii de vârstă liasică de la Anina, Rudăria și Cozla sunt în stadiul de huilă. Cărbunii din Caraș-Severin sunt de tip geosinclinal, respectiv s-au format în marele sincliniu Reșița-Moldova Nouă, fiind caracterizați de un număr mare de strate cărbunoase, rezultate în urma mișcărilor oscilatorii lente ale geosinclinalului. Vârsta acestora cuprinde un interval geologic larg, începând cu Paleozoicul și terminând cu Neogenul.

Cea mai simplă clasificare a reziduurilor provenite din extracția combustibililor minerali este cea în funcție de starea lor de agregare. Astfel, reziduurile solide sunt reprezentate prin haldele de steril. O estimare a numărului acestor halde este relativ greu de realizat, întrucât exploatarea cărbunilor în județul Caraș-Severin datează din sec. XVIII-lea. Haldele conțin fragmente din rocile în care este cantonată substanța cărbunoasă. Varietatea acestora este mare, cu precizarea că sterilul face parte din grupa rocilor sedimentare și nu eruptive sau metamorfice. Ca varietăți petrografice enumerăm : gresii silicioase, gresii calcaroase, conglomerate, microconglomerate, șisturi argiloase, șisturi cărbunoase, argile, tufuri, etc. Ciclurile succesive de îngheț-dezghet determină dezagregarea mecanică a sterilului, la dimensiuni din ce în ce mai mici, iar vântul, apele meteorice le transportă în cursurile de apă. Depunerea acestora depinde de distanța față de halda de steril, de greutatea specifică a particulelor transportate, de gradul lor de rulare. În general particulele argiloase și cărbunoase fine au dimensiuni milimetrice și submilimetrice, putând fi transportate și depuse la distanțe mari față de halda propriu-zisă. O caracteristică a haldelor provenite de la exploatarea cărbunilor este „autoaprinderea”, în compoziția haldei intrând pe lângă steril și praf de cărbune, resturi de cărbune.

Reziduurile lichide sunt reprezentate în principal prin apele de mină/carieră care însoțesc exploatarea. Compoziția chimică este variată, în funcție de condițiile locale. Impurificarea apelor provenite din minele de cărbuni se realizează cu: suspensii, săruri metalice, cloruri, sulfați, care rezultă din alterarea cărbunilor. Sunt supuse alterației în primul rând stratul de cărbune deschis la zi și apoi zonele de pătrundere a aerului, apei de-a lungul fisurilor, faliilor. Alterația începe prin adsorbția oxigenului la suprafața cărbunelui, oxidarea substanței organice, a unor incluziuni minerale cum ar fi pirita (FeS_2). Adâncimea de alterație diferă de la zăcământ la zăcământ, ajungând și până la adâncimide 90 m. Alterația schimbă și compoziția elementară a cărbunilor: conținutul de carbon raportat la masa organică scade de 1,6 ori. Prin alterare se eliberează în apele de mină sulfură. Acesta se găsește în cărbuni sub formă organică, de sulfură și de sulfat.

Reziduurile gazoase (gaze, pulberi) se eliberează în timpul exploatării cărbunilor, fiind conținute în porii și crăpăturile rocilor. Distribuția lor este zonală. Gazele de mină au diverse solubilități în apele de mină și prin intermediul acestora ajung în rețeaua hidrografică.

În continuare, pentru principalele exploatări de zăcăminte de combustibili minerali din județ, respectiv Anina, Mehadia, Cozla și cariera de șisturi Doman, s-u întocmit grafice ce urmăresc evoluția în ultimii șaptesprezece ani a concentrațiilor celor mai reprezentativi poluanți (suspensii, extractibile și pH), evacuați prin apele de mină/carieră, în receptorii naturali. Concluzia care se desprinde din

analiza acestor grafice este că în general pH-ul se încadrează în limitele reglementate de 6,5-8,5 unități pH, fapt datorat însă tamponului creat de caracterul alcalin al rocilor din peisajul geologic local. În schimb, indicatorul suspensii depășește constant concentrația maximă admisă, atingând frecvent valori foarte mari. Concentrația lor scade însă odată cu încetarea activității. În ceea ce privește variația extractibilelor, aceste se situează constant sub concentrația maximă admisă, înregistrând însă ușoare creșteri în perioadele în care se efectuează lucrări de închidere ca urmare a utilajelor folosite.

Capitolul se încheie cu prezentarea volumelor și debitelor de ape uzate evacuate de la respectivele exploatări.

În capitolul șase, denumit *”Cercetări privind impactul exploatărilor de zăcăminte metalifere asupra calității apei în județul Caraș-Severin”* sunt prezentate principalele exploatări care au funcționat, remarcându-se faptul că deși acestea au cunoscut o amplă dezvoltare (iar urme ale exploatării metaliferelor datează încă din neolitic), în prezent toate aceste mine au fost închise. Doar cariera de banatite de la Moldova Nouă se mai găsește încă în conservare. În continuare este prezentată originea și compoziția acestor zăcăminte și se tratează poluanții rezutați din exploatarea lor, în funcție de starea de agregare : solidă (haldele de steril și iazurile de decantare), lichidă (apele de mină/carieră) și gazoasă (gazele de mină, de explozie).

Pentru principalele exploatări de metalifere din județ, respectiv Bocșa, Moldova Nouă, Sasca Montană și Rușchița s-au întocmit grafice de variație pe ultimii șaptesprezece ani a concentrațiilor principalilor poluanți (suspensii, ph, extractibile, cupru, fier, zinc) evacuați prin apele uzate în receptorii de suprafață. Indicatorul care înregistrează frecvent mari depășiri ale concentrației maxime admise este tot cel de suspensii. Valorile sale scad abia odată cu încetarea activității de extracție. pH-ul se încadrează și el în general, în limitele reglementate, excepție făcând vechile iazuri de decantare de la I.M. Moldomin S.A., însă și aici, odată cu creerea iazului Tăușani și re tehnologizarea proceselor de la uzina de preparare, valorile au început să scadă, menținându-se totuși la limita superioară a intervalului (7,3-9 unități de pH). Depășiri se mai înregistrează și la cupru, în apele uzate evacuate de la iazul Tăușani dar și din sectoarele Vărad, Florimunda precum și de la Sasca –mină. Se observă că în cazul apelor de mină, valorile ridicate ale cuprului se înregistrează în perioada efectuării lucrărilor de închidere în subteran, când datorită inundării acestuia, apa spală lentilele de minereu cuprifere neexploatate încă. Extractibilele nu prezintă depășiri, fiind în general mult sub concentrația maximă admisă, ușoare creșteri înregistrându-se în perioada efectuării lucrărilor de închidere, ca urmare a utilajelor folosite. Fierul și zincul sunt elemente subordonate în cadrul exploatărilor cuprifere și de aceea se regăsesc în cantități mici în apele uzate evacuate, sub concentrațiile maxime admise. Ușoare creșteri, mergând chiar la depășirea concentrației maxime, în cazul apelor de mină evacuate de la Sasca, se înregistrează însă tot în perioadele în care s-au efectuat lucrări de închidere în subteran prin inundarea acestuia.

Și acest capitol se încheie cu prezentarea volumelor și debitelor de ape uzate evacuate în receptorii naturali, de către respectivele exploatări.

În capitolul șapte, intitulat *”Cercetări privind impactul exploatărilor de zăcăminte nemetalifere asupra calității apei în județul Caraș-Severin”* se prezintă pentru început, principalele zăcăminte de roci utile și ornamentale exploatare în județ și poluanții rezultați, care ajung să impurifice receptorii naturali. Este analizată fluctuația în ultimii zece ani a concentrației principalilor poluanți (suspensii, pH și extractibile) ce încarcă apele uzate evacuate în pârâul Padeș de la exploatarea de marmură Marmosim S.A. Rușchița, considerată a fi cea mai reprezentativă dintre puținele exploatări de roci utile și ornamentale rămase active, din județ. Indicatorul pH se încadrează în limitele reglementate, situându-se însă la limita superioară și înregistrând o depășire accidentală în 2003, de 9,94 unități pH în 2004. Suspensiile înregistrează frecvent depășiri ale concentrației maxime admise, însă valoarea acestora a scăzut mult odată cu reabilitarea decantorului, în 2002. Extractibilele se situează în general sub nivelul concentrației maxime admise, înregistrând o depășire în 2003, de 28,62 mg/l. Dar odată cu trecerea la tăierea umedă a marmurei, renunțându-se la utilizarea pânelor cu vaselină, în 2006, concentrația substanțelor extractibile scade mult. În finalul capitolului sunt prezentate volumele și debitele de ape uzate evacuate de la SC Marmosim SA Ruschița.

Un capitol special îl reprezintă capitolul opt, intitulat *”Cercetări privind impactul exploatărilor de zăcăminte uranifere asupra calității apei în județul Caraș-Severin*. Singurul poluator radioactiv din județul Caraș-Severin este Exploatarea Minieră “Banat” Oravița, unde activitatea de extracție a minereului uranifer a început în 1954 pentru ca, în final, prin HG816/1998 și HG 720/1999, minele Lișava și Ciudanovița (singurele care mai funcționau), să fie trecute în conservare, în vederea închiderii definitive. Perimetrul minier al exploatării miniere “Banat” Oravița este străbătut de cursurile râurilor Jitin (mina Ciudanovița) și Lișava (mina Lișava), afluenți de stânga ai râului Caraș.

Pentru zăcămintul uranifer exploatat în minele Ciudanovița și Lișava, elementele radioactive care impurifică apa sunt: uraniul, radiul și radonul dizolvat. În timpul procesului de exploatare, în mediu sunt introduși radioizotopi din trei familii radioactive U^{238} , U^{235} și Th^{232} , cel mai important fiind U^{238} cu produșii săi de dezintegrare : Th^{230} , Ra^{226} și Rn^{222} . Contaminarea rețelei hidrografice se face prin: evacuarea apelor de mină prin modulii de tratare (cca 2000 mc/zi apa de mina poluata radioactiv), surplusul de ape de mină nepreluate de moduli și evacuate direct în emisari și prin apele de șiroire, meteorice, care spală haldele, incintele, căile de transport ale materialului util. În capitol, se urmărește evoluția concentrației de U^{238} în zece secțiuni de control amplasate pe râurilor Caraș, Jitin și Lișava, pe parcursul anilor 1993-trim. I 2009, la interpretarea rezultatelor folosindu-se drept termen de comparație valoarea concentrației maxime admise pentru uraniu (notate în text cu CMA1), pentru apa potabilă, care este de 0,021 mg/l, conform STAS 1342/1991. Acest STAS a fost valabil până la publicarea noii legi a apei potabile nr. 458/07.2002, care a devenit funcțională din august 2002, modificată și completată de Legea 311/06.2004. Noua lege a apei potabile exprimă radioactivitatea

prin doza efectivă totală, calculată conform Cap. IV, art. 24.2(c) din HG 974/15.06 2004, iar raportarea se va face, începând cu trim. II 2002, la concentrația maximă admisă derivată (notată CMA2) de 0,1 mg/l U, mult mai permisibilă. Se observă că în cazul secțiunilor amplasate pe Jitin și Lișava, pe întreg intervalul analizat, valorile concentrațiilor de uraniu depășesc constant CMA1, însă doar în câteva cazuri se depășește atât de permisiva CMA2. De asemenea se observă că ele înregistrează creșteri după anul 2000, odată cu începerea lucrărilor de închidere a subteranului, respectiv odată cu inundarea minelor, depășindu-se pe alocuri chiar și CMA2. Acest fapt se datorează apei care spală lentilele de minereu, încărcându-se astfel radioactiv. Pe secțiunile amplasate pe râul Caraș, valorile concentrațiilor de uraniu sunt mult mai scăzute, datorită aportului mare de ape curate cu care vine acesta. Capitolul prezintă de asemenea tabelele de calcul ale dozei efective totale de U^{238} precum și graficele de variație ale acestora în perioada trim. II 2002-trim. I 2009.

Cel de-al nouălea capitol se intitulează ”*Căi de reducere a poluării miniere în județul Caraș-Severin*” și abordarea s-a făcut în funcție de stadiul în care se găsesc unitățile miniere, respectiv dacă sunt active sau în conservare și trebuie supuse programului de închidere și ecologizare. Separat este tratat cazul exploatării uranifere Banat Oravița, datorită specificului său. Și ca o ”ciudățenie”, în finalul capitolului, s-au făcut câteva cercetări menite să reliefeze faptul că lucrările de închidere și ecologizare, deși se doresc a fi un fapt benefic pentru mediu, pot deveni adevărate surse de poluare.

Teza se încheie cu un capitol de *concluzii*, formulate pe seama rezultatelor cercetărilor. Dintre acestea cea mai importantă este aceea că de-a lungul timpului activitățile miniere din județ au perturbat adesea calitatea apei receptorilor, fapt la care a contribuit și așezarea lor în secțiuni de amonte, cu debite mici și caracter torențial. Cele mai frecvente depășiri ale concentrațiilor maxime admise se înregistrează la suspensii, aceste depășiri fiind în același timp și foarte mari la majoritatea exploatărilor analizate. Odată cu reducerea activităților de extracție însă, concentrațiile de suspensii scad până la valori apropiate de concentrația maximă admisă. Depășiri s-au înregistrat și la concentrațiile de cupru, zinc precum și pH, dar ele nu au fost la fel de frecvente și nici la fel de mari ca în cazul suspensiilor. Interesant este faptul ca valorile acestor indicatori se mentin ridicate sau înregistrează chiar creșteri (extractibilele, pH –ul la mina Lupac) chiar și după încetarea activității de extracție și în timpul lucrărilor de închidere și ecologizare. Evacuările de ape de mină rezultate de la exploatările de zăcăminte neferoase și de combustibili minerali, ar trebui să prezinte un caracter acid. Existența calcarelor în peisajul geologic local, asigură însă tamponul bazic, care reglează pH-ul la valori normale. Depășiri mari se înregistrează și în cazul indicatorului uraniu, analizat la exploatările uranifere, depășiri care de asemenea cresc în câteva din secțiunile de control, în perioada de postînchidere.

În finalul tezei este expusă bibliografia care a ajutat la întocmirea acesteia.

