ROMÂNIA
MINISTERUL EDUCAŢIEI
UNIVERSITATEA „VASILE ALECSANDRI" DIN BACĂU
Calea Mărăşeşti, nr. 157, Bacău 600115
Tel. +40-234-542411, tel./fax +40-234-545753
www.ub.ro; e-mail: rector@ub.ro

TEZĂ DE DOCTORAT

Coordonator :
Prof. Dr. Ing. Dr. h.c Valentin NEDEFF
Membru corespondent: **ASAS „Gheorghe Ionescu Șișești'' București**

Doctorand:
ing. Cochiorca Alina

~Bacău 2022~

INFLUENȚA ACTIVITĂȚILOR MINIERE ASUPRA CALITĂȚII APELOR DE SUPRAFAȚĂ ȘI SUBTERANE

Mulțumiri,

Teza de doctorat a fost realizată în cadrul Școlii Doctorale a Facultății de Inginerie, din cadrul Universității „Vasile Alecsandri" din Bacău, domeniul „Ingineria Mediului".

Un prim gând de mulțumire și sinceră recunoștință doresc să îi adresez domnului **prof. univ. dr. ing. dr. h. c. Valentin Nedeff,** în calitate de coordonator științific, pentru îndrumarea, încrederea și sprijinul științific acordat de-a lungul pregătirii studiului doctoral și al elaborării tezei. Vă mulțumesc!

Țin să-mi exprim recunoștința față de domnul profesor **conf. dr. ing. Narcis Bârsan,** pentru susținerea, răbdarea, amabilitatea, sfaturile și sprijinul acordat în redactarea articolelor și elaborarea tezei.

Mulțumesc doamnei profesoare **conf. dr. ing. Mirela Panainte Lehăduș** și domnului profesor **conf. dr. ing. Emilian Moșneguțu,** pentru amabilitatea și susținerea acordată pe tot parcursul elaborării prezentei teze, precum și a timpului alocat evaluării acesteia.

Adresez mulțumiri profesorilor, membri ai comisiei de doctorat pentru timpul alocat evaluării tezei, pentru amabilitatea de a accepta să facă parte din comisie, pentru recomandările și sugestiile oferite și pentru aprecierea științifică a tezei de doctorat.

Aduc mulțumiri domnului profesor **Adriano Fiorucci**, din cadrul Universității Politehnica din Torino, Italia pentru îndrumarea, supervizarea pe perioada stagiului Erasmus și a ajutorului acordat în vederea efecturării analizelor în cadru laboratorului departamentului DIATI.

De asemenea, doresc să le mulțumesc domnilor profesori din cadrul Departamentului de Ingineria Mediului al Univesrității ,,Vasile Alecsandri''din Bacău, care au contribuit la formarea mea și pentru sprijinul oferit pe parcursul programului de doctorat.

Totodată, sunt recunoscătoare Societății Naționale a Sării S.A. Sucursala Salina Tg. Ocna, județul Bacău și domnului **ing. Ilie Ionel** pentru sprijinul și disponibilitatea acordată în realizarea studiului de caz. De asemenea doresc să-i mulțumesc doamnei **ing. Ianuș Ancuța**, pentru timpul și amabilitatea acordată.

Mulțumesc colegilor din cadrul Serviciului Fundamentare, Suport Tehnic şi Urmărire Investiţii cu Caracter Investiţional al Administraţiei Bazinale de Apă Siret, pentru susţinerea acordată.

Nu în ultimul rând, doresc să mulțumesc familiei mele și prietenilor mei, care au fost alături de mine, pentru sprijinul, susținerea și răbdarea acordată pe parcursul studiilor doctorale. Finalizarea acestei teze nu ar fi fost posibilă fără sustinerea, încrederea, răbdarea și ajutorul oferit de către familia mea.

Vă mulțumesc!

CUPRINS

R/T

1. INTRODUCERE…….. 6/7
1.1. Aspecte generale cu privire la calitatea apelor…….....6/7
1.2. Scopul şi obiectivele cercetări…….6/9
1.3. Structura tezei de doctorat..... 6/10
2. STADIUL ACTUAL CU PRIVIRE LA INFLUENȚA ACTIVITĂȚILOR MINIERE ASUPRA CALITĂŢII APELOR DE SUPRAFAŢĂ ŞI SUBTERANE.....6/11
2.1. Aspecte generale privind sursele de apă 7/11
2.1.1. Surse de apă la nivel global și continental..... 7/11
2.1.2. Surse de apă la nivel național 7/12
2.2. Evaluarea calității apelor de suprafață 7/12
2.2.1. Caracteristicile apelor din râuri și lacuri..... 7/13
2.2.2. Cercetări asupra poluării apelor de suprafață 7/13
2.3. Evaluarea calității apelor subterane..... 7/15
2.3.1. Cercetări asupra poluării apelor subterane..... 7/17
2.4. Legislația care reglementează activitățile miniere 8/20
2.4.1. Legislația în cadrul Uniunii Europene privind sectorul minier 8/20
2.4.2. Legislația națională privind sectorul minier 8/21
2.5. Concluzii referitoare la stadiul actual al cercetărilor..... 9/23
3. PROIECTAREA ŞI REALIZAREA BAZEI TEHNICE DE CERCETARE CU PRIVIRE LA INFLUENȚA CALITĂȚII APELOR DE SUPRAFAȚĂ ŞI SUBTERANE DIN ZONA MINIERĂ TG. OCNA, BACĂU.....9/24
3.1. Stabilirea metodicii de cercetare 9/24
3.2. Aspecte generale cu privire la regiunea minieră Tg. Ocna 9/25
3.2.1. Aşezare geografică..... 9/25
3.2.2. Geologia zonei..... 9/25
3.2.3. Resursele solului..... 9/26
3.2.4. Hidrologia râurilor şi a lacurilor 9/26
3.3. Aspecte generale referitoare la activitățile miniere din zona Tg. Ocna..... 10/27
3.3.1. Minele de sare..... 10/27
3.3.2. Exploatările miniere din zona Tg. Ocna 10/28
3.3.2.1. Exploatările perimetrului Fețele Târgului..... 10/29
3.3.2.2. Exploatările perimetrului Gura Slănic (Secția Sare Soluție)..... 10/31
3.3.3. Impactul activităților miniere asupra apelor 10/33
3.4. Determinarea indicatorilor de calitate analizați din zona minieră Tg. Ocna..... 10/34
3.4.1. Identificarea punctelor de prelevare 10/34
3.4.2. Prelevarea probelor de apă..... 10/34
3.4.2.1. Analiza apei de suprafață 10/35
3.4.2.2. Analiza apei subterane 11/38
3.5. Determinarea indicatorilor de calitate analizați..... 13/41
3.5.1. Determinarea pH-ului 13/41
3.5.2. Determinarea turbidității cu ajutorul turbidimetrului TURB 430 WTW..... 13/42
3.5.3. Determinarea conductivității apei cu ajutorul conductometrului Cond 3210 WTW 13/43
3.5.4. Determinarea indicatorilor de calitate ai apei cu ajutorul spectofotometrului NOVA 60A . 14/44
3.5.5. Determinarea indicatorilor de calitate ai apei cu ajutorul spectrofotometrului AA-6800 .... 14/45
3.5.6. Determinarea indicatorilor de calitate ai apei cu ajutorul metodei Metrohm 809 Titrando.. 15/46
3.5.7. Determinarea indicatorilor de calitate ai apei cu ajutorul spectofotometrului DR 3900 HACH LARGE 15/47
3.6. Prelucrarea grafică a datelor..... 15/49
3.7. Concluzii referitoare la proiectarea și realizarea bazei tehnice de cercetare..... 16/49

4. PREZENTAREA DATELOR OBȚINUTE ÎN URMA ANALIZELOR EXPERIMENTALE……...16/51
4.1. Analizarea indicatorilor de calitate pentru apele de suprafață și subterană, din zona minieră Tg. Ocna, pentru perioada 2013-2019 ..... 16/51
4.1.1. Rezultatele monitorizări indicatorilor pentru apele de suprafață 16/51
4.1.1.1. Rezultatele monitorizări indicatorilor pentru pârâul Slănic 16/51
4.1.1.2. Rezultatele monitorizări indicatorilor pentru râul Trotuș 17/59
4.1.1.3. Analiza calității apei din lacul "Groapa Burlacu" pentru perioada 1983 – 2017 ..... 19/67
4.1.2.Rezultatele monitorizării indicatorilor pentru apele subterane……...21/73
4.1.2.1. Rezultatele monitorizări indicatorilor pentru sondele de foraj..... 21/73
4.1.3. Concluzii referitoare la analiza indicatorilor de calitate ai apei de suprafaţă şi subterană ... 22/83
4.2. Rezultate obținute în urma analizării apelor subterane și de suprafață determinate în cadrul laboratorului de analiză a apei al Universității ,,Vasile Alecsandri" din Bacău pentru perioada 2018 – 2019.....22/84
4.2.1. Rezultatele obținute în urma analizării apei în anul 2018..... 22/85
4.2.1.1. Rezultatele monitorizări indicatorilor pentru apele de suprafață ale pârâului Slănic, pârâului Vâlcele, râul Trotuş şi lacul ,,Groapa Burlacu'' 23/86
4.2.1.2. Rezultatele monitorizări indicatorilor pentru apele subterane (sonde de foraj și fântână). 24/92
4.2.1.3. Concluzii referitoare la analiza apei în anul 2018..... 24/96
4.2.2. Date obținute în urma analizării indicatorilor apei în anul 2019 ..... 25/96
4.2.2.1.Concluzii referitoare la analiza apei în anul 2019..... 26/104
4.3. Rezultate obținute în urma analizării probelor de apă în cadrul laboratorului de cercetare hidrogeologică din cadrul departamentului DIATI, aparținând Universitații Politehnice din Torino, Italia.....26/104
4.3.1. Concluzii referitoare la analiza apei determinate în cadrul Laboratorului de Cercetare Hidrogeologică din cadrul departamentului DIATI, aparținând Universității Politehnice din Torino, Italia.....28/115
4.4. Concluzii referitoare la interpretarea datelor..... 28/115
5. CONCLUZII GENERALE 31/147
BIBLIOGRAFIE.....35/154

1. INTRODUCERE

Pentru o dezvoltare cât mai durabilă, calitatea apei necesită o atenţie deosebită deoarece are un impact semnificativ asupra ecosistemelor, animalelor şi sănătăţii umane. O dată cu evoluţia societăţii, calitatea apei va deveni principala problemă cu care se va confrunta omenirea, astfel ajungându-se la limitarea resurselor de apă la nivel mondial datorită poluării cauzate de activităţile agricole şi industriale [3 - 5, 29].

1.1. Aspecte generale cu privire la calitatea apelor

Calitatea apei are drept scop identificarea cerinței de utilizare a acesteia respectiv, atât în scopuri domestice cât și în scopuri industriale și prezintă o importanță deosebită pentru oameni și mediu. Pe lângă factorul uman, care are un impact major asupra calității apelor de suprafață și subterană, mai sunt și factorii naturali [9, 13, 17, 73].

Odată cu intrarea în Uniunea Europeană, România a trebuit să adopte o serie de Directive Cadru pentru Apă.

În România aplicarea Directivei cadru 2000/60/CE se realizează prin Legea Apelor nr. 107/1996 cu modificările și completările ulterioare Legi nr. 122 din 10 iulie 2020 pentru modificarea şi completarea Legii apelor nr. 107/1996 [90].

1.2. Scopul și obiectivele cercetării

Scopul prezentei lucrări de doctorat constă în analiza și stabilirea unor corelații intre indicatorii de calitate ai apelor subterane şi de suprafaţă din Bazinul Hidrografic Siret (râul Trotuș, pârâul Slănic, pârâul Vâlcele, fântânii și foraje) aflate în apropierea zonei miniere (Mina de sare Târgu Ocna, județul Bacău).

Obiectivele cercetării s-au axat pe studierea calității apelor subterane şi de suprafaţă din apropirea minei de sare de la Târgu Ocna, Bacău.

1.3. Structura tezei de doctorat

Prezenta teză este structurată în 5 capitole, conţine un număr de 168 pagini, 125 figuri şi 36 tabele. În continuare sunt prezentate pe scurt fiecare capitol din cadrul tezei de doctorat.

În Capitolului 1 sunt prezentate: importanţa calităţii apei, scopul cercetării, obiectivele cercetării şi descrierea pe scurt a planului tezei de doctorat.

Capitolul 2 cuprinde stadiul actual cu privire la evaluarea calităţii apelor de suprafaţă şi subterană aflate în apropierea zonei miniere. În acest capitol mai sunt prezentate sursele şi cerintele de apă, impactul activităţilor miniere asupra apelor şi legislaţia în domeniu cu privire la activităţile miniere.

În Capitolul 3 a fost prezentată o descriere a zonei studiate (istoricul zonei, relieful, clima, geologia, hidrologia zonei, resursele de apă), identificarea punctelor de prelevare (delimitarea zonei, prelevarea probelor, determinarea parametrilor fizico-chimici), aparatura utilizată pentru determinarea parametrilor, softurile utilizate în prelucrarea datelor, metodologia de analiză a probelor prelevate.

Capitolul 4 cuprinde rezultatele experimentale obţinute privind determinările indicatorilor şi a valorilor parametrilor fizico - chimici ai apei și interpretarea rezultatelor.

Capitolul 5 prezintă concluziile tezei de doctorat privind realizarea obiectivelor, indicarea articolelor publicare şi prezentările la conferinţe.

2. STADIUL ACTUAL CU PRIVIRE LA INFLUENȚA ACTIVITĂȚILOR MINIERE ASUPRA CALITĂŢII APELOR DE SUPRAFAŢĂ ŞI SUBTERANE

Calitatea apei are drept scop identificarea cerinței de utilizare a acesteia, respectiv atât în scopuri domestice cât și în industrie [17, 71-73].

2.1. Aspecte generale privind sursele de apă

Calitatea apei poate fi afectată de temperatură și este puternic legată de caracteristicile schimbăriilor climatice la nivel global și de o creștere a temperaturii aerului. Studiile arată că temperatura apei răspunde la creșterea temperaturii aerului, cu o tendință de încălzire. Substanțele poluante din lacuri și rezervoare sunt influențate de creșterea rapidă a proceselor chimice și biochimice, epuizarea oxigenului dizolvat și ajung să distrugă stratificarea termică [7].

2.1.1. Surse de apă la nivel global și continental

Cu ajutorul metodelor moderne de estimare a cantităților de apă la nivel global s-a constatat că hidrosfera conține 1.386 milioane m^3 de apă [43, 57].

Cu toate acestea 97% reprezintă apa sărată și doar 3% apă dulce. Cea mai mare parte din apa dulce este sub formă de [19, 42]:

- 68,7% gheață și zăpadă;
- 30,1% reprezintă apele subterane;
- 0,9% cantitatea de apă din sol;
- 0,3% râuri și lacuri.

2.1.2. Surse de apă la nivel național

România dispune de 40,6 km^3 resurse de apă dulce, adică un volum de 1765 m^3/locuitor. România deține următoarele resurse de apă dulce [43, 76]:

- râuri interioare, care reprezintă 42.109 m^3/an, din care tehnic utilizabili sunt 25.109 m^3/an;
- Dunărea la intrarea pe teritoriul României 170.109 m^3/an, jumătate revenind României, din care doar circa 30.109 m^3/an sunt tehnic utilizabili;
- ape subterane 11.109 m^3/an, din care 6.109 m^3/an sunt tehnic utilizabili.

2.2. Evaluarea calității apelor de suprafață

Indicatorii de calitate ai apelor de suprafață cu legătură directă cu poluarea acestora rezultată din activitățile industriale sunt: oxigen dizolvat, reziduu fix, cloruri, sulfaţi, calciu, magneziu, sodiu, fier total, mangan total, amoniu, azotiţi, azotaţi, zinc, cupru, crom total, arsen, plumb, cadmiu, mercur, nichel [49].

2.2.1. Caracteristicile apelor din râuri și lacuri

Cursurile de apă sunt caracterizate, în general, printr-o mineralizare mai scăzută, suma sărurilor minerale dizolvate fiind sub 400 mg/L. Aceste săruri sunt formate din cloruri și sulfați de sodiu, potasiu, calciu și magneziu. Duritatea totală este, în general, sub 15 grade Germane [47, 74].

2.2.2. Cercetări asupra poluării apelor de suprafață

De-a lungul timpului numeroși cercetători au realizat studii cu privire la calitatea apei de suprafață și a poluării acesteia. De exemplu Ioana Pișteа și colaboratorii săi (anul 2014), în cadrul studiului și-au propus să realizeze o analiză cu privire la influențele antropice asupra calității apelor de suprafață. În studiul realizat, autori au monitorizat parametrii fizico-chimici din cadrul a 130 de probe de apă de suprafață de pe diverse situri din râul Crișul Repede pe o durată de timp de 10 luni. Din studiul realizat s-a constat că, calitatea apei râului Crișul Repede este bună și activitățile antropice nu au un impact semnificativ asupra calității apei râurilor [28].

2.3. Evaluarea calității apelor subterane

Apele subterane sunt caracterizate, în general, printr-o mineralizare mai ridicată, conținutul în săruri minerale dizolvate fiind peste 400 mg/L și format, în principal, din cloruri și sulfați de sodiu, potasiu, calciu și magneziu. Duritatea totală este cuprinsă între 10 ÷ 20 grade Germane [43].

În funcție de compoziția mineralogică a zonelor străbătute, unele surse subterane conțin cantități însemnate de fier, mangan, hidrogen sulfurat și sulfuri, compuși ai azotatului [10, 43].

2.3.1. Cercetări asupra poluării apelor subterane

Un studiu referitor la analiza impactul activităților miniere din trecut asupra apelor subterane aflate în zona Lavrio a fost realizat în Grecia de către Georgios Stamatis împreună cu colaboratorii

săi. Metoda utilizată pentru determinarea cationilor de către Georgios Stamatis şi colaboratorii săi a fost absorbția atomică (GBS 908AA), iar a anionilor metoda de determinare a fost cu ajutorul spectrofotometrului Hack DR/3000 iar în vederea titrării metoda utilizată a fost Titriplex – Losung A. Rezultatele experimentale în cadrul studiului indică faptul că prezența metalelor grele din probele analizate sunt ridicate. Un exemplu fiind concentrațiile de plumb şi cadmiu care depășesc limitele superioare a apelor potabile. O concluzie generală asupra studiului, indică faptul că activitățile miniere desfășurate au contribuit la poluarea apelor subterane şi reprezintă un risc ridicat asupra mediului [20].

2.4. Legislația care reglementează activitățile miniere

2.4.1. Legislația în cadrul Uniunii Europene privind sectorul minier

Cu privire la sectorul minier, în cadrul Uniunii Europene există legislații referitoare la diferite sectoare ale economiei (tabelul 2), care pot fi aplicate şi sectorului minier.

Tabelul 2

Legislația UE relevantă privind sectorul minier[114-119].

Legislație	Probleme cheie
Protecția apelor subterane împotriva deteriorării şi a poluării (Directiva 2006/118/CE)	-scopul prezentei directive stabileste o serie de masuri specific cu privire la prevenirea şi controlul poluării apelor subterane. Aceste masuri include în special: criterii pentru evaluarea stării chimice bune a apelor subterane şi criterii pentru identificarea şi inversarea tendințelor ascendente semnificative şi durabile; - completează dispozițiile destinate să prevină sau să limiteze evacuările de poluanți în apele subterane; - propune să prevină deteriorarea stării tuturor corpurilor de apă subterană.
Deversarea substanţelor periculoase în apă (Directiva 76/464/EEC)	-determină valorile limită pentru emisii, standardele de calitate şi programele de reducere a emisiilor în Comunitatea Europeană; -nu se adresează poluării accidentale;

2.4.2. Legislația națională privind sectorul minier

În României, sectorul minier suferă diferite modificări cu privire la structura de proprietate, sistemul legislativ şi asupra obiectivelor sociale şi comerciale (tabelul 3) [93-111].

Tabelul 3

Legislația națională privind sectorul minier[95-113].

Legislație	Probleme cheie
Legea Minelor 61/1998	- reglementează toate activităţile miniere în România; - are ca obiectiv stimularea investiţiilor în domeniul resurselor minerale şi asigurarea administrări transparente a activităţilor miniere; - atenţia principală a legii este îndreptată asupra administrării activităţilor de explorare şi exploatare pentru dezvoltarea resurselor miniere din ţară;
Legea minelor nr. 85/2003 actualizată	- prezenta lege reglementează desfăşurarea activităţilor miniere în România, stimulând valorificarea resurselor minerale, proprietate publică a statului; - legea asigură maximă transparenţă activităţilor miniere şi concurenţă loială, fără discriminare între formele de proprietate, originea capitalului şi naţionalitatea operatorilor;
HG nr. 816/1998	- privind conservarea şi închiderea definitive a unor mine şi cariere;

2.5. Concluzii referitoare la stadiul actual al cercetărilor

În cadrul stadiului actual al cercetării au fost prezentate diferite abordări privind analiza calității apelor de suprafață și subterane.

Numeroase metode de analiză a apelor au fost realizate de diferiți cercetători pentru identificarea unor indicatori prezenți în apele de suprafață cât și în cele subterane. Metodele experimentale utilizate de către acești cercetători pot indica cu exactitate valoarea concentrației indicatorului analizat.

3. PROIECTAREA ȘI REALIZAREA BAZEI TEHNICE DE CERCETARE CU PRIVIRE LA INFLUENȚA CALITĂȚII APELOR DE SUPRAFAȚĂ ȘI SUBTERANE DIN ZONA MINIERĂ TG. OCNA, BACĂU

În proiectarea bazei tehnice de cercetare s-a realizat o documentare, identificare, delimitare și descriere a zonei de cercetare precum și de intocmire a hărților cu zonele studiate.

Pe lângă acestea au fost stabiliți indicatorii de calitate, tehnicile de lucru utilizate în cercetare și stabilirea corelațiilor între rezultatele obținute și normativele din domeniu.

3.1. Stabilirea metodicii de cercetare

Studiul cu privire la „Influența activităților miniere asupra calității apelor de suprafață și subterane'', s-a axat asupra analizei apelor aflate în apropierea Minei de sare Tg. Ocna (sare gemă și sare soluție).

Cu privire la Mina de sare din Tg. Ocna, probele de apă au fost colectate din patru surse de apă de suprafață și anume din amonte și aval din cadrul pârâului Slănic, râului Trotuș, pârâului Vâlcele și „Groapa Burlacu'' formată în urma surpării terenului. Probele din cadrul apei subterană au fost colectate din trei sonde de foraj (F11, F16 și F17) și din fântânile din apropierea zonei miniere.

Analizele au fost realizate în Laboratorul de Cercetări Hidrogeologice din cadrul Departamentului DIATI al Politehnicii din Torino, în cadrul Laboratorului de analiză a apei din Universitatea „Vasile Alecsandri" din Bacău și Laboratorului Regional de Calitatea Apei – Bacău, România (Administrația Bazinală de Apă Siret).

Rezultatele analizelor efectuate în cadrul Laboratorul de Cercetări Hidrogeologice al Departamentului DIATI al Universității Politehnice din Torino cât și în cadrul laboratorului de analiză a apei din Universitatea „Vasile Alecsandri" din Bacău au fost comparate cu valorile limită admise și clasele de calitate conform legislației Române pentru apele de suprafață și apele subterane.

3.2. Aspecte generale cu privire la regiunea minieră Tg. Ocna

3.2.1. Așezare geografică

Orașul Târgu Ocna este situat în SV județului Bacău (figura 1), într-o zonă depresionară, la contactul dintre munți și dealuri, pe cursul mijlociu al râului Trotuș [59, 61].

3.2.2. Geologia zonei

De la V către E se succed unitatea flișului carpatic și zona neogenă subcarpatică, culoarul Trotușului și Vâlcica delimitând cele două unități, fiecare ocupând cam jumătate din teritoriul orașului [59, 61].

3.2.3. Resursele solului

Contactul dintre flișul carpatic și formațiunile subcarpatice, se caracterizează printr-o diversitate de resurse ale subsolului: sare gemă și săruri de potasiu, petrol, izvoare minerale, materiale de construcții [59, 61].

Cele mai importante resurse ale zonei sunt cele de sare gemă reprezentate prin două masive de sare separate de cursul Trotușului [59, 61].

3.2.4. Hidrologia râurilor și a lacurilor

Râul Trotuș traversează orașul pe o distanță de 7 km, de la V la E. După ieșirea din defileul de la Cireșoaia, Trotușul primește ca afluenți pârâul Slănic, pe dreapta, și pârâul Vâlcele, pe stânga [59, 61].

3.3. Aspecte generale referitoare la activitățile miniere din zona Tg. Ocna

3.3.1. Minele de sare

Primele metode de exploatare a sării sub formă de saramură au fost acelea ale dezvoltării statice. Această metodă a fost folosită în ţara noastră din anul 1896 la salina Ocna Mureş.

În România sonde active subterane pentru extracţia sării sunt numai la mina Cacica. Deţinem cinci mine de sare gema de unde se extrage sarea prin sonde [77].

3.3.2. Exploatările miniere din zona Tg. Ocna

Exploatarea sării din cadrul minei de la Tg. Ocna între anii 1870 - 1941 s-a realizat manual descendent în patru camere trapezoidale dispuse în jurul unui pilier central. Montarea liniilor de cale ferată îngustă s-a realizat în anul 1931, unde sarea era încărcată în vagoane de către muncitori cu lopata și transportată până la puțul de extracție. Pe parcursul aceluiași an (1931) se trece la sistemul de lucru cu o singură treaptă, unde se forau găuri [61].

3.3.2.1. Exploatările perimetrului Fețele Târgului

Din punct de vedere administrativ, zăcământul este situat în perimetrul oraşului Târgu Ocna, judeţul Bacău, pe cursul inferior al pârâului Vâlcele (figura 3). Relieful predominant al perimetrului reprezintă o zonă de tranziție între culmile muntoase ale Carpaților situate la vest şi zonele joase situate la est [61].

3.3.2.2. Exploatările perimetrului Gura Slănic (Secția Sare Soluție)

Zăcământul de sare gemă Gura Slănic este situat în zona sud-vestică a oraşului Târgu Ocna, la sud de confluența pârâului Slănic cu râul Trotuș (figura 4) [61].

3.3.3. Impactul activităților miniere asupra apelor

Condițiile specifice de zăcământ influențează mediul înconjurător după cum urmează [80]:

- degradarea unor mari suprafețe de teren pentru activitatea de exploatare, haldere şi depozitarea substanțelor minerale utile;
- producerea unor mari și variate cantități de reziduuri poluante cu nocivități diferite, ca urmare a diversității zăcămintelor exploatate;
- eliminarea de noxe cu influențe negative asupra atmosferei, florei şi faunei din zonă;
- poluarea chimică a solului, care poate afecta pentru mulți ani proprietățile fertile ale acestuia;
- poluarea cursurilor de apă din regiunea exploatărilor miniere, cu o gravitate deosebită din cauza debitului mic a lungimii reduse a râurilor, care fac ineficientă diluarea nocivităților și regenerarea naturală a apelor.

3.4. Determinarea indicatorilor de calitate analizați din zona minieră Tg. Ocna

3.4.1. Identificarea punctelor de prelevare

Studiul cu privire la „Impactul activităților miniere asupra calității apelor de suprafață şi subterasne'', sa axa asupra analizei apelor de suprafață şi subterane aflate în apropierea Minei de sare Tg. Ocna (sare gemă și sare soluție).

3.4.2. Prelevarea probelor de apă

Pentru identificarea probelor prelevate, etichetarea acestora a fost realizată astfel: cu privire la probele colectate din apa de suprafață acestea au fost notate cu RSU (Pârâul Slănic Amonte), RSD (Pârâul Slănic Aval), RTU (Râul Trotuș Amonte), RTD (Râul Trotuș Aval), RVU (Pârâul Vâlcele Amonte), RVD (Pârâul Vâlcele Aval) și LG (Lacul „Groapa Burlacu'').

În cea ce privesc probele din cadrul apei subterane acestea au fost notate cu F11 (sonda de foraj 11), F16 (sonda de foraj 16), F17 (sonda de foraj 17) și F (fântână publică).

3.4.2.1. Analiza apei de suprafață

Pentru monitorizarea apei de suprafață au fost localizate câte 2 puncte de prelevare a apei din cadrul pârâului Slănic, râului Trotuş şi pârâul Vâlcele. Prelevarea probelor s-a realizat în amonte şi

aval de câmpul de sonde pentru pârâul Slănic (figura 5), amonte și aval de confluența cu pârâul Slănic pentru râul Trotuș (figura 5) și amonte și aval de mina de sare pentru pârâul Vâlcele (figura 5).

În cea ce privește „Groapa Burcalu'' (lac format în urma exploatărilor miniere), prelevarea probelor a fost realizată în patru puncte din cadrul acesteia (figura 5). Probele colectate au fost amestecate şi au fost transformate într-o singură probă.

Probele analizate au fost comparate cu clasele de calitate pentru apele de suprafață din România conform Ordinului nr. 161 din 1 februarie 2006 pentru aprobarea Normativului privind clasificarea calității apelor de suprafață în vederea stabilirii stării ecologice a corpurilor de apă. Încadrarea indicatorilor fizico-chimici în clasele de calitate din apa de suprafață sunt prezentate în tabelul 4.

Tabelul 4

Încadrarea indicatorilor de calitate în clasele de calitate [112].

Nr.	Indicatori de calitate	UM	Clase de calitate			
			I	II	III	IV
1.	pH		6,5 – 8,5			
2.	Oxigen dizolvat	mg/L	9	7	5	4
3.	Temperatura		Nu se normează			
4.	Conductivitatea	µS/cm				
5.	Amoniu NH_4	mg/L	0,4	0,8	1,2	3,2
6.	Azotiți NO_2	mg/L	0,01	0,03	0,06	0,3
7.	Azotați NO_3	mg/L	1	3	5,6	11,2
8.	Cloruri Cl	mg/L	25	50	250	300
9.	Sulfați SO_4	mg/L	60	120	250	300
10.	Magneziu Mg	mg/L	12	50	100	200
11.	Sodiu Na	mg/L	25	50	100	200
12.	Crom Cr	g/L	25	50	100	250
13.	Cupru Cu	g/L	20	30	50	100
14.	Zinc Zn	g/L	100	200	500	-
15.	Plumb Pb	g/L	5	10	25	50
16.	Fier Fe	mg/L	0,3	0,5	1,0	2
17	Mangan Mn	mg/L	0,05	0,1	0,3	1
18.	Nichel Ni	g/L	10	25	50	100

3.4.2.2. Analiza apei subterane

Cu privire la monitorizarea apei subterane au fost stabilite câte 3 puncte de prelevare a apei din cadrul a trei foraje de hidroobservație (figura 7): F11 (sondă de foraj), F16 (sondă de foraj), F17 (sondă de foraj).

În cea ce privește al 4 - lea punct (figura 7), prelevarea a fost realizată din cadrul unei fântâni publice.

Probele analizate au fost comparate cu valorile de prag pentru apele subterane din România conform Ordinului nr. 621 din 7 iulie 2014. Valorile de prag pentru apele subterane din zona studiată este ROSI03 și sunt prezentate în tabelul 5.

Tabelul 5

Valorile de prag admise pentru apele subterane din România [113].

Corp de apă subterană	NH_4 mg/L	Cl mg/L	SO_4 mg/L	NO_2 mg/L	PO_4 mg/L	Cr mg/L	Ni mg/L	Cu mg/L	Zn mg/L	Cd mg/L	Hg mg/L	Pb mg/L	As mg/L
ROSI01	0,5	250	250	0,5	0,5	0,05	0,02	0,1	5,0	0,005	0,001	0,01	0,01
ROSI02	0,5	250	250	0,5	0,5	0,05	0,02	0,1	5,0	0,005		0,01	
ROSI03	1,8	250	250	0,5	0,5	0,05	0,02	0,1	5,0	0,005	0,001	0,01	0,01
ROSI04	0,5	250	250	0,5	0,5	0,05	0,02	0,1	5,0	0,005		0,01	
ROSI05	1,2	860	370	0,5	0,5	0,05	0,02	0,1	5,0	0,005	0,001	0,01	
ROSI06	0,9	250	250	0,5									

3.5. Determinarea indicatorilor de calitate analizați

Pentru analiza cantității parametrilor fizico-chimici din probele de apă din cadrul zonelor studiate, au fost necesare o serie de echipamente pentru monitorizarea in-situ și ex-situ.

3.5.1. Determinarea pH-ului

În cadrul Laboratorului de Analiză a Apei din Universitatea ,,Vasile Alecsandri'' Bacău, pentru determinarea pH-ului s-a folosit aparatul WTW model ProfiLine 3210.



Fig.7. pH-metru WTW 3210.

3.5.2. Determinarea turbidității cu ajutorul turbidimetrului TURB 430 WTW

Un parametru important al calității apei este turbiditatea care este măsurată în Unități Nefelometrice de Turbiditate (NTU) sau în Unități de Turbiditate Jackson (JTU) [45, 83].



Fig.8. Turbidimetrul TURB 430 WTW.

3.5.3. Determinarea conductivității apei cu ajutorul conductometrului Cond 3210 WTW

Prin măsurarea conductivității electrice a apei (figura 9) se poate aprecia, cu suficientă precizie, conținutul apei în substanțe minerale și mineralizarea totală [62].



Fig.9. Conductometru Cond 3210 WTW.

3.5.4. Determinarea indicatorilor de calitate ai apei cu ajutorul spectofotometrului NOVA 60A

Spectofotometrul NOVA 60A (figura 10) este utilizat pentru analizarea substanțelor în apă și soluții apoase folosind celule rotunde sau celule rectangulare. Acesta poate fi folosit atât pentru apele de suprafață, apele subterane cât și pentru apele uzate. Aparatul deține peste 120 de kituri de testare și conține o gamă largă de mărurători [82, 84].

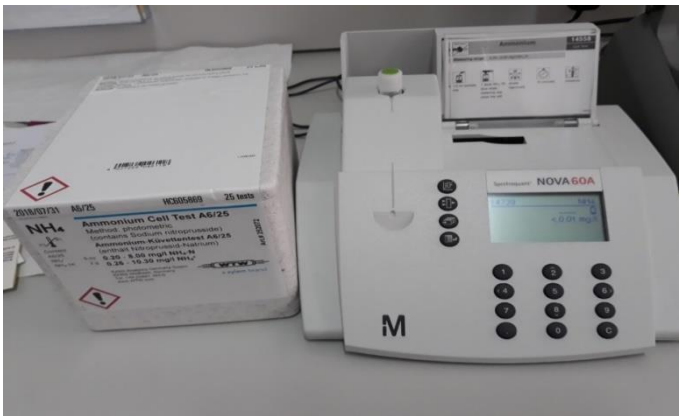
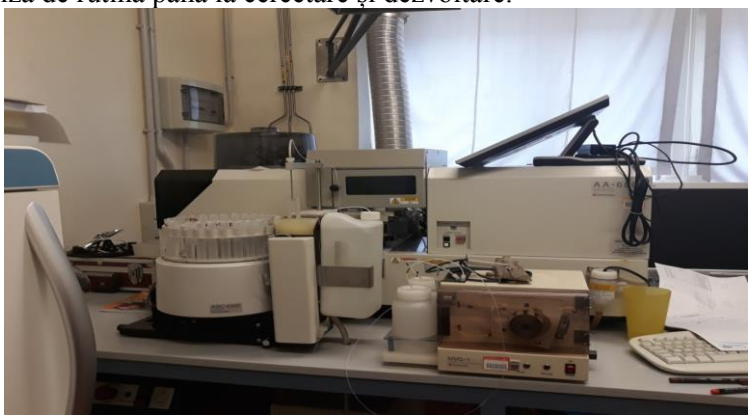


Fig.10. Spectofotometru NOVA 60A.

3.5.5. Determinarea indicatorilor de calitate ai apei cu ajutorul spectrofotometrului AA-6800

Spectrofotometrul AA-6800 (figura 11) cu absorbție atomică poate îndeplini mai multe sarcini și anume de la analiza de rutină până la cercetare și dezvoltare.


Fig.11.Spectrofotometru AA-6800 cu absorbție atomică.

3.5.6. Determinarea indicatorilor de calitate ai apei cu ajutorul metodei Metrohm 809 Titrando

Metrohm 809 (figura 12) a fost dezvoltat pentru cerințele exacte de titrare și este capabilă de a efectua toate tipurile de titrare comune. Acesta poate fi folosit fie independent, fie integrat într-o rețea de bază [87, 88].

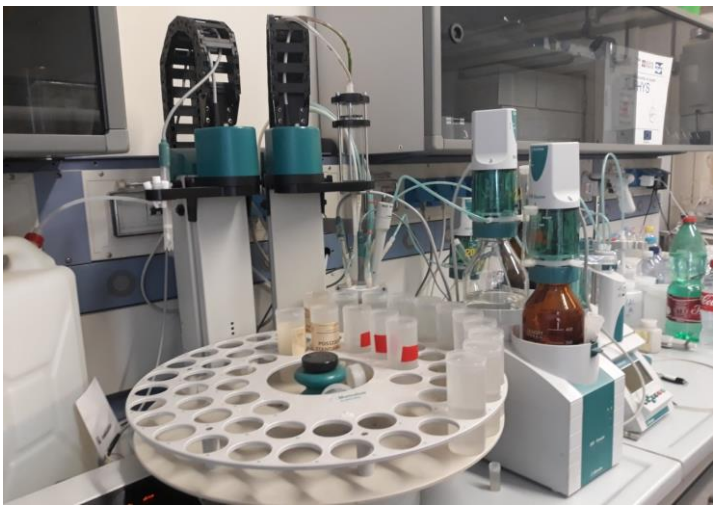


Fig.12.Metrohm 809 Titrando.

3.5.7. Determinarea indicatorilor de calitate ai apei cu ajutorul spectofotometrului DR 3900 HACH LARGE

Dispozitivul DR 3900 (figura 13) este un spectrofotometru VIS cu un interval de lungime de undă de 320 până la 1.100 nm. Spectrofotometrul conține un set de programe de aplicații și acceptă mai multe limbi [37].



Fig.13. Spectrofotometrul DR 3900.

3.6. Prelucrarea grafică a datelor

OriginPro

OriginPro este un soft de analiză a datelor, prezentarea rezultatelor și personalizarea datelor de import, analiză, grafică și raportare a datelor (figura 14) [81].

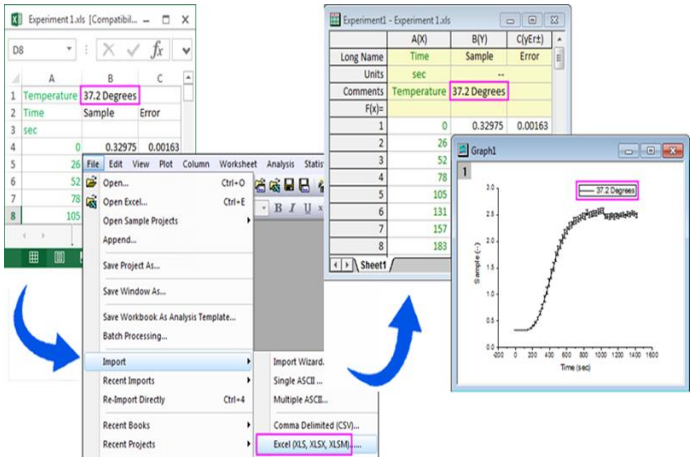


Fig.14. Caracteristicile softu-lui OriginPro [82].

3.7. Concluzii referitoare la proiectarea și realizarea bazei tehnice de cercetare

În cadrul capitolului mai sus prezentat, metodele de lucru cu privire la analiza probelor de apă sunt:

- metoda de lucru pentru determinare pH-ului;
- metoda de lucru pentru determinare turbidității;
- metoda de lucru pentru determinare conductivității electrice;
- metoda de lucru pentru determinare indicatorilor de calitate (Ca, Mg, Na, Pb, Cl, SO_4, NH_4, NO_2, NO_3, Cr, Cu, Ni, Fe, Zn, Mn, Co, Cd, Al).

4. PREZENTAREA DATELOR OBȚINUTE ÎN URMA ANALIZELOR EXPERIMENTALE

4.1. Analizarea indicatorilor de calitate pentru apele de suprafață și subterană, din zona minieră Tg. Ocna, pentru perioada 2013-2019

Studiul a fost realizat pe o durată de 7 ani (din anul 2013 – până în anul 2019), iar datele au fost furnizate de către Societatea Națională a Sării S.A., Sucursala Salina Tg.Ocna, Bacău.

4.1.1. Rezultatele monitorizări indicatorilor pentru apele de suprafață

4.1.1.1. Rezultatele monitorizări indicatorilor pentru pârâul Slănic

În anul 2013 au fost efectuate trei prelevări pentru determinarea indicatorilor de calitate, în diferite anotimpuri ale anului din cadrul pârâului Slănic (figura 15).

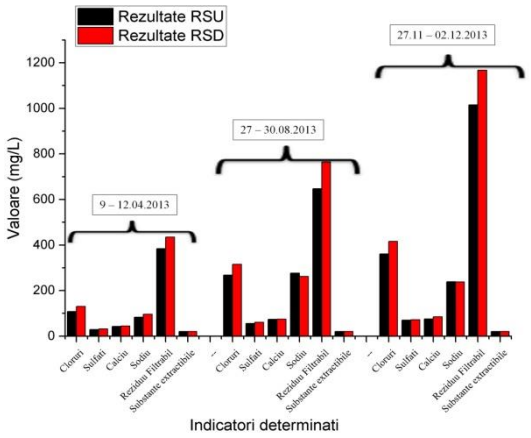


Fig.15. Valorile indicatorilor analizați pentru anul 2013.

În urma interpretării datelor, rezultatele au arătat că valoarea cea mai ridicată în cele trei perioade ale anului 2013 pentrul pârâul Slănic (figura 15) cu privire la indicatorii analizați este rezuduul filtrabil în aval. Cantitate de cloruri în cele trei perioade este mai mare în aval, iar în amonte în luna august cantitatea de sodiu este mai ridicată.

În tabelul 7 sunt prezentate rezultatele analizalor indicatorilor monitorizați pentru pârâul Slănic din anul 2014.

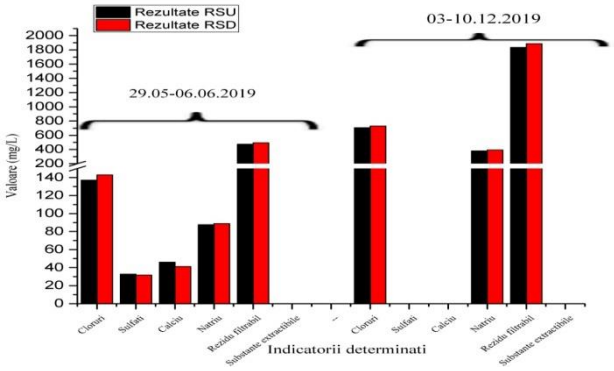


Fig.21. Valorile indicatorilor analizați pentru anul 2019.

În anul 2019, rezultatele înregistrate indică aproximativ aceleaşi valori ca în anul 2018 (figura 21). Determinarea sulfaților şi calciului în a doua perioadă de monitorizare a anului 2019 nu au fost efectuate. Valoarea substanțelor extractibile a înregistrat o cantitate mai mică decât limita de cuantificare a metodei sau de aplicare a standardului.

Cele mai ridicate valori se înregistrează în aval pentru ambele perioade, excepție facând cantitatea de calciu din prima perioadă a anului 2019 (29.05-06.06.2019).

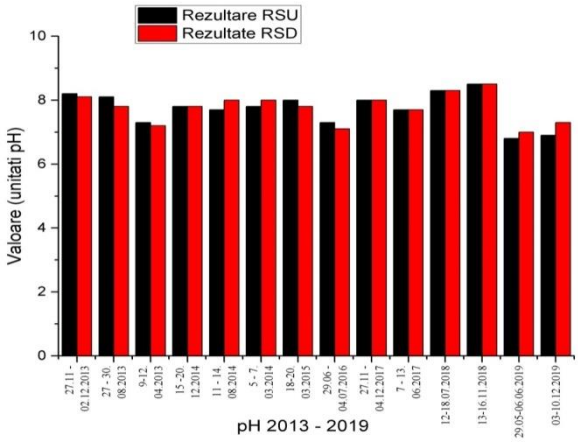


Fig.22. Valorile pH-ului pentru anii 2013-2019 pentru pârâul Slănic.

Cea mai mare valoare a pH-ului (figura 22), cu privire la pârâul Slănic în amonte este în anul 2018 în perioada 13-16.11.2018 şi în anul 2013 (pH 8,1 pentru anul 2013 şi anul 2018 cu un pH de 8,5), iar în aval valoarea cea mai ridicată a pH-ului este în anul 2018 (13-16.11.2018).

4.1.1.2. Rezultatele monitorizări indicatorilor pentru râul Trotuș

Din cadrul râului Trotuș pentru anul 2013 (figura 23) probele au fost prelevate în aceeași perioadă ca și pentru pârâul Slănic.

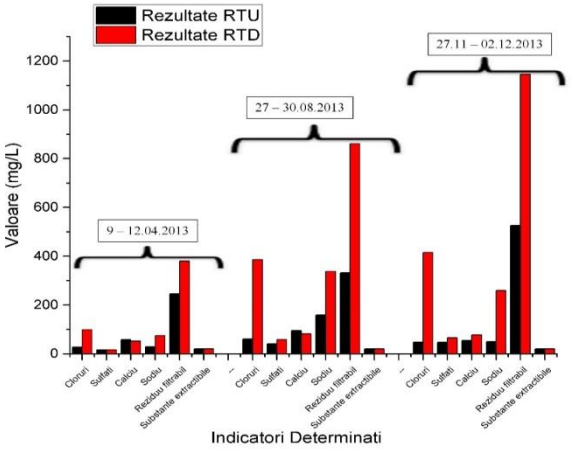


Fig.23. Valorile indicatorilor analizați pentru anul 2013.

Pentru râul Trotuș în perioada 9-14.04.2013, cantitățile de cloruri, sulfați, calciu, sodiu și a substanțelor extractibile, sunt mai mici în amonte față de celelalte perioade ale anului.

Concentrația cea mai ridicată în aval pentru toate cele trei perioade este cea a substanțelor extractibile.

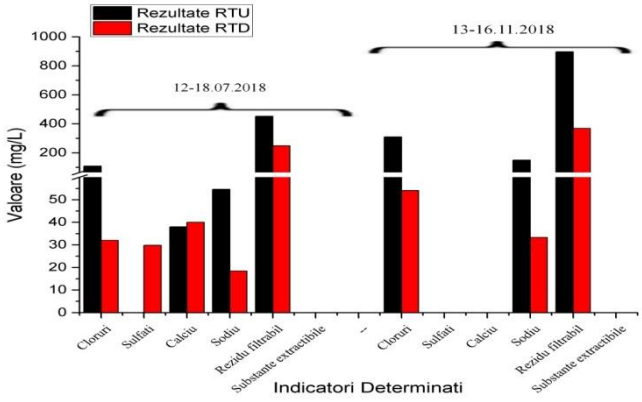


Fig.28. Valorile indicatorilor analizați în anul 2018.

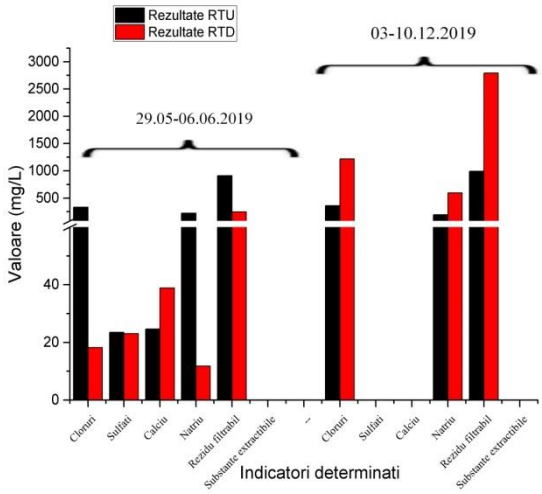


Fig.29. Valorile indicatorilor analizați în anul 2019.

Pentru anul 2018 (figura 28) și anul 2019 (figura 29), din cadrul râului Trotus indicatorii au fost analizați în doua perioade. În urma analizelor realizate rezultă că, reziduul filtrabil este mai mare în amonte pentru anul 2018 și în prima perioada a anului 2019. În a doua perioadă a anului 2019, valoarea reziduului filtrabil este mai ridicată în aval.

Atât în anul 2018 cât și în anul 2019 pentru a doua perioadă de monitorizare sulfații și calciul nu au fost determinați, iar valoarea substanțelor extractibile este mai mică decât limita de cuantificare a metodei sau de aplicabilitate a standardului. Pentru prima perioadă a anului 2018, cantitatea de sulfați a înregistrat valoarea zero în urma analizelor realizate.

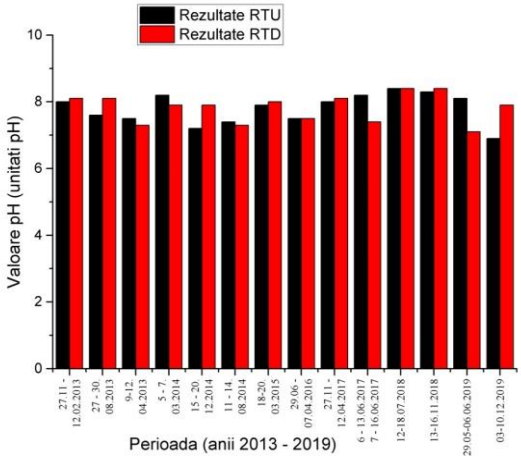


Fig.30. Valorile pH-ului pentru anii 2013-2019 pentru Râul Trotuș.

Cele mai mari valori ale pH-ului pentru râul Trotuș (figura 30), sunt înregistrate în anul 2013 și în anul 2018 în amonte, iar în aval valoarea cea mai ridicată a pH-ului este înregistrată în anul 2014 și în anul 2018.

4.1.1.3. Analiza calității apei din lacul "Groapa Burlacu" pentru perioada 1983 – 2017

Datele cu privire la analiza calității apei din lacul „Groapa Burlacu'' au fost furnizate de către Societatea Națională a Sării S.A., Sucursala Salina Tg.Ocna.

a). Evoluția suprafeței și a volumului total din lacul „Groapa Burlacu''

După cum se poate observa în figurile 31 și 32 la început, suprafețele măsurate au înregistrat valori mai mici, comparativ cu mijlocul perioadei de determinare, respectiv intervalul dintre anii 1998-2005, unde suprafața măsurată a înregistrat valori maxime (10.016-11240 m^2).

Din perioada anului 1995, putem observa o creștere a volumului gropii față de anii precedenți, după care timp de doi ani această creștere s-a oprit parțial. Datorită faptului că partea inferioară a gropii nu este plană, în anul 2017 acest volum a crescut cu 2% față de anul 2016.

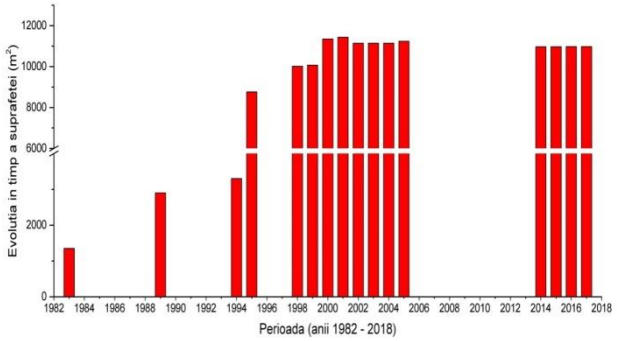


Fig.31. Evoluția în timp a suprafeței.

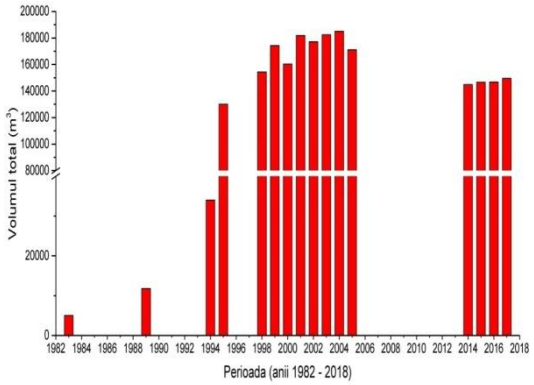


Fig.32. Evoluția în timp a volumului total.

b). Analiza determinării concentrației de Cl^- și $NaCl^-$ din lacul „Groapa Burlacu''

Pentru analizele determinate cu privire la concentrațiile de Cl^- și $NaCl^-$, au fost prelevate din zona studiată un număr de 9 probe.

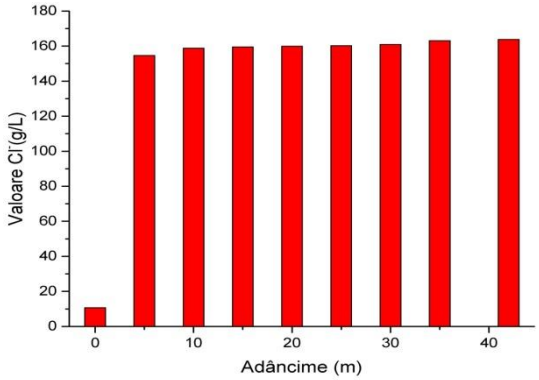


Fig.33. Cantitatea de Cl la diferite adâncimi în anul 2017.

După cum se poate observa în figura 33, valorile concentrației de Cl cresc odată cu adâncimea. La adâncimea de -5 m, valoarea concentrației este de 154,58 g/L. Concentrația de clor crește până la 163,80 g/L la adâncimea de -42 m, ceea ce înseamnă o creștere semnificativă.

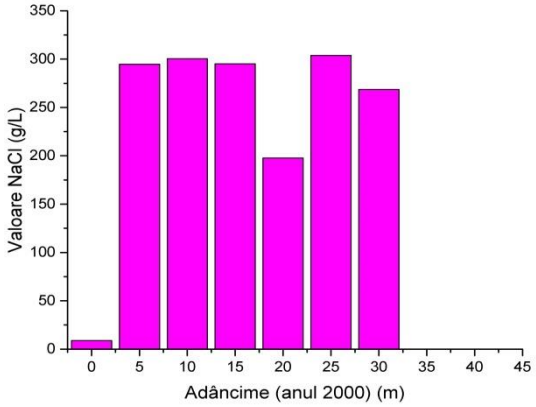


Fig.34. Concentrația salinității în anul 2000

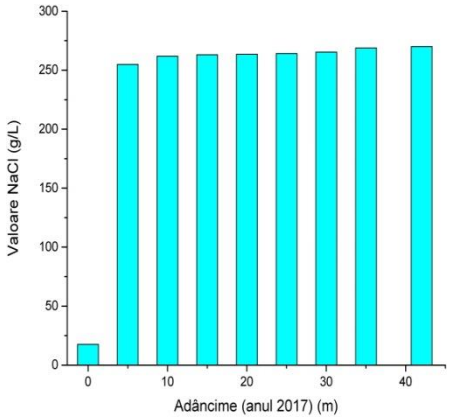


Fig.43. Concentrația salinității în anul 2017.

Conform rezultatelor prezentate în tabelul 21, concentrația de NaCl a înregistrat valori mai mari de 250 g/L la adâncimi mai mari de -5 m. Intervalul de concentrație de NaCl atinge o monitorizare a valorilor suficient de mare în ultimul an (figura 43.), respectiv anul 2017 (270 g/L la o adâncime de -42 m). La începutul măsurări (anul 2000, figura 34), valoarea NaCl a înregistrat doar 8,85 g/L la suprafață. Odată cu creșterea adâncimi, prezența concentrației de NaCl în lacul „Groapa Burlacu" a crescut destul de mult de-a lungul anilor.

Dacă nu se ia în considerare intervalul de adâncime 1-4 m, cea mai mare concentrație a sării a fost evidențiată în ultimul an, respectiv anul 2017, deoarece a fost cea mai pronunțată.

4.1.2. Rezultatele monitorizării indicatorilor pentru apele subterane

4.1.2.1. Rezultatele monitorizări indicatorilor pentru sondele de foraj

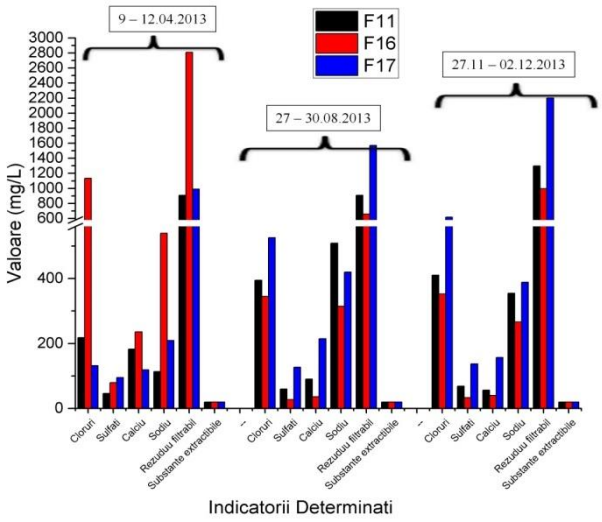


Fig.44.Variația indicatorilor pentru anul 2013.

Pentru anul 2013, probele prelevate din cele trei foraje (figura 44) au fost făcute în trei perioade ale anului.

Cea mai ridicată valoare din cele trei perioade este reziduul filtrabil (pentru perioada 9-12.04.2013), în proba numărul 2 (F16). Pentru celelalte două perioade cea mai mare valoare a reziduului filtrabil se află în proba numărul 3 (F17).

Cantitatea de cloruri în prima perioadă a anului este mai mare în proba numărul 2 față de celelalte două perioade unde prezența ridicată a clorurilor este vizibilă în proba numărul 3.

Atât sulfurile, calciul, sodiul și substanțele extractibile, variază pentru fiecare probă de la o perioadă a anului la alta.

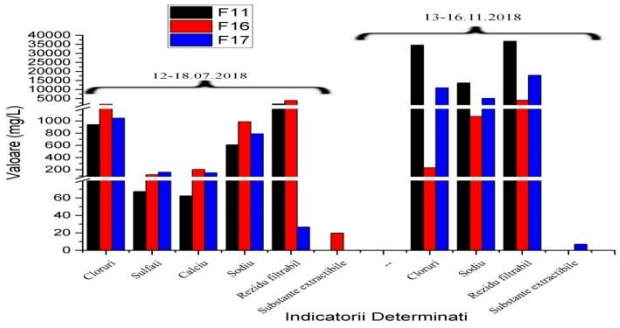


Fig.49. Valorile indicatorilor analizați pentru anul 2018.

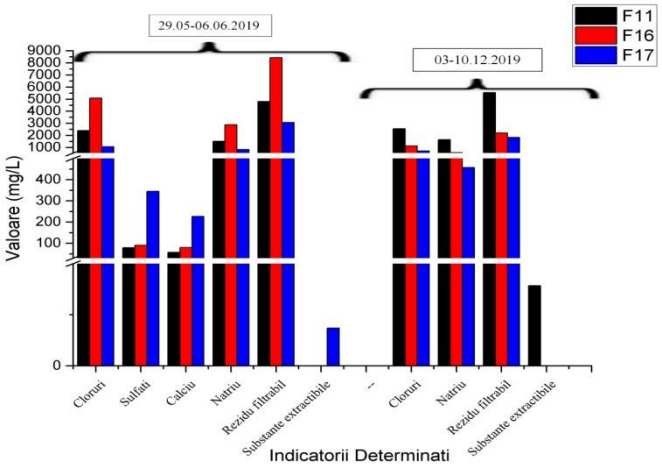


Fig.50. Valorile indicatorilor analizați pentru anul 2019.

Evaluarea indicatorilor analizați în anul 2018 și anul 2019 din cadrul celor trei puncte de monitorizare a fost realizată în două perioade. Pentru anul 2018 perioadele de monitorizare au fost: 12 - 18.07.2018 (figura 49) și 13 - 16. 11.2018, iar pentru anul 2019 perioadele de monitorizare au fost: 29.05 - 06.06.2019 și 03 - 10.12.2019 (figura 50).

Din prima perioadă a anului 2018 (12 - 18.07.2018), rezultă o valoare a reziduului filtrabil mai mică în proba numărul 2 (F16, figura 49) față de prima perioadă a anului 2019 (figura 50).

Valoarea cantității de cloruri pentru anul 2019 (figura 49) în prima perioadă a anului este mai mare în proba numărul 2 (F16) față de prima perioadă a anului 2018.

În cea ce privesc substanțele extractibile, concentrația valorilor pentru anul 2018 din cadrul probelor F11 și F17 și pentru anul 2019 (F11 si F16) sunt mai mici decât limita de cuantificare a metodei sau de aplicabilitate a standardului.

4.1.2. Concluzii referitoare la analiza indicatorilor de calitate ai apei de suprafață și subterană

Din anul 2000, s-a observat o stagnare ceea ce duce la o scădere semnificativă a suprafeței. În urma evaluării datelor din ultimii doi ani, suprafața lacului „Groapa Burlacu" a suferit o modificare în extremitatea sud-estică.

În perioada anilor 2002-2004 se poate observa o creștere a volumului datorită faptului că surplusul de material a ajuns la fundul gropii, parțial a fost mutat în goluri de dizolvare subterane.

În ceea ce privește concentrația de NaCl, cele mai mari valori au fost înregistrate în anii 2000 și 2001.

4.2. Rezultate obținute în urma analizării apelor subterane și de suprafață determinate în cadrul laboratorului de analiză a apei al Universității „Vasile Alecsandri" din Bacău pentru perioada 2018 - 2019

Cu privire la monitorizarea apei subterane au fost identificate câte 4 puncte de prelevare a apei din cadrul a trei foraje de hidroobservație: F11, F16, F17.

În cea ce privește al patrulea punct de prelevareal apei subterane a fost o fântână publică. De menționat faptul că, este singura fântână găsită deoarece apa din zona respectivă conține cantități ridicate de sare. Sursa de alimentarea cu apă potabilă pentru comunitate este S.C. CRAB S.A. Bacău.

4.2.1. Rezultatele obținute în urma analizării apei în anul 2018

În cadrul studiului de față au fost colectate câte două probe de apă de suprafață și subterană din amonte și aval în luna Aprilie 2018 din cadrul râului Trotuș, pârâului Slănic, pârâul Vâlcele, din sondele de foraj, fântână și lacul ,,Groapa Burlacu".

Concentrația de Mg, Al, K, NH_4 și a metalelor grele selectate (Fe, Mn, Zn, Cr), pentru râul Trotuș și cele două pârâuri Slănic și Vâlcele, pentru sondele de foraj, fântână și pentru lacul ,,Groapa

Burlacu", au fost determinate în laboratorul de analiză a apei de la Universitatea „Vasile Alecsandri" din Bacău, cu ajutorul spectrofotometrului SQ NOVA 60A (figura 52).



Fig.52. Analiza indicatorilor cu
ajutorul spectrofotometrului SQ NOVA 60A.

4.2.1.1. Rezultatele monitorizări indicatorilor pentru apele de suprafață ale pârâului Slănic, pârâului Vâlcele, râul Trotuș şi lacul „Groapa Burlacu''

Concentrația de Mg, Al, K, NH_4 și a metalelor grele selectate (Cu, Fe, Mn, Zn, Cr) din cadrul celor patru zone monitorizate, au fost analizate cu ajutorul spectofotometrului în laboratorul de analiză a apei din cadrul Universități ,,Vasile Alecsandri", Bacău.

Figura 58 reprezintă concentrația de Mg, Al, K, NH_4 și a metalelor grele selectate (Fe, Mn, Zn, Cr) din cadrul râului Trotuș și a celor două pârâuri Slănic și Vâlcele din apropierea zonei miniere.

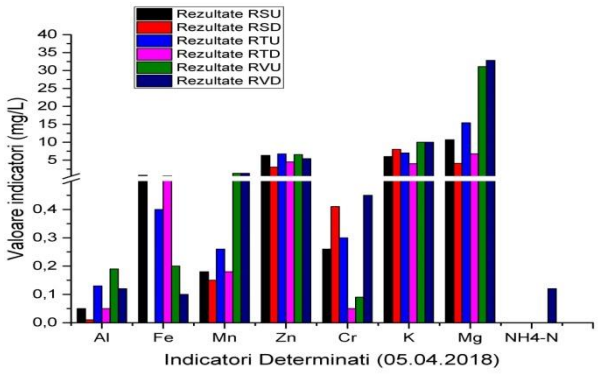


Fig.58. Valorile concentrațiilor indicatorilor apei.

Concentrația valorii de Zn, în cele trei zone monitorizate, sunt mai mici față de clasele de calitate. În cea ce privesc concentrațiile celorlalte elemente analizate (cu excepția Mg), acestea sunt mai mici față de concentrația de Zn.

Concentrațiile de Mg pentru zonele monitorizate variază de la 4,1 mg/L la 32,8 mg/L cu valoarea maximă în aval, în cadrul pârâului Vâlcele. Valoarea concentrației de Mg din cadrul celor trei zone monitorizate se încadrează între clasa de calitate I și clasa de calitate a II-a.

Cea mai mare valoare a concentrațiilor indicatorilor analizați din cadrul acestei probe (figura 60) a fost Mg, având valoarea de 24,6 mg/L. La fel ca și în celelalte probe analizate valoarea concentrației de NH_4 nu a fost prezentă.

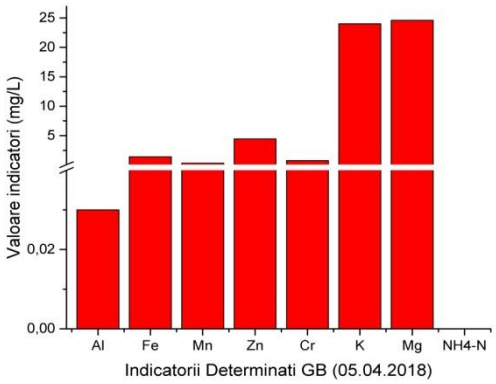


Fig.60. Valorile concentrațiilor indicatorilor în proba analizată.

4.2.1.2. Rezultatele monitorizări indicatorilor pentru apele subterane (sonde de foraj și fântână)

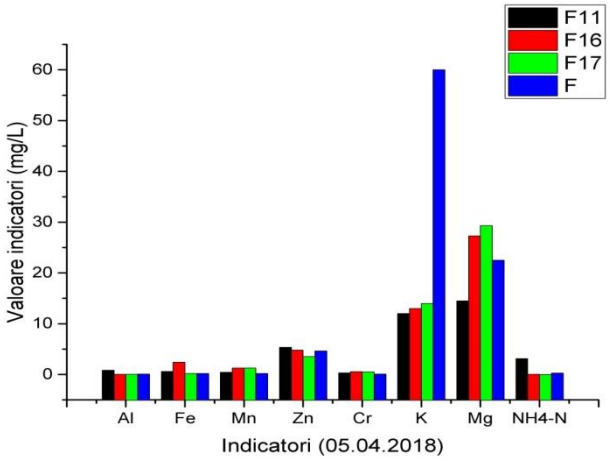


Fig.66. Valorile concentrațiilor indicatoriilor în probele analizate.

Concentrația valorilor indicatoriilor analizaţi în cele patru probe de apă subterană (figura 66) variază, cu excepția Zn, Mg şi K.

O parte din valorile concentraţiilor de Zn, Cr şi NH_4 sunt mai mari decât valorile limită admise (tabelul 5). Cea mai mare valoare a Zn se află în proba numărul unu (F11 - 5,35 mg/L), iar cea mai mică valoare este prezentă în proba numărul trei (F17 - 3,51 mg/L). Valoreade Zn rezultată din proba numărul unu depăşeşte limita admisă de lege.

Indicatorii de calitate Al, Fe, Mn, K şi Mg nu se regăsesc în tabelul valorilor de prag pentru apele subterane.

Valoarea cea mai ridicată a K se află în proba prelevată din cadrul fântânii (60 mg/L).

Concentrațiile celorlalte elemente analizate au înregistrat valori mai mici față de Mg care are valori cuprinse între 14,5 - 29,3 mg/L. Iar valoarea concentrației de NH_4 în proba numărul trei (F17) nu este prezentă.

4.2.1.3. Concluzii referitoare la analiza apei în anul 2018

O concluzie generală a studiului cu privire la analiza metalelor din cadrul răurilor, este că desfășurarea activităților miniere nu a condus la poluarea acestora.

4.2.2. Date obținute în urma analizării indicatorilor apei în anul 2019

Indicatorii fizico-chimici măsurați in-situ au fost pH-ul, turbiditatea și oxigenul dizolvat, folosind echipamentele WTW portabile.

Restul indicatorilor au fost analizați în laboratorul ,,Vasile Alecsandri'' al Universității din Bacău prin utilizarea spectrofotometrului DR 3900. Măsurătorile au fost efectuate pe baza metodelor standard pentru examinarea apei (figura 67).



Fig.67. Analiza indicatorilor cu spectrofotometrul DR3900.

Treisprezece indicatori (figura 71 și figura 72), Pb, Ni, Cu, Fe, Mn, Zn, Cr, Mg, SO_4, Al, NO_2, NO_3, NH_4 au fost analizați din cadrul probele de apă subterană și de suprafață în cadrul Laboratorului de Analiză a Apei din Universitatea „Vasile Alecsandri" Bacău.

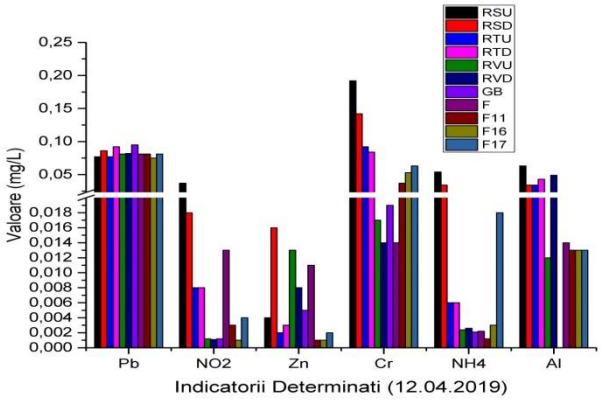


Fig.71. Valorile concentrațiilor indicatorilor din probele analizate.

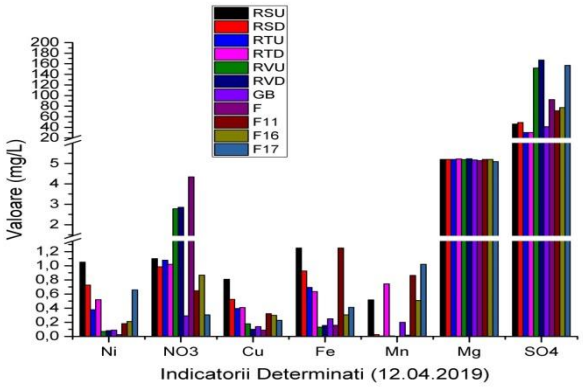


Fig.72. Valorile concentrațiilor indicatorilor din probele analizate.

În urma analizelor, concentrațiile maxime de Fe au fost înregistrate în probele RSU şi F11, având valoarea de 1,25 mg/L în ambele puncte măsurate.

Valoarea concentrației maxime de Pb a fost înregistrată la probele prelevate din apele de suprafață, respectiv GB cu o valoare de 0,095 mg/L, RTD (0,092 mg/L) şi RSD (0,086 mg/L). În ceea ce privesc probele prelevate din apele subterane, valoarea concentrației de Pb este constantă şi este cuprinsă între 0,075 mg/L - 0,081 m /L.

Rezultatul analizelor privind concentrația de Cu este cuprinsă în intervalul 0,088 mg/L - 0,809 mg/L, astfel concentrația maximă de Cu este prezentă în proba RSU şi cea mai mică valoare este prezentă în proba prelevată din punctul de măsurare F.

Concentrațiile mici de Zn în probele analizate au fost înregistrate în probele prelevate din apele subterane (0,001 mg/L - 0,002 mg/L). În pârâul Slănic în aval (RSD), a fost înregistrată cea mai mare valoare a concentrației de Zn, respectiv 0,016 mg/L.

Valoarea ridicată a concentrației de NO_2 în amonte de proba de apă RSU şi valoare concentrațiilor mari de NO_3 se datorează deşeurilor provenite de la animalele deținute de locuitorii din zonă. Concentrațiile de NO_3 au înregistrat valori cuprinse între 0,290 mg/L - 2,85 mg/L.

În urma analizelor probelor de apă de suprafață, rezultă un nivel ridicat de SO_4 (167 mg/L - 30,2 mg/L), rezultând astfel că probele de apă sunt incluse în clasele de calitate II şi III. Probele analizate din punctele de prelevare RSU, RSD, RTU, RTD, LG aparțin clasei de calitate II, iar punctele de prelevare RVU şi RVD aparțin clasei de calitate II.

Concentrația valorii de Al, atât pentru probele de apă de suprafață, cât şi pentru apele subterane, ca urmare a analizelor, este cuprinsă între 0,012 mg/L - 0,063 mg/L. În proba de apă prelevată din punctul GB, concentrația de Al este zero.

4.2.2.1.Concluzii referitoare la analiza apei în anul 2019

Prezentul studiu prezintă o monitorizare a nivelului de contaminare a surselor de apă din zona studiată. Rezultatele indicatorilor analizați (Pb, Ni, Cu, Fe, Mn, Zn, Cr, Mg, SO4, Al, NO_2, NO_3, NH_4) în apele de suprafață şi subterană variază de la eşantion la eşantion. Cele mai mari concentrații ale indicatorilor analizați se găsesc în probele prelevate din apele de suprafață, cu excepția indicatorului SO_4.

4.3. Rezultate obținute în urma analizării probelor de apă în cadrul laboratorului de cercetare hidrogeologică din cadrul departamentului DIATI, aparținând Universității Politehnice din Torino, Italia

Prelevarea probelor a fost realizată în luna Mai (10.05.2018). Au fost colectate 10 probe din surse de apă subterane şi de suprafață.

În urma analizelor efectuate (figura 73) s-au obținut o serie de date.

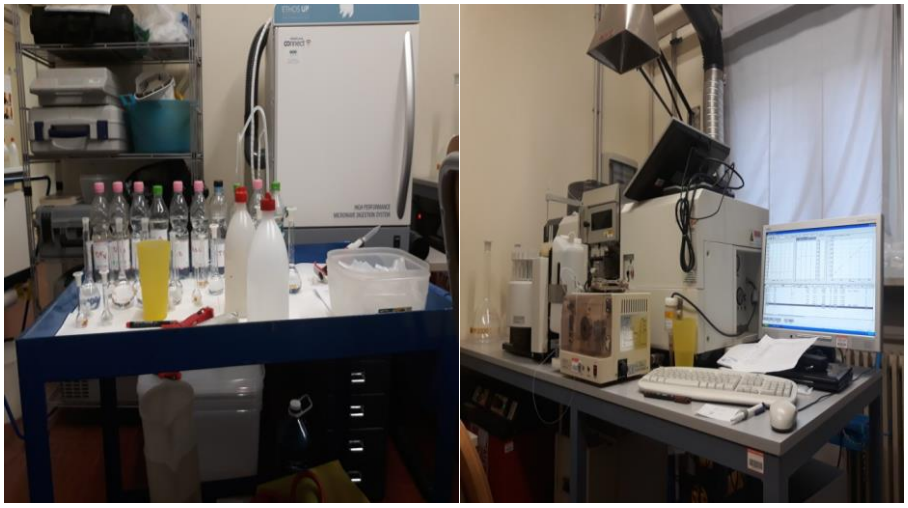


Fig.73. Imagini din laborator.

Cele mai ridicate valori ale clorurilor şi a alcalinilor din cadrul tuturor probelor analizate se găsesc în punctele F17 şi GB.

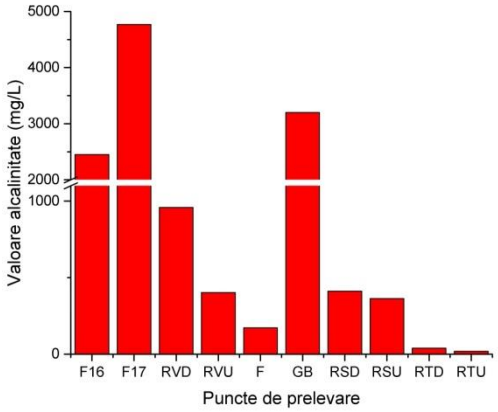


Fig.79. Valoarea alcalinității în probele analizate.

În studiul realizat, valorile alcalinității în probele prelevate din cadrul celor două sonde de foraj (F16 şi F17, figura 79) au fost 2.450,335 mg/L pentru proba F16 şi 4.767,460 mg/L pentru F17, unde valoarea celei de a doua probă fiind mai mare decât prima.

Concentrația alcalinității în probele de apă din cadrul pârâului Vâlcele, din amonte şi aval de mina de sare au variat de la 957,799 mg/L (pentru proba RVD) la 402,890 mg/L (pentru RVU).

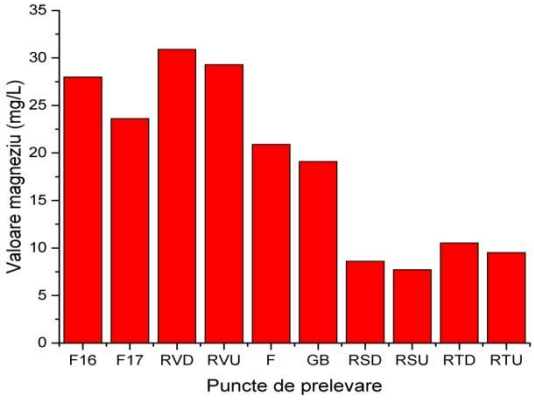


Fig.83. Valoarea magneziului în probele analizate.

Proba de apă prelevată din cadrul pârâului Vâlcele (RVD) prezintă cea mai ridicata valoare pentru conţinutul de magneziu, de 30,888 mg/L, urmată de proba de apă RVU cu o valoare de 29,284 mg/L (figura 83).

În ceea ce priveşte conţinutul de magneziu în probele RSU, RSD, RTD şi RTU valorile analizate s-au încadrat între 7,719 mg/L – 8,606 mg/L, respectiv 10,518 mg/L – 9,512 mg/L.

Conţinut de magneziu al probelor de apă prelevate din F16 si F17 a fost de 27,994 mg/L respective 23,608 mg/L. O concentrație relativ ridicată s-aînregistrat şi în proba prelevată din fântână (F = 20,899 mg/L) şi în lacul ,,Groapa Burlacu'' (GB = 19,107 mg/L).

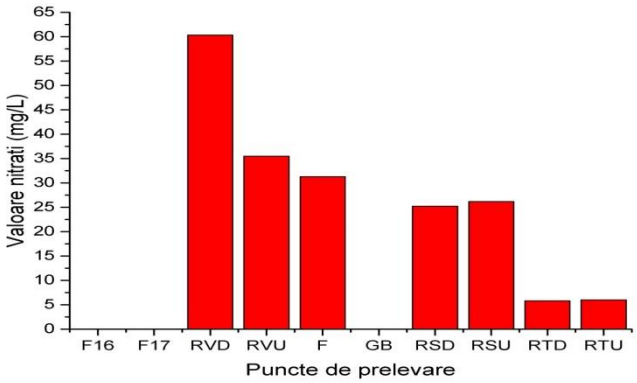


Fig.84. Valoarea nitraților în probele analizate.

Probele de apă din punctele de prelevare F16, F17 şi GB nu prezintă concentrații de nitrați (figura 84).

În cea ce privesc celelalte probe valorile concentrației de nitrați înregistrate în urma analizării au fost cutrinse în intervalul 5,805 mg/L – 60,308 mg/L.

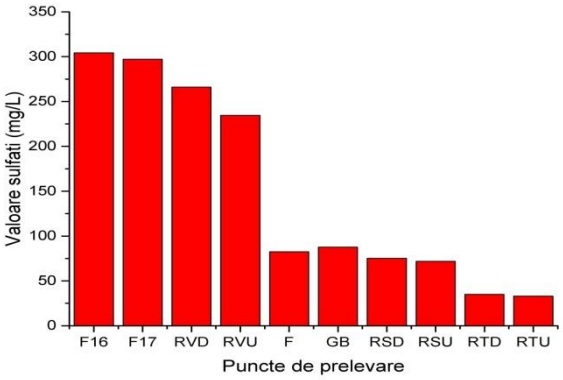


Fig.85. Valoarea sulfaților în probele analizate.

Probele F16 şi F11 (figura 85) au înregistrat cele mai ridicate concentraţi de sulfați. Pentru proba F16 cantitatea de sulfați a fost de 304,132 mg/L fiind mai mare în comparație cu F17 unde valoarea a fost de 297,092 mg/L.

În cadrul studiilor efectuate, acestea prezintă de asemenea, o concentraţie de sulfați ridicată şi în probele RVD de 266,067 mg/L respective RVU de 234,569 mg/L (figura 85).

Analizând rezultatele prezentate în figura 85 se remarcă cele mai scăzute concentraţii de sulfați care au fost prezente în probele RTD (35,069 mg/L) și RTU (33,014 mg/L).

4.3.1. Concluzii referitoare la analiza apei determinate în cadrul Laboratorului de Cercetare Hidrogeologică din cadrul departamentului DIATI, aparținând Universității Politehnice din Torino, Italia

Valoriile concentrațiilor cu privire la anumiţi indicatori (alcalinitatea, clorurile, bicarbonați) din cadrul punctelor de prelevare, se datorează faptului că acestea sunt situate în apropierea unor izvoare sărate, a resurselor solului, și a zonei miniere.

4.4. Concluzii referitoare la interpretarea datelor

Prin monitorizarea zonei şi analiza indicatorilor se poate observa că variația calității apelor este nesemnificativă pe parcursul perioadei de monitorizare.

a). Concluzii referitoare la interpretarea datelor furnizate de Societatea Națională a Sării S.A. Sucursala Salina Tg.Ocna.

-concluzii referitoare la monitorizarea indicatorilor de calitate pentru apele de suprafață

Concentraţiile cele mai ridicate ale indicatorilor în apele analizate au fost observate în aval, în cadrul râului Trotuş şi pârâul Slănic.

Cu privire la conținutul de NaCl din cadrul lacului, acesta a fost monitorizat pe o durată de 10 ani (2000 – 2005 și 2014 – 2017). Pentru primii doi ani, monitorizarea a fost realizată până la adâncimea de -30 având o medie a conținutului de NaCl de 1.669,25 g/L și 1.738,04 g/L. Cele mai ridicate valori ale concentrației de NaCl au fost înregistrate în anul 2017, anul 2015, anul 2016 și anul 2003 având valoarea medie de 2.128,99 g/L, 2.026,7 g/L, 2.021,33 g/L și 1.795,50 g/L.

- **concluzii referitoare la monitorizarea indicatorilor de calitate pentru apele subterane**

Cele mai ridicate valori ale clorurilor pentru anul 2013 din punctele de monitorizare (F11, F16 și F17) au fost înregistrate în prima perioadă a anului în cadrul sondei de foraj F16 (1.133 mg/L).

Din cadrul punctelor de prelevare ale apei subterane (F11, F16 și F17), cea mai ridicată valoare a concentraţiei de sulfați se regăsește în a doua perioadă a anului 2016 în punctul F17 (235,1 mg/L).

b). Concluzii referitoare la interpretarea datelor obținute în urma determinării indicatorilor în cadrul laboratorului de analiză a apei din Universitatea „Vasile Alecsandri" din Bacău pentru perioada 2018 și 2019.

- concluzii referitoare la analiza apei de suprafaţă în anul 2018

Concentraţia Al din apele de suprafaţă ale pârâului Slănic au înregistrat în amonte valoarea de 0,05 mg/L iar în aval 0,01 mg/L. Valorile determinate în cadrul râului Trotuş în amonte au fost de 0,13 mg/L faţă de aval unde valoarea înregistrată a fost 0,05 mg/L.

Concentraţia manganului rezultată în urma analizelor din pârâul Slănic în amonte a avut valoarea de 0,18 mg/L iar în aval de 0,15 mg/L. În cea ce privesc valorile rezultate din cadrul pârâului Vâlcele atât în amonte cât şi în aval valorile depăşesc clasele de calitate conform legislaţiei româneşti, astfel că, atât în amonte cât şi în aval valoarea manganului au fost de 1,32 mg/L.

Valorile concentraţiei de Zn determinate în punctul de prelevarea pârâului Slănic conform tabelului 29, în amonte au fost de 6,35 mg/L iar în aval de 3,07 mg/L. Toate probele analizate cu privire la continutul de Zn din apele de suprafaţă se încadrează sub clasele de calitate.

În urma analizării concentraţiei de Cr în apele de suprafaţă, valorile rezultate pentru pârâul Slănic în amonte au fost de 0,26 mg/L iar în aval de 0,41 mg/L. Pentru râul Trotuş, valoarea cromului în amonte a fost de 0,30 mg/L iar în aval 0,05 mg/L.

Concentraţia Mg din cadrul pârâului Slănic în amonte a fost de 10,7 mg/L iar în aval de 4,1 mg/L. În cadrul râului Trotuş, probele analizate au înregistrat valori în amonte de 15,4 mg/L iar în aval de 6,8 mg/L.

- **concluzii referitoare la analiza apei subterane în anul 2018**

Valoarea concentraţiei de Al din apele subterane din punctul de prelevare F a înregistrat valoarea de 0,08 mg/L iar valoarea determinată în cadrul punctului F11 a fost de 0,84 mg/L faţă de punctul F16 şi F17 unde valorile înregistrate au fost 0,03 mg/L şi 0,04 mg/L.

Concentraţia manganului în punctul F conform talelului 17 înregistrează valoarea de 0,19 mg/L iar în punctul F11 de 0,45 mg/L. Probele analizate din cadrul punctelor F16 şi F17 auînregistrat valori de 1,26 mg/L şi 1,28 mg/L.

Valoarea concentraţiei de Zn determinată în punctul de prelevare F a fost de 4,62 mg/L care se încadrează în valorile limită admise în apele subterane prezentate în tabelul 5, iar în punctul de prelevare F11 de 5,35 mg/L valoare ce depăşeste limita admisă. Cu privire la punctul de prelevare F16, valoarea zincului înregistrata fost de 4,79 mg/L iar în punctul F17 de 3,51 mg/L. Punctele de prelevare F16 şi F17 se încadrează în limitele admise pentru apele subterane.

În urma analizării concencentraţiei de Cr în apele subterane, valoarea rezultată pentru punctul F a fost de 0,09 mg/L, care se încadrează în limitele admise de legislaţia românească. Pentru punctele de colectare F11, F16 şi F17, valorile cromului au fost de 0,31 mg/L, 0,54 mg/L respectiv 0,54 mg/L.

Ultimele trei puncte de prelevare ale apelor subterane analizate pentru determinarea Cr se găsesc peste limitele admise.

Concentraţia Mg din cadrul punctului F a fost de 22,5 mg/L iar în cadrul punctului F11, proba analizată a înregistrat o valoare de 14,5 mg/L. Cu privire la punctele F16 şi F17, valorile concentraţiei de magneziu au fost mai ridicate faţă de celelalte puncte analizate, astfel că în punctul F16 valoarea înregistrată a fost de 27,3 mg/L iar în punctul F17 de 29,3 mg/L.

- **concluzii referitoare la analiza apei de suprafaţă în anul 2019**

Cele mai ridicare valori ale Pb au fost înregistrate în cazul râului Trotuş în aval, înregistrându-se valoarea de 0,092 mg/L. În cadrul pârâului Slănic valoarea Pb în amonte a fost de 0,077 mg/L iar în aval de 0,086 mg/L.

Valorile concentraţiei de cupru în apele de suprafaţă ale pârâului Slănic în amonte a fost de 0,809 mg/L iar în aval de 0,524 mg/L. În cadrul râului Trotuş valoarea rezultată în urma analizelor concentraţiei de cupru în amonte, a fost de 0,395 mg/L iar în aval de 0,409 mg/L.

Valorile concentraţiei de Fe determinate în apele de suprafaţă din cadrul pârâului Slănic în amonte a fost de 1,25 mg/L iar în aval concentraţia de Fe a fost 0,926 mg/L.

Valorile concentraţiei de Zn determinate în punctul de prelevare al pârâului Slănic în amonte a fost de 0,004 mg/L iar în aval de 0,016 mg/L. Cu privire la punctele de prelevare din cadrul râului Trotuş, valoarea zincului înregistrată în amonte a fost de 0,002 mg/L iar în aval de 0,003 mg/L.

Concentraţia Mg din cadrul pârâului Slănic în amonte a fost de 5,20 mg/L iar în aval de 5,20 mg/L. În cadrul râului Trotuş, probele analizate au înregistrat valori în amonte de 5,20 mg/L iar în aval de 5,22 mg/L.

Concentraţia Al din apele de suprafaţă ale pârâului Slănic a înregistrat în amonte valoarea de 0,0063 mg/L iar în aval 0,0034 mg/L. Valorile determinate în cadrul râului Trotuş în amonte au fost de 0,034 mg/L faţă de aval unde valoarea înregistrată a fost 0,043 mg/L.

Valorile concentrației de NO_2 se încadrează în prima clasă de calitate pentru punctele de prelevare RSD, RVU, RVD şi GB iar pentru RSU valoare rezultată în urma analizei se încadrează în a II-a clasă de calitate.

În cea ce privește concentrația de NO_3, valorile din cadrul pârâului Slânic și a râului Trotuș au fost cuprinse în prima clasă de calitate iar valorile din cadrul pârâului Vâlcele au fost cuprinse între prima clasă de calitate și a II-a clasă de calitate.

- **concluzii referitoare la analiza apei subterane în anul 2019**

Valoarea concentraţiei de Al din apele subterane în punctul de prelevare F a înregistrat valoarea de 0,014 mg/L iar valoarea determinată în cadrul punctului F11 a fost de 0,013 mg/L faţă de punctul F16 şi F17 unde valorile înregistrate au fost 0,013 mg/L.

Conţinutul de Fe determinat în apele subterane în punctul F a fost de 0,158 mg/L şi în punctul F17 a fost de 0,410 mg/L. Valoarea fierului în punctul de colectare F11 a fost 1,25 mg/L iar concentrația fierului în punctul F16 a fost de 0,306 mg/L.

Valorile concentraţiei de NO_3 determinate în punctul de prelevare F a fost de 4,34 mg/L iar în punctul de prelevare F11 de 0,646 mg/L. Cu privire la punctul de prelevare F16, valoarea NO_3 înregistrată a fost de 0,867 mg/L iar în punctul F17 de 0,305 mg/L.

Valorile indicatorilor de calitate ai apei (Zn, SO_4, NO_2, Cr – probele F şi F11, Cu – proba F şi NH_4) nu depășesc valorile de prag admise cu privire la calitatea apelor subterane. În cea ce privesc indicatorii Pb, Ni, Cu (fâcând excepție proba F) și Cr (proba F17), depășesc valoare de prag admisă.

c). Concluzii referitoare la determinarea indicatorilor în cadrul Laboratorului de Cercetare Hidrogeologică din cadrul departamentului DIATI, aparținând Universității Politehnice din Torino, Italia

- concluzii referitoare la analiza apelor de suprafaţă și subterană

În urma analizelor indicatorilor cu privire la calitatea apelor de suprafaţă şi subterane, rezultă că cele mai ridicare valori ale calciului au fost înregistrate în cadrul punctelor de prelevare F16 şi F17 (308,341 mg/L respectiv 268,674 mg/L) iar în punctul de prelevare F valoarea înregistrată a fost 177,511 mg/L.

Concentrația alcalinității în apele de suprafață (figura 123) ale pârâului Slănic în amonte a înregistrat o valore de 363,727 mg/L iar în aval 410,883 mg/L. Probele analizate din cadrul râului Trotuș a înregistrat în amonte o concentrație de 18,220 mg/L iar în aval 38,665 mg/L.

Valorile concentraţiei de cloruri în apele de suprafaţă ale pârâului Slănic în amonte a fost de 501,099 mg/L iar în aval de 572,732 mg/L. În cadrul râului Trotuș valoarea rezultată în urma analizelor concentraţiei de cloruri în amonte a fost de 19,845 mg/L iar în aval de 53,900 mg/L.

Cele mai scăzute valorile ale concentraţiei de magneziu determinate în apele de suprafaţă au fost înregistrate în cadrul pârâului Slănic şi râul Trotuş având valori cuprinse între 7,719 mg/L – 10,518 mg/L.

Cu privire la prezenţa nitraţilor în apele subterane şi în cele de suprafaţă, valorile înregistrate au fost scăzute. Astfel că, în cadrul apelor subterane doar în cadrul punctului de prelevare F au fost înregistrate valori (31,283 mg/L). Cu privire la apele de suprafaţă valorile înregistrate au fost cuprinse în intervalul 5,805 mg/L – 60,308 mg/L.

5. CONCLUZII GENERALE

În urma rezultatelor experimentale cât şi al studiului teoretic, s-au elaborat urmatoarele concluzii:

A. Cu privire la oportunitatea temei

În urma documentării cu privire la importanța calității apelor de suprafață și subterane, se poare afirma că [9, 12, 16, 39, 53, 56, 67, 70]:

- Din cauza industrializării rapide, în marea majoritate a țărilor în curs de dezvoltare, poluarea râurilor reprezintă o problemă destul de gravă;
- Printre principalii poluanți ai râurilor sunt metalele care pot prezenta o amenințare pentru sănătatea umană, mediul acvatic și asupra animalelor. Unul din principalii factori de poluare a râurilor cu metale sunt apele uzate provenite din activitățile miniere care pot produce diferite efecte asupra mediului;
- Activitatea minieră este o sursă de contaminare a ecosistemelor cu metale care poate afecta zonele relativ mici, dar pot produce un impact semnificativ asupra mediului;
- Calitatea apei are drept scop identificarea cerințelor de utilizare a apei, atât în scopuri domestice cât și în scopuri industriale și reprezintă o importanță deosebită pentru oameni și organismele vii.

Cele mai multe din metalele prezente în apele de suprafață și subterane pot avea efecte negative asupra organismelor vii dacă depășesc anumite concentrații.

B. Cu privire la fundamentarea teoretică a evaluării activităților miniere asupra calității apelor de suprafață și subterane

1. În cadrul studiului realizat, cu privire la bibliografia de specialitate asupra indicatorilor analizați, aceștia prezintă o importanță semnificativă în cercetările cu privire la calitatea apelor.
2. Pe lângă factorul uman care provoacă un impact semnificativ asupra calității apelor, mai sunt și factorii naturali [9, 12, 16, 67].
3. Studiul a fost realizat în apropierea zonei miniere Tg. Ocna, județul Bacău.

Alegerea punctelor de prelevare s-a realizat ţinându-se cont de:

- zona de prelevare şi descrierea acesteia;
- punctele de prelevare în număr de 11 şi analiza acestora cu ajutorul metodelor instrumentale (metoda spectrometrică şi spectrofotometrică);
- echipamentele aflate în dotare privind prelevarea;
- utilizarea metodelor moderne de analiză a apelor;
- condiţiile climatice;
- utilizarea softurilor privind reprezentarea grafică a indicatorilor de calitate analizaţi;

4. Din zona studiată au fost prelevate probe de apă de suprafață și subterană. Probele din apa de suprafață au fost prelevate din amonte și aval de zona studiată.

5. În cadrul cercetării au fost analizați cei mai semnificativi indicatori. Acești indicatori au fost selectați în urma documentării din literatura de specialitate cu privire la importanța acestora asupra calității apelor.

6. Au fost determinate ,,in-situ'' proprietățile fizice ale apei și anume:
   - pH-ul;
   - turbiditatea;
   - conductivitatea electrică;
   - oxigenul dizolvat;
   - temperatura.

7. ,,Ex-situ'' au fost analizați următorii indicatori:Al, Fe, Mn, Zn, Cr, K, Mg, NH_4, Pb, Ni, Cu, SO_2, NO_2, NO_3,Ca, alcalinitatea, clorurile și bicarbonații.

C. Cu privire la verificarea experimentală a teoriei abordate

1. În cadrul studiului realizat de-a lungul perioadei de cercetare cu privire la impactul activităților miniere asupra calității apelor de suprafață și subterane din apropierea zonei miniere Târgu Ocna, județul Bacău, analiza probelor de apă au fost realizate între anii 2013-2019 (date furnizate de către Societatea Națională a Sării S.A., Sucursala Salina Târgu Ocna) și anii 2018-2019.

2. Analizalele cu privire la cloruri, sulfați, calciu, sodiu, reziduul filtrabil și substanțele extractibile, au fost efectuate pe o perioadă de 7 ani (2013-2019) în cadrul Laboratorului Regional de Calitatea Apei, Bacău (A.B.A. Siret). Aceste date au fost furnizate de către Societatea Națională a Sării S.A., Sucursala Salina Târgu Ocna.

3. Pentru îndeplinirea realizării anumitor experimente și documentare cu privire la tema de cercetare, s-a efectuat un stagiu pe o perioadă de 6 luni la Universitatea Politecnico Di Torino, Italia, în cadrul departamentului DIATI.

În Laboratorul de Cercetare Hidrogeologică din cadrul departamentului DIATI al Universității Politehnice din Torino, Italia, în anul 2018 au fost realizați următorii indicatori: calciul, magneziul, alcalinitatea, clorurile, bicarbonații, nitrații;

4. Determinarea anumitor indicatori a fost realizată și în cadrul Laboratorului de Analiză a Apei al Universității ,,Vasile Alecsandri'' din Bacău:
   - pentru anul 2018: Al, Fe, Mn, Zn, Cr, K, Mg, NH_4;
   - pentrul anul 2019: Pb, Ni, Cu, Fe, Mn, Zn, Cr, Mg, SO_2, NO_2, NO_3, NH_4.

5. În urma experimentelor, rezultatele au fost analizate și reprezentate grafic din care au rezultat concluzii importante, referitoare la prezența acestora în apele de suprafață și subterane.

D. Cu privire la caracterul original al lucrării

Prezenta lucrare aduce o serie de contribuții cu privire la analiza calitativă a apelor de suprafață și subterane prin diferite metode de analiză.

În scopul realizării studiului teoretic, cu privire la calitatea apelor de suprafață și subterane din apropierea zonei miniere Târgu Ocna, s-a propus ca prelevarea probelor de apă să fie realizată în anii 2018 și 2019.

Cu privire la metodele de analiză a indicatorilor fizoco-chimici, există diferite echipamente de analiză a acestora. În cadrul cercetării echipamentele utilizate au fost: Spectofotometrul NOVA 60A, Spectrofotometrul AA-6800 cu absorbție atomică, Metrohm 809 Titrando și Spectrofotometrul DR 3900.

Rezultatele cercetării au fost astfel interpretate încât la sfârșit să poată arăta nivelul concentrațiilor indicatorilor analizați.

În cadrul cercetării s-a efectuat o analiză privind prevederile legislative în vigoare în România cu privire la calitarea apelor și reglementările legislative privind sectorul minier din cadrul Uniunii Europene și România.

E. Cu privire la căile de dezvoltare ulterioară a cercetării

Prezentul studiu derulat pe parcursul stagiului doctoral s-a axat pe studiile referitoare la calitatea apelor de suprafață şi subterane aflate în apropierea zonelor miniere. Activitatea ştiinţifică realizată în cadrul stagiului doctoral permite o dezvoltare ulterioară a cercetării asupra monitorizării amănunţite a calităţii apelor şi anume:

- extinderea zonei de studiu prin monitorizarea altor zone miniere din judeţul Bacău sau din ţară aflate în exploatare sau în conservare;
- monitorizarea altor surse de apă aflate în apropierea zonei studiate Târgu Ocna;
- investigarea calităţii solului din zona miniera Târgu Ocna, Bacău privind conţinutul de metale;
- monitorizarea altor indicatori specifici privind calitatea apelor;
- cercetări privint evaluarea impactului activităţilor desfăşurate în zona monitorizată asupra calităţii apelor;
- măsuri privind reducerea poluării apelor în arealul studiat.

F. Valorificarea cercetărilor realizate

Cercetările efectuate în cadrul lucrării au fost publicate în articole. Astfel:

Articole publicate în reviste indexate ISI:

1. **Alina Cochiorca**, Valentin Nedeff, Narcis Bârsan, Emilian Florin Moşneguţu, Mirela Panainte-Lehăduş, Claudia Tomozei, 2018, Analysis of water quality for two rivers located near a mining area, Chemistry & Chemical Engineering, Biotechnology, Food Industry, vol. 4, nr. 19, pp 455 – 463, ISSN 1582-540X, ed. Alma Mater, http://pubs.ub.ro/?pg=revues&rev=cscc6
2. **Alina Cochiorca**, Narcis Barsan, Florin Marian Nedeff, Ion Sandu, Emilian Florin Mosnegutu, Mirela Panainte Lehadus , Dana Chitimus , Oana Irimia, Ioan Gabriel Sandu, 2019, Surface Water Quality Assessment from a Mining Area Case study, Groapa Burlacu lake, Targu Ocna, Romania, REV.CHIM.(Bucharest), vol. 70, nr. 10, https://www.revistadechimie.ro, https://doi.org/10.37358/Rev.Chim.1949
3. **Alina Cochiorca**, Valentin Nedeff, Narcis Barsan , Ion Sandu, Emilian Mosnegutu, Dana Alexandra Chitimus, Andrei Victor Sandu, Oana Irimia, 2020, Surface Water and Groundwater Quality Evaluation in a Mining Area, Rev. Chim., vol. 71, Issue 6, pp. 136-143, https://doi.org/10.37358/RC.20.6.8177
4. Laurentiu Tataru, Narcis Barsan, Florin Marian Nedeff, Ion Sandu , Emilian Mosnegutu, Dana Alexandra Chitimus, **Alina Cochiorca**, Ioan Gabriel Sandu, 2019, Treatment Study of Brook Water by Using the Ultrafiltration Pilot with Polymeric Membrane, Materiale plastic, vol. 56, nr. 4, https://www.revmaterialeplastice.ro,https://doi.org/10.37358/Mat.Plast.1964
5. **Cochiorca, Alina**, Fiorucci, Adriano; Nedeff, Valentin; Barsan, Narcis; Mosnegutu, Emilian Florin; Chiţimus, Dana; Panainte-Lehadus, Mirela, Water quality analysis from a mining area. Case study: Targu Ocna salt mine, Romania, Environmental Engineering & Management Journal (EEMJ), Mar, 2021, Vol. 20 Issue 3, p355-360, 6p, http://www.eemj.icpm.tuiasi.ro/pdfs/vol20/no3/3_285_Cochiorca_20.pdf

Articole publicate PROCEEDINGS ISI:

1. **Cochiorca, A**.; Nedeff, V.; Barsan, N.; Panainte-Lehadus, M.; Mosnegutu, E. F., 2018, Aspects Related To Water Quality Assessment In A Mining Activity Area. Case Study, Mining Area Tg. Ogna, Romania, indexat Web of Science, vol 18, nr. 3, pp 87-94, https://www.sgem.org
2. Chitimus, A. D.; **Cochiorca, A**.; Nedeff, V.; Barsan, N.; Muscalu-Plescan, O., 2018, Structural Measures For Ichthyofaunal Environmental Conditions Improvement At A Small Hydropower Plant, indexat Web of Science, vol 18, nr. 3, pp 671-678, https://www.sgem.org

Articole publicate în reviste BDI:

1. **Alina Cochiorca**, Valentin Nedeff, Adriano Fiorucci, Mirela Panainte-Lehăduş, Narcis Bârsan, Oana Irimia, 2017, Heavy Metals And Physico-Chemical Parameters Analysis From The Wells In The Buhoci Area, Bacau,The Annals Of "Dunarea De Jos" University Of Galati, vol 40,nr. 4, https://www.gup.ugal.ro/ugaljournals/index.php/mms/article/view/1123

Lucrări prezentate la conferinţe internaţionale şi naţionale:

1. **Alina Cochiorca**, Valentin Nedeff, Adriano Fiorucci, Mirela Panainte-Lehăduș, Narcis Bârsan, Oana Irimia, 2017, Heavy Metals And Physico-Chemical Parameters Analysis From The Wells In The Buhoci Area, Bacau, The Annals Of "Dunarea De Jos" University Of Galati, vol 40, nr. 4, Prezentare orală.
2. Claudia Tomozei, Oana Irimia, Valentin Nedeff, Narcis Barsan, Mirela Panainte Lehadus, **Alina Cochiorca**, 2017, Application of integrated method for water quality assessment of river Bistrita on the section Piatra-Neamt, Bacau, The 6th International Conference ECOLOGICAL &ENVIRONMENTAL CHEMISTRY, Chisinau, Republica Moldova, Prezentare Poster
3. **Cochiorca A**.; Nedeff V.; Barsan, N.; Panainte-Lehadus M.; Mosnegutu E. F., ASPECTS RELATED TO Water Quality Assessment In A Mining Activity Area. Case Study, Mining Area Tg. Ogna, Romania, 18th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2018, 30 June - 9 July 2018, indexat Web of Science, vol 18, nr. 3, pp 87-94, Prezentare Poster.
4. **Cochiorca Alina**, Nedeff Valentin, Bârsan Narcis, Moşneguţu Emilian Florin, Panainte-Lehăduș Mirela, Tomozei Claudia, Water Quality Assessment From A Mining Area. Case Study, ,,Groapa Burlacu", Tg. Ocna, Romania, The 13th International Conference of Constructive Design and Technological Optimization in Machine Bulding, 2018, Bacau, Romania, Prezentare Poster
5. **Cochiorca Alina**, Nedeff Valentin, Bârsan Narcis, Moşneguţu Emilian Florin, Panainte-Lehăduș Mirela, Ţîrţoacă (Irimia) Oana, Quality Of Surface Water And Groundwater In The Southwest County Bacau: Physico-Chemical Analysis Of Parameters Near The Salt Mine, The 14th International Conference of Constructive Design and Technological Optimization in Machine Bulding, 2019, Bacau, Romania, Prezentare Poster.
6. **Alina Cochiorca**, Adriano Fiorucci, Valentin Nedeff, Narcis Bârsan, Emilian Florin Moşneguţu, Dana Chiţimuş, Water quality analysis from a mining area. Case study, Targu Ocna salt mine, Romania, 10th International Conference On Environmental Engineering And Management, September 18-21, 2019, Iasi, Romania (ICEEM), Prezentare Poster.
7. **Alina Cochiorca**, Valentin Nedeff, Narcis Barsan, Emilian Florin Mosnegutu, Mirela Panainte_Lehadus, Claudia Tomozei, L'analyse Des Metaux A Partir Du Cadre Des Rives Situees Pres D'une Zone Miniere, Le Dixième Colloque Franco – Roumain De Chimie Appliquée 27 - 29 Juin 2018 Bacău, Roumanie, Prezentare Poster
8. Chitimus A. D.; **Cochiorca A**.; Nedeff V.; Barsan N.; Muscalu-Plescan O., Structural Measures For Ichthyofaunal Environmental Conditions Improvement At A Small Hydropower Plant, 18th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2018, 30 June - 9 July 2018, indexat Web of Science, vol 18, nr. 3, pp 671-678, Prezentare Poster;
9. **Cochiorca Alina,** Valentin Nedeff, Narcis Bârsan, Moşneguţu Emilian, Panainte Lehăduș Mirela, Chițimuș Dana Alexandra, Groundwater and surface water pollution. A Review related to the metals resulting from mining activities, The 16th International Conference of Constructive Design and Technological Optimization in Machine Building Field, 2021, Bacau, Romania, Prezentare Poster.

Activităţi de organizare a manifestărilor ştiinţifice:

1. 2-3 august 2018, Școala de vară cu tema „Strategii de comunicare mediatică în contextul alegerilor parlamentare din 2019" organizată de Centrul de informare EUROPE DIRECT, Centrul pentru Jurnalism Independent București și Universitatea "Vasile Alecsandri" Bacău;
2. POCU ,,Măsuri de optimizare a ofertelor de studii din învățământul superior în sprijinul angajabilizării'', Titlul proiectului: ,,Inseția pe piața muncii – vectorul învățământului terțiar'', Activitatea 4.2. Organizarea de parteneriate cu parteneri sociali - potențiali angajatori din medii publice și private și dezvoltarea lor în cadrul a 12 workshop-uri „Școala motivațională", Perioada : 01.11 – 20.12.2020, Poziția în echipă: Tutore.

Contracte de cercetare:

1. Contract nr 8/02.11.2016, Colectare de date de trafic pentru elaborarea "Planului de mobilitate urbană durabilă Bacău", (membru în echipă).

Burse de studii doctorale şi stagii de pregătire:

1. Perioada mai-iulie 2017, - Realizarea unui stagiu de plasament Erasmus la Politecnico Di Torino, Italia, cu cercetare în ,,Evaluarea impactului activităților miniere asupra calității apelor''.

2. Perioada: 14 mai -1 august 2018, - Realizarea unui stagiu de plasament Erasmus la Politecnico Di Torino, Italia, cu cercetare în „Rezultate parțiale cu privire la evaluarea calități apelor subterane din cadrul activitățiilor miniere”.

Referate prezentate:

1. Alina Cochiorca - Stadiul actual al cercetărilor cu privire la evaluarea impactului activităţilor miniere asupra calităţii apelor subterane, referat 1, Universitatea „Vasile Alecsandri”, din Bacău.
2. Alina Cochiorca - Stabilirea bazei tehnice de cercetare privind evaluarea impactului activităţilor miniere asupra calităţii apelor subterane, referat 2, Universitatea „Vasile Alecsandri”, din Bacău.
3. Alina Cochiorca - Rezultate parțiale cu privire la evaluarea activităților miniere asupra calității apei, referat 3, Universitatea „Vasile Alecsandri”, din Bacău.

Examene susținute:

1. Managementul proiectelor de cercetare ştiinţifică;
2. Modelare fizică şi principii privind achiziția şi prelucrarea datelor experimentale;
3. Modelare matematică şi principii privind simularea numerică;
4. Noțiuni și norme de legislație a drepturilor de proprietate intelectuală și de etică în cercetare.

BIBLIOGRAFIE

1. Ahmed B., Mohamed E. B., Jamila R., Brahim A., Mohamed S., Assessment of spatial and seasonal water quality variation of Oum Er Rbia River (Morocco) using multivariate statistical techniques, International Soil and Water Conservation Research, vol. 4, pp 284–292, 2016;
2. Allan R. J., Impact of Mining Activities on the Terrestrial and Aquatic Environment with Emphasis on Mitigation and Remedial Measures, Heavy Metals (Part of the Environmental Science book series), pp. 119-140;
3. ALINA COCHIORCA, NARCIS BARSAN1, FLORIN MARIAN NEDEFF1, ION SANDU, EMILIAN FLORIN MOSNEGUTU, MIRELA PANAINTE LEHADUS DANA CHITIMUS, OANA IRIMIA , IOAN GABRIEL SANDU, Surface Water Quality Assessment from a Mining Area Case study, Groapa Burlacu lake, Targu Ocna, Romania, REV.CHIM.(Bucharest), vol 70, Nr. 10, 2019, pp. 3678 – 3680;
4. ALINA COCHIORCA, VALENTIN NEDEFF1, NARCIS BARSAN, ION SANDU, EMILIAN MOSNEGUTU1, DANA ALEXANDRA CHITIMUS, ANDREI VICTOR SANDU, OANA IRIMIA, Surface Water and Groundwater Quality Evaluation in a Mining Area, Rev. Chim., vol. 71 (6), 2020, pp. 136-143;
5. Alina Cochiorca, Valentin Nedeff, Narcis Bârsan, Emilian Florin Moşneguțu , Mirela Panainte-Lehăduș , Claudia Tomozei, ANALYSIS OF WATER QUALITY FOR TWO RIVERS LOCATED NEAR A MINING AREA, 2018, vol. 19 (4), pp. 455 – 463;
6. Ana Teresa Luís, Paula Teixeira, Salomé Fernandes Pinheiro Almeida, João Xavier Matos, Eduardo Ferreira da Silva, Environmental impact of mining activities in the Lousal area (Portugal): Chemical and diatom characterization of metal-contaminated stream sediments and surface water of Corona stream, Science of the Total Environment, Volume 409, 2011, Pages 4312–4325;
7. Andrew Bell , Tingju Zhu ,Hua Xie , Claudia Ringler, Climate–water interactions—Challenges for improved representation in integrated assessment models, USA, Energy Economics, Volume 46, 2014, Pages 510–521;
8. Aniefiok E. Ite, Uwem U. Ubong, Usoro M. Etesin, Edet W. Nsi, Emmanuel J. Ukpong, Akanino N. Ekanem, Usenobong F. Ufrt, and Anietimfon I. Udo, “Heavy metals in Epiphytic Lichens and Mosses of Producing Communities of Ekel and Ibeno, Akwo Ibom State – Nigeria.” American Journal of Environmental Protection, Vol. 4, Nr.2, 2016, pp.38-47.
9. Atheesha Singh, Johnson Lin, Microbiological, coliphages andphysico-chemical assessments of theUmgeni River, South Africa, International Journal of EnvironmentalHealth Research, 2014, DOI: 10.1080/09603123.2014.893567;
10. Băloiu V., Gospodărirea apelor, Ed. Didactică și pedagogic, București, 1971;

11. Behzad Mehrabi, Shiva Mehrabani, Behrouz Rafiei, Behrouz Yaghoubi, Assessment of metal contamination in groundwater and soils in the Ahangaran mining district, west of Iran, Environ Monit Assess, pp. 187:727, 2015;

12. Bellos D., Sawidis T., Tsekos I., Nutrient chemistry of River Pinios (Thessalia, Greece), Environment International, vol. 30, pp. 105– 115, 2004;

13. Cochiorca, Alina; Nedeff, Valentin; Bârsan, Narcis; Moşneguţu, Emilian Florin; Panainte-Lehăduş, Mirela, ASPECTS RELATED TO WATER QUALITY ASSESSMENT IN A MINING ACTIVITY AREA. CASE STUDY, MINING AREA TARGU OGNA, ROMANIA, International Multidisciplinary Scientific GeoConference , vol. 18, Iss. 3.1, (2018);

14. Conf. univ. dr. ing. Eugen TRAISTĂ, Drd. ing. Mădălina IONICĂ Influenţa Activităţilor Industriei Miniere Asupra Calităţii Apelor de Suprafaţă din Valea Jiului, nr 3/2006, online http://www.agir.ro/buletine/205.pdf;

15. Damir T., Mirjana Č., Ankica S. M., Assessing the surface water status in Pannonian ecoregion by the water quality index model, Ecological Indicators, vol. 79, pp 182–190, 2017;

16. Debels, P., Figueroa, R., Urrutia, R., Barra, R., Niell, X., Evaluation of water quality in the Chillán River (Central Chile) using physicochemical parameters and a modified water quality index. Environ. Monit. Assess., 2005, vol. 110, pp. 301–322.

17. Deborah C., Water Quality Assessments - A Guide to Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring - Second Edition, Cambridge, 1996, pp19-39;

18. Duruibe J. O., Ogwuegbu M. O. C., Egwurugwu J. N., Heavy metal pollution and human biotoxic effects, International Journal of Physical Sciences, vol. 2 (5), p. 112-118, May 2007.

19. Fan X., Cui B., Zhao H., Zhang Z., Zhang H., Assessment of river water quality in Pearl River Delta using multivariate statistical techniques, Procedia Environmental Sciences, vol. 2, pp. 1220–1234, 2010;

20. Georgios Stamatis, Kostas Voudouris And Fanis Karefilakis, GROUNDWATER POLLUTION BY HEAVYMETALS IN HISTORICAL MINING AREA OF LAVRIO, ATTICA, GREECE, Water, Air, and Soil Pollution vol, 128,pp. 61–83, 2001;

21. Gleick, PH., Water resources. In Encydclopedia of climate and Water, ed. By S.H. Schneider, Oxford University Press, New York, vol. 2, 1996, Pages 817-823;

22. Graham Bird, Mark G. Macklin, Paul A. Brewer, Sorin Zaharia, Dan Balteanu, Basarab Driga, Mihaela Serban, Heavy metals in potable groundwater of mining-affected river catchments, northwestern Romania, Environ Geochem Health, vol. 31, pp. 741–758, 2009;

23. Graham Bird, Paul A. Brewer, Mark G. Macklin, Dan Balteanu, Basarab Driga, Mihaela Serban, Sorin Zaharia, The solid state partitioning of contaminant metals and As in river channel sediments of the mining affected Tisa drainage basin, northwestern Romania and eastern Hungary, Applied Geochemistry vol. 18, 2003, pp. 1583–1595;

24. Gray N.F., Drinking water quality. Problemes and Solutions, Second edition, 2008, Cambridge Uninersity Press;

25. Hicham El Khalil, Ouafae El Hamiani, Gabriel Bitton, Naaila Ouazzani, Ali Boularbah, Heavy metal contamination from mining sites in South Morocco: Monitoring metal content and toxicity of soil runoff and groundwater, Environmental Monitoring and Assessment, 2008,vol. 136, pp. 147–160;

26. Ioana PIŞTEA, Cristina ROŞU, Carmen ROBA, Alexandru OZUNU, Assessment of groundwater quality from Baia Mare mining area, Romania, Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development, vol. 15, issue 2, 2015;

27. Iona Pișteа, Cristina Roșu, Ildiko Martonos și Alexandru Ozunu, Romanian Surface Water Quality: Tarnava Mare River Between Medias And Copsa Mica Case Study, Environmental Engineering and Management Journal, Vol.12, 2013, no. 2, pp. 283-289;

28. Ioana Pistea, Carmen Rosu, Carmen Roba, Bone S, Ozunu A., The Monitoring of the Physico-Chemical Parameters of Crişul Repede River, Air and Water Components of the Environment, 2014, pp. 250-255;

29. International Initiative on Water Quality, Promoting scientific research, knowledge generation and dissemination, and effective policies to respond to water quality challenges in a holistic and collaborative manner towards ensuring water security for sustainable development;

30. Jobst Wurl, Lia Mendez-Rodriguez, Baudilio Acosta-Vargas, Arsenic content in groundwater from the southern part of the San Antonio-El Triunfo mining district, Baja California Sur, Mexico, Journal of Hydrology, vol. 518, pp. 447–459, 2014;

31. Khan R., Israili S.H., Ahmad H., Mohan A., Heavy Metal Pollution Assessment in Surface Water Bodies and its Suitability for Irrigation around the Neyevli Lignite Mines and Associated Industrial Complex, Tamil Nadu, India, Mine Water and the Environment, vol. 24, pp. 155–161, 2005;

32. Kumar Tank D., Singh Chandel C. P., Analysis Of The Major Ion Constituents In Groundwater Of Jaipur City, Report and Opinion, vol.2(5), pp. 1-7, 2010;

33. Kumar Yadav K., Gupta N., Kumar V., Arya S., Singh D., Physico-chemical analysis of selected ground water samples of Agra city, India, Recent Research in Science and Technology, vol. 4(11), pp. 51-54, 2012;

34. Kunwar P. S., Amrita M., Sarita S., Water quality assessment and apportionment of pollution sources of Gomti river (India) using multivariate statistical techniques - a case study, Analytica Chimica Acta, vol. 538, pp 355–374, 2005;

35. Lakshmi.E, G. Madhu. An assessment of water quality in river Periyar, Kerala, South india using water quality index, IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology, vol. 8, 2014, pp 11-16;

36. Li, X.D., Thornton, I., 2001. Chemical partitioning of trace and major elements in soils contaminated by mining and smelting activities. Applied Geochemistry vol. 16(15), pp. 1693-1706;

37. Manual utilizare Spectrofotometru DR 3900 HACH LARGE;

38. Massoud A. M., El-Fadel M. , Scrimshaw D. M., Lester N. J., Factors influencing development of management strategies for the Abou Ali River in Lebanon I: Spatial variation and land use, Science of the Total Environment, vol. 362, pp. 15– 30, 2006;

39. Massoud A. M., El-Fadel M., Scrimshaw D. M. Lester N. J., Factors influencing development of management strategies for the Abou Ali River in Lebanon II: Seasonal and annual variation, Science of the Total Environment, vol. 362, pp. 31– 41, 2006;

40. Meena Palaniappan, Peter H. Gleick, Lucy Allen, Michael J. Cohen, Juliet Christian-Smith, Courtney Smith, Clearing the Waters, A focus on water quality solutions, Editor: Nancy Ross, 2010, United Nations Environment Programme;

41. Navis Karthika I., Thara K., Dr. Dheenadayalan M.S., Physico-Chemical Study of the Ground Water Quality at Selected Locations in Periyakulam, Theni district, Tamilnadu, India, Materials Today: Proceedings, vol. 5, pp. 422–428, 2018;

42. Nedeff Valentin, Bârsan Narcis, Chițimuș Dana Alexandra, Irimia Oana, Moșneguțu Emilian, Panainte Lehăduș Mirela, Tomozei Claudia, Nedeff Florin Marian, Proceduri de lucru pentru analiza calității apelor și a altor compuși lichizi, Ed. Alma Mater, Bacău, 2018;

43. Oana Țîrțoacă (Irimia), Mirela Panainte, Gabriel Lazăr, Valentin Nedeff, „Potabilizarea apelor. Procedee și tehnici de filtrare'', Ed. Alma Mater, Bacău, 2014;

44. Ouyang Y., Nkedi-Kizza P., Wu Q.T., Shinde D., Huang C.H., Assessment of seasonal variations in surface water quality, Water Research, vol. 40, pp. 3800 – 3810, 2006;

45. Papadopoulou A.A., Mouza A.A., Paras S.V., Karabelas A.J., A NEW TURBIDITY METER FOR MONITORING THE QUALITY OF WATER, Intern. Conference "Protection&Restoration of theEnvironment IV", 1-4 July, 1998 Sani, Halkidiki, Greece;

46. Patil V.T., Patil P.R., Groundwater Quality of Open Wells and Tube Wells around Amalner Town of Jalgaon District, Maharashtra, India, E-Journal of Chemistry, vol. 8(1), pp. 53-58, 2011;

47. Peter A. Bruttel, Nadine Seifert, Analysis of water samples and water constituents with Metrohm instruments, Printed in Switzerland by Metrohm Ltd., CH-9101 Herisau, 8.038.5003 – 2007-06;

48. Philippe Gourbesville, Challenges for integrated water resources management, Physics and Chemistry of the Earth, Volume 33, Issue 5, 2008, pp. 284–289;

49. PLANURILE DE MANAGEMENT ALE BAZINELOR HIDROGRAFICE DIN ROMÂNIA, Probleme importante de gospodărirea apelor, 2007;

50. Prof.univ.dr.ing. Dumitru FODOR, Influența Industriei Miniere asupra Mediului, Buletin AGIR nr 3/2006, online http://www.agir.ro/buletine/199.pdf;

51. Rajeshwari, C.V., Saraswathi, B.,. Assessment of water quality of Rivers Tungabhadra & Hundri, India. Pollut. Res., 2009, Vol. 28 (3), pp 499–505;
52. Ramakrishnaiah C. R., Sadashivaiah C., Ranganna G., Assessment of Water Quality Index for the Groundwater in Tumkur Taluk, Karnataka State, India, E-Journal of Chemistry, Volume 6(2), 2009, Pages 523-530;
53. Rosa Cidu, Riccardo Biddau, Luca Fanfani, Impact of pastminingactivity on the quality of groundwater in SW Sardinia (Italy), Italy, Journal of GeochemicalExploration, Volume 100, 2009, Pages 125–132;
54. Roxana-Simona Lozba-Ştirbuleac, Catrinel-Raluca Giurma-Handley, Ion Giurma, Water Quality Characterization of the Prut River, Environmental Engineering and Management Journal, 2011, vol.10, no. 3, pp. 411-419;
55. Sadiq Abdurrahman Abubakar Shawai, Halima Ibrahim Muktar, Ado Garba Bataiya, Idris Imam Abdullahi, Ibrahim Muhammad Shamsuddin, Abba Shehu Yahaya, Maimua Suleiman, A Review on Heavy Metals Contamination in Water and Soil: Effects, Sources and Phytoremediation Techniques, International Journal of Mineral Processing and Extractive Metallurgy, 2017, vol. 2(2), pp. 21-27;
56. Shrestha S., Kazama F., Assessment of surface water quality using multivariate statistical techniques: A case study of the Fuji river basin, Japan, Environmental Modelling & Software, vol. 22, pp 464 – 475, 2007;
57. Shilomanov Igor - ,,World water resources at the beginning of the 21st century'', 1999;
58. Simeonov, V., Stratis, J.A., Samara, C., Zachariadis, G., Voutsa, D., Anthemidis, A., Sofoniou, M., Kouimtzis, Th., Assessment of the surface water quality in Northern Greece. Water Res., 2003, vol. 37, pp. 4119–4124;
59. Stoica C., Istoria ilustrată a oraşului Târgu Ocna, Din cele mai vechi timpuri până la 1918, ediția a 2-a, Ed. Magic Print, Onești, 2009;
60. Soheil Sobhanardakania, Ahmad Reza Yarib, Lobat Taghavic, Lima Tayebid, Water Quality Pollution Indices to Assess the Heavy Metal Contamination, Case Study: Groundwater Resources of Asadabad Plain In 2012, Arch Hyg Sci, 2016, vol. 5(4) pp. 221-228;
61. Sucursala Națională a Sării S.A. Sucursala Salina Tg. Ocna;
62. Tudor D. Ionescu, Ştefan Constantinescu, Maria Moţoc, George V. Marcovici, Ion Petre, ,,Analiza Apelor (natural, potabile, industrial, reziduale)'', Ed. Tehnică, Bucureşti, 1968;
63. Tulay Ekemen Keskin, Sonay Toptas, Heavy metal pollution in the surrounding ore deposits and mining activity: a case study from Koyulhisar (Sivas-Turkey), Environ Earth Sci, vol. 67, pp. 859–866, 2012;
64. U.S. EPA (2009) 2009 Edition of the drinking water standards and health advisories. EPA 822-R-09-011. Office of Water;
65. United Nations Economic Commission for Europe, International Network of Basin Organizations, Water and Climate Change Adaptation in Transboundary Basins:Lessons Learned and Good Practices 2015.
66. V. T. Patil şi P. R. Patil, Groundwater quality status using water quality index in Amalner town, Maharashtra, Journal of Chemical and Pharmaceutical Research, 2013, vol. 5(5), pp. 67-71;
67. Vigh Melinda, Qualitative Aspects of Crişul Repede River, Air and Water Components of the Environment, https://core.ac.uk/reader/27157196;
68. VIMAN Oana, I. OROIAN, Efecte Dăunătoare ale Poluării Globale a Apelor, ProEnvironment, vol. 3, 2010, pp. 240 – 242;
69. WANG Lai-gui, LI Xi-lin, LIU Ling, HAN Liang, Research on mechanism of groundwater pollution from mine water in abandoned mines, Journal Of Coal Science & Engineering, vol.14 nr. 2 pp. 294–298, 2008;
70. Water for a sustainable world, The United Nations World Water Development Report 2015;
71. World Health Organization (WHO) (2008) guidelines for drinkingwater quality. Third Edition, Incorporating the first and second addenda. Volume 1 Recommendations. Geneva.
72. Yanpeng Cai , Wencong Yue, Linyu Xu, Zhifeng Yang, Qiangqiang Rong, Sustainable urban water resources management considering life-cycle environmental impacts of water utilization under uncertainty, Resources, Conservation and Recycling, Volume 108, 2016, Pages 21-40;

73. Zhaoshi W., Xiaolong W., Yuwei C., Yongjiu C. , Jiancai D., Assessing river water quality using water quality index in Lake Taihu Basin, China, Science of the Total Environment, vol. 612, pp 914–922, 2018;
74. ***https://ecologii.wikispaces.com/file/view/APE+NATURALE PROPRIETATI.pdf; accesat la 16/08/2016;
75. ***http://www.unibuc.ro/prof/ene_m/docs/2014/noi/05_11_38_203_Hidrologie.pdf; accesat la 16/08.2016
76. ***http://www.limnology.ro/water2010/Proceedings/68.pdf; accesat la 14/08/2016;
77. ***http://www.agir.ro/univers-ingineresc/numar-3-2015/exploatareazacamintelor-de-sare-din-romania-i_4747.html; accesat la 11/07/2016
78. ***http://www.agir.ro/univers-ingineresc/numar-5-2004/realizari-si-tendinte-manifestate-in--mineritul-mondial-si-national_606.html; accesat la 11/07/2016
79. ***http://www.agir.ro/univers-ingineresc/numar-22-2010/industria-miniera-si-mediul-inconjurator-i_3155.html; accesat la 11/07/2016
80. ***http://www.agir.ro/univers-ingineresc/numar-24-2008/rolul-carbunelui-in-asigurarea-necesarului-de-energie-la-inceputul-mileniului-al-iii-lea_2301.html; accesat la 20/07/2016
81. ***https://www.originlab.com/pdfs/Origin2015_Documentation/English/Origin_Tutorial_2015_E.pdf; accesat la 22/01/2018
82. ***http://www.analiticlaboratory.ro/spectrofotometre-pentru-analiza-ape-aquaquest/; accesat la 2/02/2018
83. ***http://www.multilab.ro/turbiditate/turbidimetru_portabil.html; accesat la 22/01/2018
84. ***http://www.amco-instruments.com/index_files/pdf/nova60.pdf; accesat la 22/01/2018
85. ***http://www.globalw.com/downloads/WQ/PH3210.pdf; accesat la 24/01/2018;
86. ***http://photos.labwrench.com/equipmentManuals/9378-3557.pdf; accesat la 2/02/2018
87. ***https://www.metrohm.com/en-us/products-overview/titration/titrando/; accesat la 2/02/2018
88. ***http://www.manualsdir.com/manuals/586306/metrohm-835-titrando-809-titrando-808-titrando-841-titrando.html?page=7; accesat la 2/02/2018;
89. ***http://photos.labwrench.com/equipmentManuals/9378-3557.pdf accesat la 2/02/2018;
90. *** https://eur-lex.europa.eu; accesat la 19/08/2020
91. ***SR EN ISO 10523:2012: Calitatea apei. Determinarea pH-ului;
92. ***SR EN ISO 7027:2001:Calitatea apei. Determinarea turbidităţii;
93. ***Legea Minelor 61/1998, reglementează toate activităţile miniere în România;
94. ***Legea minelor nr. 85/2003, prezenta lege reglementează desfăşurarea activităţilor miniere în România, stimulând valorificarea resurselor minerale, proprietate publică a statului;
95. ***HG nr. 816/1998, privind conservarea şi închiderea definitive a unor mine şi cariere;
96. ***HG nr. 17/1999, privind închiderea definitive şi conservarea unor mine şi cariere, etapa a II – a;
97. ***HG nr. 720/1999, privind aprobarea programului pentru conservarea şi închiderea definitive a unor mine şi cariere, etapa a III – a;
98. ***HG nr 493/2000, privind aprobarea programului pentru conservarea şi închiderea definitive a unor mine şi cariere, etapa a IV – a;
99. ***HG nr. 1001/2000, modificarea şi completarea HG nr. 493/2000, privind aprobarea programului pentru conservarea şi închiderea definitive a unor mine şi cariere, etapa a IV – a;
100. ***HG nr. 602/2001, privind aprobarea închideri definitive a unor mine şi cariere, etapa a V – a;
101. ***HG nr. 898/2002, privind aprobarea închideri definitive a unor mine şi cariere, etapa a VI – a;
102. ***HG nr. 336/2003, modificarea anexei nr. 1 la HG nr. 602/2001, privind aprobarea închideri definitive a unor mine şi cariere, etapa a V – a;
103. ***HG nr. 926/ 2003, privind aprobarea conservării, închiderii definitive şi monitorizării factorilor de mediu postînchidere a unor mine şi cariere, etapa a VII –a;
104. ***HG nr. 1330/2004, privind aprobarea majorării cheltuielilor totale pentru închiderea, ecologizarea şi monitorizarea factorilor de mediu postînchidere a unor mine şi cariere aprobate prin hotărâri ale Guvernului;

105. ***HG nr. 1846/2004, privind aprobarea conservării, închiderii definitive şi monitorizării factorilor de mediu posînchidere a unor mine şi cariere, etapa a VIII – a;
106. ***HG nr. 1008/ 2006, privind aprobarea închiderii definitive şi monitorizării factorilor de mediu postînchidere a unor mine şi cariere, etapa a IX – a;
107. ***HG nr. 644/2007, privind aprobarea închiderii definitive şi monitorizării factorilor de mediu postînchidere a unor mine şi cariere, etapa a X – a şi modificarea unor acte normative în domeniul unor mine şi cariere;
108. ***HG nr. 997/2010, privind aprobarea închiderii definitive şi monitorizării post închidere a stării de siguranţă a obiectivului şi a factorilor de mediu a unor mine şi cariere, etapa a XI – a, şi modificarea unor acte mormative în domeniu unor mine şi cariere;
109. ***HG nr. 350/2015, prevăzute de Legea minelor nr.85/2003, privind reactualizarea valorii taxelor pentru activităţile miniere;
110. ***Ordin nr. 202/2881/2348 din 2013, privind aplicarea şi urmărirea măsurilor stabilite în planul de refacere a mediului, în planul de gestionare a deşeurilor extractive şi în proiectul tehnic de refacere a mediului;
111. ***Ordin nr. 197/2003, pentru aprobarea Normelor metodologice privind executarea lucrărilor de cadastru de specialitate în domeniul extractiv minier;
112. ***Ordinul nr. 161 din 1 februarie 2006 pentru aprobarea Normativului privind clasificarea calităşii apelor de suprafaţă în vederea stabilirii stării ecologice a corpurilor de apă;
113. ***Ordinul nr. 621 din iulie 2014 privind aprobarea valorilor de prag pentru apele subterane din România;
114. ***Directiva 2006/118/CE, Protecţia apelor subterane împotriva deteriorării şi a poluării;
115. *** Directiva 76/464/EEC, Deversarea substanţelor periculoase în apă;
116. ***Directiva 96/82/EC, Riscuri de Accidente Majore (Seveso II);
117. ***Directiva 75/442/EEC, amendată de Directiva 91/156/EEC, Managementul Deşeurilor;
118. ***Directiva 99/331/EC, Eliminarea deşeurilor;
119. ***Directiva 96/61/EC, Prevenirea şi Controlul Integrat al Poluării – IPPC;
120. ***https://www.googlemaps.ro