

MINISTERUL EDUCAȚIEI NAȚIONALE
UNIVERSITATEA DIN PETROȘANI
DOMENIUL DE DOCTORAT: MINE, PETROL ȘI GAZE



DOCTORAND

cercetător științific Alexandru - Florin SIMION

**CERCETĂRI PRIVIND EVOLUȚIA, MAGNITUDINEA
ȘI COMPLEXITATEA IMPACTULUI GENERAT
DE ACTIVITĂȚILE ECONOMICE ASUPRA
JIULUI DE EST**

- REZUMAT -

Coordonatori științifici

Prof. Dr. habil. ing. LAZĂR MARIA

Prof. e.h. Dr. Dr. h.c. mult. DREBENSTEDT CARSTEN

Petroșani, 2022

„Ceea ce nu înțelege cineva (care nu se pricepe deloc la ecologie) despre un ecosistem, este tocmai faptul că-i vorba de un sistem,” spunea Kynes¹. „Un sistem! Un sistem își menține o anumită stabilitate fluidă, care însă poate fi răsturnată de o singură greșeală, comisă într-o singură nișă. Un sistem posedă o anumită ordine, o anumită curgere de la un punct la altul. Dacă cineva zăgăzuieste această curgere, ordinea este distrusă. Cine ignoră ecologia nu va observa dezastrul, decât când va fi prea târziu.

Iată de ce, funcția primordială a ecologiei este

înțelegerea consecințelor”.

Frank Herbert, Dune

¹Pardot Kynes, Primul planetolog al Arrakisului

CUPRINS

	pag
MULȚUMIRI	iii
REZUMAT	iv
NOMENCLATORUL REPREZENTĂRIILOR GRAFICE	ix
NOMENCLATORUL TABELELOR	xiv
NOMENCLATORUL ABREVIERILOR	xvi
INTRODUCERE	1
SCOPUL LUCRĂRII ȘI METODOLOGIA DE CERCETARE	4
CAPITOLUL 1 BAZINUL HIDROGRAFIC AL RÂULUI JIUL DE EST	6
1.1. Solul și subsolul zonei estice a Văii Jiului	7
1.2. Caracteristici climatice ale zonei estice a Văii Jiului	9
1.3. Geologia zonei estice a Văii Jiului	12
1.4. Apele subterane din zona estică a Văii Jiului	14
1.5. Flora și fauna caracteristică zonei estice a Văii Jiului	14
1.5.1. Zona superioară a Jiului de Vest (zona de munte)	15
1.5.2. Zona inferioară a Jiului de Est (zona deluroasă)	15
CAPITOLUL 2 SURSE DE IMPACT ASUPRA CALITĂȚII APEI ȘI ECOSISTEMELOR ACVATICE ȘI TERESTRE RIVERANE	20
2.1. Industria minieră	21
2.1.1. Exploatarea minieră Lonea	22
2.1.2. Exploatarea minieră Petrița	24
2.1.3. Exploatarea minieră Livezeni	25
2.1.4. Considerații privind calitatea apelor de mină	27
2.2. Industria prelucrării lemnului din estul Văii Jiului	31
2.3. Agricultură urbană și zootehnia locală	35
2.4. Depozitarea necontrolată a deșeurilor menajere urbane	43
CAPITOLUL 3 PROGRAMUL DE MONITORIZARE ȘI METODE DE CARACTERIZARE A CALITĂȚII JIULUI DE EST	47
3.1. Stabilirea secțiunilor de monitorizare (control)	47
3.2. Programul de monitorizare al bazinului hidrografic Jiul de Est	50
3.3. Prelevarea, transportul și analiza probelor de apă	51
3.4. Metodologia utilizată pentru determinarea calității apei	53

3.4.1 Metoda Indicelui de Calitate a Apei	54
3.4.2 Caracterizarea corpurilor de apă în funcție de Ordinul 161 din 2006	62
3.4.3 Caracterizarea elementelor hidro-morfologice a corpurilor de apă	63
3.4.4 Caracterizarea stării ecologice a apei	64
CAPITOLUL 4 EVALUAREA CALITĂȚII APELOR DIN BAZINUL HIDROGRAFIC AL JIULUI DE EST	68
4.1 Secțiunea 1 - Râul Jieț - în amonte de așezările gospodărești (probă martor)	68
4.2. Secțiunea 2 - Râul Jiul de Est - în zona localității Tirici	70
4.3. Secțiunea 3 - Pârâul Răscoala - înainte de confluența cu Jiul de Est	73
4.4. Secțiunea 4 - Râul Jiul de Est - după confluența cu pârâul Răscoala	75
4.5. Secțiunea 5 - Râul Taia - în amonte de confluența cu Jiul de Est	76
4.6. Secțiunea 6 - Râul Jiul de Est - înainte de confluența cu Râul Taia	78
4.7. Secțiunea 7 - Râul Jiul de Est - după confluența cu râul Taia	80
4.8. Secțiunea 8 - Râul Jieț în aval de așezările gospodărești	82
4.9. Secțiunea 9 - Râul Jiul de Est - după confluența cu râul Jieț	84
4.10. Secțiunea 10 - Râul Jiu de Est - înainte de confluența cu râul Banița	86
4.11. Secțiunea 11 - Râul Roșia - în amonte de așezările gospodărești	88
4.12. Secțiunea 12 - Râul Bănița - după confluența cu râul Roșia	90
4.13. Secțiunea 13 - Râul Jiu de Est - după de confluența cu râul Banița	92
4.14. Secțiunea 14 - Râul Maleia - înainte de confluența cu Jiul de Est	94
4.15. Secțiunea 15 - Râul Slătioara - înainte de confluența cu Jiul de Est	96
4.16. Secțiunea 16 - Râul Jiul de Est - înainte de confluența cu Jiul de Vest	97
CAPITOLUL 5 INFLUENȚELE FACTORILOR FIZICO-CHIMICI ASUPRA IHTIOFAUNEI DIN BAZINUL HIDROGRAFIC AL JIULUI DE EST	103
5.1. Materiile în suspensie și mediul acvatic	104
5.1.1. Cerințe față de materiile în suspensie	104
5.1.2. Starea ecosistemelor acvatice față de materiile în suspensie	105
5.2. Reacția pH-ul și calitatea ecosistemelor acvatice	107
5.2.1. Cerințele ecosistemelor acvatice față de pH-ul apei	107
5.2.2 Starea ecosistemelor acvatice în funcție de pH-ul apei	108
5.3. Cerințele ecosistemelor acvatice față de suprasaturările cu gaze	109
5.3.1. Cerințe ecosistemelor acvatice față de conținutul de oxigen din apă	110
5.3.2. Starea ecosistemelor acvatice în funcție de O ₂ apei	112
5.3.3. Starea ecosistemelor acvatice în funcție de CBO ₅ apei	113

5.4. Compuși ai azotului în apele naturale	115
5.4.1 Cerințele ecosistemelor acvatice față de substanțele azotate	115
5.4.2 Amoniacul, calitatea apei și a ecosistemelor	116
5.4.3 Nitriți și nitrați calitatea apelor și a ecosistemelor	117
5.4.4 Starea ecosistemelor acvatice în funcție de concentrația nitriților și nitraților din apă	118
5.5. Fenolii, calitatea apelor și a ecosistemelor acvatice	120
5.5.1. Cerințele ecosistemelor acvatice față de fenoli	121
5.5.2 Starea ecosistemelor acvatice în funcție de concentrația de fenoli din apă	121
CAPITOLUL 6 ANALIZA IMPACTULUI GENERAT DE ACTIVITĂȚILE ECONOMICE DIN ESTUL VĂII JIULUI	124
6.1. Analiza impactului cauzat de industria minieră din estul Văii Jiului	124
6.1.1 Impactul haldei de steril Lonea 1 asupra proprietăților solului	130
6.1.2. Impactul haldei de steril Petrila asupra proprietăților solului	133
6.1.3. Impactul haldei de steril Jieț asupra proprietăților solului	136
6.1.4. Impactul haldei de steril Livezeni asupra proprietăților solului	139
6.2. Impactul haldelor din partea estică a Văii Jiului asupra calității apei	142
6.3. Cercetări privind infiltrația eficientă din zona estică a Văii Jiului	144
6.4 Cercetări privind calitatea apelor subterane din zona estică a Văii Jiului	145
6.5. Analiza impactului generat de microagricultura locală	147
6.6. Analiza impactului generat de exploatarea și prelucrarea lemnului	149
6.7. Analiza impactului generat prin depozitarea neconformă a deșeurilor	151
CAPITOLUL 7 EXTINDEREA IMPACTULUI GENERAT DE ACTIVITĂȚILE ECONOMICE DIN ESTUL VĂII JIULUI	154
7.1. Analiza elementelor dinamice ale cursului de apă - modul RMA2	155
7.2. Analiza evoluției concentrației de poluanți în cursul de apă - modulul RMA4	157
7.3. Domeniul computațional și alcătuirea modelului energetic al râului Jiul de Est	159
7.3.1. Condițiile hidrodinamice inițiale ale râului Jiul de Est	159
7.3.2. Schematizarea hidrodinamică a râului Jiul de Est	163
7.3.3. Analiza de sensibilitate a râului Jiului de Est	164
7.4. Extinderea și evoluția impactului generat de activitățile economice asupra râului Jiul de Est	167
7.4.1 Extinderea poluanților în primul sector al râului Jiul de Est	169

7.4.2 Extinderea poluanților în al doilea sector al râului Jiul de Est	172
7.4.3 Extinderea poluanților în al treilea sector al râului Jiul de Est	175
7.5. Extinderea și evoluția impactului cauzat de poluarea organică a Jiului de Est	179
CAPITOLUL 8 MAGNITUDINEA ȘI COMPLEXITATEA IMPACTULUI GENERAT DE ACTIVITĂȚILE ECONOMICE DIN ESTUL VĂII JIULUI	191
8.1. Definirea variabilelor lingvistice de intrare	193
8.2. Ieșirile lingvistice ale sistemului de interferență fuzzy	196
8.2.1. Magnitudinea și direcția impactului	197
8.2.2. Complexitatea impactului (extinderea ecologică a impactului)	198
8.2.3. Probabilitatea de apariție a impactului	199
8.2.4. Recurența impactului	200
8.2.5. Dimensiunea spațială a impactului	201
8.3. Definirea setului de reguli a bazei de cunoștințe (cutia neagră)	203
8.4. Verificarea sistemelor complexe bazat pe logica fuzzy	209
8.4.1. Verificarea sistemelor complexe pe date aleatorii	209
8.4.2. Aplicarea sistemului bazat pe logica fuzzy pentru Jiul de Est - studiu de caz	213
8.4.3. Avantajele și dezavantajele unui sistem complex bazat pe logică fuzzy	218
8.5. While it is all about the wheel do not forget about the cube	218
CONCLUZII ȘI CONTRIBUȚII PERSONALE	221
BIBLIOGRAFIE	227
ANEXE	I
Anexa 1. Analizele fizico-chimice ale probelor de apă prelevate din în secțiunile de monitorizare	I
Anexa 2. Analiza microelementelor din halde de steril localizate în partea estică a Văii Jiului	IX
Anexa 3. Date meteorologice pentru depresiunea Petroșani	XVI
Anexa 4. Indicele de calitate al apei în secțiunile de monitorizare	XVIII
Anexa 5. Regimul hidrologic și parametrii morfologici ai râului Jiul de Est	XXIX
Anexa 6a. Calibrarea și distribuția vitezelor în sectoarele bazinului hidrografic Jiul de Est	XXXVII
Anexa 6b. Hărțile de dispersie a poluanților în râul Jiul de Est	XL
Anexa 7a. Funcțiile de apartenență a sistemului complex fuzzy	LVIII
Anexa 7b. Evaluarea ponderilor pentru indicatorii de calitate ai apei	LXVIII
Anexa 7c. Reguli pentru compunerea „spider walk-ului”	LXIX
Anexa 7d. Variabile aleatorii pentru testarea sistemului complex fuzzy	LXXI

INTRODUCERE

Apa este un factor de mediu abiotic, care condiționează menținerea și dezvoltarea vieții pe Terra, fiind prezentă în toate învelișurile (sferele) pământului: atmosferă, biosferă, hidrosferă și litosferă. Categoria cea mai prețioasă de ape este reprezentată de apele dulci, lichide, care reprezintă numai 0,036 % din totalul de apă existent pe Terra (1,385 mil km³). Sursele de apă dulce sunt repartizate pe continente neuniform, astfel încât există dificultăți permanente în asigurarea apei pe aproximativ 30% din suprafața uscatului.

Ființele umane și mediul înconjurător sunt entități inseparabile, existența oamenilor pe Terra fiind dependentă de mediu, iar factorii de mediu (aerul, apa, solul etc.) se pot modifica în timp, ca urmare a intervențiilor antropice. Astfel, se produce poluarea, aspect implicit și inevitabil al societății contemporane, în desfășurarea căreia unele produse sau servicii rezultate din activitățile economice devin reziduuri care pot incomoda funcționarea și evoluția ecosistemelor, în funcție de natura și cantitatea lor.

Poluarea mediului (alterarea, stricarea, vicierea calității factorilor de mediu sub influența substanțelor poluante) este o consecință a utilizării în producție a unor tehnologii imperfecte, care rămân, încă, risipitoare cu materiile prime și cu energia, iar înlăturarea poluării reprezintă o problemă de corectare a erorilor care o provoacă.

Vulnerabilitatea corpurilor de apă trebuie privită ca o proprietate relativă, anizotropă și adimensională, care depinde în special de gradul de expunere la presiuni antropice. Având în vedere vulnerabilitatea ridicată a resurselor de apă dulce, la nivel internațional sunt organizate conferințe și dezbateri bazate pe dezvoltarea sustenabilă a societății, gestionarea și utilizarea resurselor de apă astfel încât acestea să fie menținute sănătoase, productive, sigure, securizate și reziliente.

În cadrul Conferinței Națiunilor Unite asupra Mediului Înconjurător de la Stockholm din iunie 1972 se recunoaște pentru prima dată, din punct de vedere legislativ la nivel internațional, interdependența problemelor sociale, tehnologice, economice și ecologice. Pe baza acestui adevăr, a fost construit și dezvoltat conceptul, și mai apoi strategia dezvoltării durabile, în cadrul căreia ecologia joacă rolul unei adevărate plăci de temelie. Importanța dezvoltării durabile este accentuată și dezvoltată de întrepătrunderea ideilor și de numeroasele lupte câștigate de-a lungul timpului de mediul înconjurător, la conferințele internaționale organizate pe probleme de protecția mediului înconjurător: Convenția de la Berna (1979), conferința de la Rio de Janeiro (1992), conferința de la Johannesburg (2002), conferința Organizației Națiunilor Unite (ONU) de la Paris (2015) etc.

Semnalele de alarmă privind resursele de apă potabilă pe glob vin din partea Organizației Națiunilor Unite, care se adresează în special forurilor multilaterale și

principalilor parteneri mondiali, anunțând pericolul unei posibile crize globale a apei potabile. ONU avertizează în cadrul forurilor și al negocierilor globale și regionale despre o posibilă pierdere a apei potabile cu până la 40% până la sfârșitul anului 2030, în contextul în care necesitatea resurselor de apă urmează să crească cu până la 55% în 2050.

De asemenea, ca urmare a creșterii populației globale, până în anul 2050, agricultura trebuie să producă la nivel mondial cu 60% mai multe alimente decât în prezent, iar în țările în curs de dezvoltare producția trebuie dublată. Din punct de vedere al activităților industriale se estimează că din perioada anilor 2000 până în 2050 creșterea necesarului de apă va fi de până la 400%. În acest sens, au fost elaborate strategii la nivel global și al Uniunii Europene (UE) pentru a stimula creșterea albastră durabilă și incluzivă, fiind astfel introduse aspecte ale economiei albastre (resursele naturale, energia, comerțul, dezvoltarea și securitatea) în politicile externe. De asemenea, au fost dezvoltate strategii regionale pentru abordarea provocărilor comune și pentru a valorifica oportunitățile comune, colaborând îndeaproape cu societatea civilă și cu sectoarele public și privat.

Poluarea resurselor naturale de apă creează efecte sinergice, care se manifestă asupra ecosistemelor acvatice locale și se extind permanent în timp și spațiu generând efecte cumulative și asupra altor corpuri de apă subterane și de suprafață cu care interacționează sau au continuitate. Efectele sinergice cauzate de poluarea apelor naturale pot afecta în mod direct diversitatea biologică, definită ca fiind abundența entităților vii a resurselor de apă. Diversitatea biologică este reprezentată de totalitatea speciilor de plante, animale și microorganismе, genele pe care acestea le conțin, interacțiunile și complexitatea interacțiunilor pe care ecosistemele acvatice le formează în mediul biologic. Mediul acvatic, reprezentat de totalitatea ecosistemelor acvatice, dezvoltate în milioane de ani, a început să fie afectat și uneori distrus de către activitățile antropice. Un număr mare de specii suferă un declin rapid, unele fiind aproape de punctul de unde începe propria lor extincție, ca rezultat direct al distrugerii habitatelor, pescuitului excesiv, prădătorilor sau competitorilor introduși deliberat de către om. Unul din principalii inamici ai biodiversității este sărăcia, iar gradul de protecție al biodiversității poate fi îmbunătățit, prin creșterea nivelului de trai și lupta împotriva subdezvoltării societății moderne. De altfel, și poluarea mediului acvatic poate avea un efect disproporționat și negativ asupra populațiilor sărace, indigene și marginalizate, din cauza stării generale de sănătate, expunerilor potențiale mai mari și reducerea rezilienței la riscului social, de mediu și economic.

Nivelul de înțelegere și cunoașterea dezideratelor ecologice de către publicul larg este relativ scăzut, iar luarea deciziilor executive este în pericol prin prisma înțelegerii problematicei de mediu, fără cunoașterea datelor esențiale și a funcțiilor ecosistemelor terestre și acvatice. Multe "legende" cu privire la funcțiile ecosistemelor terestre și

acvatice au fost dezvoltate de-a lungul anilor, atât în sectorul publicului larg, cât și printre specialiști. Funcțiile pădurilor în relație cu mediul acvatic reprezintă un exemplu clar, plecând de la premisa că pădurile sunt benefice pentru ecosistemele acvatice dar și pentru resursele de apă, iar pe baza observațiilor directe a fost demonstrat că sunt strict legate de degradarea solului prin defrișări masive și de conservarea și reabilitarea solului prin împăduriri.

Prin corelarea logică a ecosistemelor terestre, a zonelor urbanizate și a ecosistemelor acvatice, trebuie dezvoltată o imagine comună. O astfel de imagine va fi esențială, ca bază pentru realizarea un dialog aprofundat între părțile implicate, ecologiști și managerii de apă. În viitorul apropiat trebuie să se pună cât mai mult accentul pe campaniile de informare, implicarea și educarea publicului în încercarea de diseminare a cunoștințelor obținute.

Majoritatea activităților antropice consumă și poluează resursele de apă, iar cele mai expuse sunt apele curgătoare. Vulnerabilitatea acestora este mai ridicată în cazul râurilor și afluenților acestora din zonele montane, cu dimensiuni și debite mai reduse, care adăpostesc ecosisteme sensibile la orice formă de poluare. Pentru identificarea măsurilor de protecție a resurselor de apă și a biodiversității acvatice și ripariene, este necesară cunoașterea și analiza impactului exercitat de diferite acțiuni antropice, precum și stabilirea extinderii (în timp și spațiu), complexității și magnitudinii acestuia.

SCOPUL LUCRĂRII ȘI METODOLOGIA DE CERCETARE

Hidrosfera reprezintă un factor esențial pentru existența vieții și dezvoltarea societății umane moderne; prin urmare protecția resurselor de apă dulce și implicit a ecosistemelor acvatice constituie, în contextul dezvoltării economice contemporane, o provocare atât pentru generația actuală, cât și pentru generațiile viitoare.

Caracterul actual al temei studiate este reprezentat de abordarea globală a conceptului privind dezvoltarea durabilă (Agenda 2030), adoptat în cadrul adunării generale a Organizației Națiunilor Unite (ONU) la New York în anul 2015. Direcțiile de acțiune ale Agendei 2030 sunt orientate către asigurarea disponibilității și gestionării durabile a resurselor de apă și a condițiilor de calitate a apei pentru toți utilizatorii, precum și în direcția protecției mediului acvatic și implicit a resurselor de apă.

Scopul principal al tezei de doctorat este reprezentat de analiza impactului generat de activitățile economice din estul Văii Jiului, stabilirea extinderii spațio-temporale a impactului generat de către acestea, precum și stabilirea magnitudinii și complexității impactului generat de poluarea mediului acvatic asupra ecosistemelor acvatice locale și a populației.

Obiectivele principale urmărite pentru soluționarea cercetării cu privire la tema aleasă sunt:

- Cunoașterea detaliată a bazinului hidrografic al Jiului de Est;
- Cercetări privind speciile de pește prezente în bazinul hidrografic;
- Studiul mecanismelor de generare a poluanților în bazinul hidrografic;
- Caracterizarea apelor din punct de vedere fizico-chimici și ecologic și monitorizarea acestora;
- Analiza impacturilor generate de fiecare activitate economică;
- Analiza dispersiei poluanților în bazinul hidrografic al Jiului de Est;
- Evaluarea impactului;
- Stabilirea soluțiilor tehnice pentru protecția corpului de apă.

Pentru atingerea obiectivelor stabilite, în cadrul cercetării sunt utilizate metodele de cercetare hidrogeologice bazate pe observații staționare, cu o anumită frecvență, în posturile hidrometrice amplasate de-a lungul bazinului hidrografic al Jiului de Est. Eșantioanele prelevate cu o frecvență trimestrială în secțiunile de prelevare sunt analizate în laborator în vederea culegerii datelor experimentale și de observare. Pe baza analizei în teren a bazinului hidrografic și interpretării rezultatelor obținute din eșantioanele prelevate, este descrisă calitatea mediului acvatic, fiind elaborate măsuri de protecție a Jiului de Est.

Metodele statistice de tip longitudinal sunt utilizate pentru simularea dispersiei poluanților în mediul acvatic, în vederea estimării extinderii impactului în bazinul

hidrografic al Jiului de Est, efectuându-se o analiză a parametrilor hidrodinamici cu o influență majoră asupra problemei studiate. Pentru validarea modelului computațional sunt utilizate instrumente statistice, care conferă mai multă exactitate și rigurozitate în cercetarea științifică.

Analizele de tip cross-sectional sunt utilizate pentru analiza impactului generat de fiecare activitate economică desfășurată în estul Văii Jiului.

Estimarea gradului de complexitate și magnitudine a impactului generat de activitățile antropice a presupus într-o fază incipientă utilizarea metodei Delphi de consultare a specialiștilor în domeniu, succedată de raportarea la ipoteze bazate pe analize și interpretări complexe ale bibliografiei studiate.

Totalitatea metodelor de cercetare utilizate pentru realizarea tezei de doctorat intitulate „Cercetări privind evoluția, magnitudinea și complexitatea impactului generat de activitățile economice asupra Jiului de Est” sunt concretizate printr-o abordare top – down, tipologie bazată pe parametrii descriptivi abiotici, factori presupuși a se afla în relație indirectă cu diferite comunități biologice (relație de tip cauză-efect) și cu degradarea calității apei.

REZUMATUL TEZEI DE DOCTORAT

Dezvoltarea permanentă a societății moderne bazată pe consumul bunurilor și a serviciilor, conduce la creșterea obligativității agenților economici de a face față cerințelor pieței prin creșterea gradului de industrializare locală și regională. Activitățile economice nou înființate generează presiuni negative suplimentare asupra mediului și al apelor de suprafață generând o creștere a gradului de poluare care este manifestată prin vulnerabilizarea ecosistemelor acvatice la factorii de stres (xenobioți).

Cercetările științifice fundamentale pentru elaborarea tezei de doctorat „Cercetări privind evoluția, magnitudinea și complexitatea impactului generat de activitățile economice asupra Jiului de Est” au fost desfășurate la Universitatea din Petroșani, INCD INSEMEX Petroșani și TU Bergakademie Freiberg. Abordarea multidisciplinară a conceptelor privind elementele particulare ale impactului asupra corpurilor de apă din partea estică a Văii Jiului permite aplicativitatea la nivel local și regional a metodologiilor în acord cu obiectivele și cerințele dezvoltării durabile pentru un viitor mai sustenabil.

Primele capitole ale tezei de doctorat prezintă informații referitoare la particularitățile bazinului hidrografic al râului Jiul de Est (climă, sol, subsol, ape subterane, floră și faună). Obiectivele incipiente ale cercetărilor desfășurate în teren au avut ca scop identificarea activităților economice din estul Văii Jiului care generează impact asupra mediului (în special industria minieră, dar și exploatarea și prelucrarea masei lemnoase, agricultura și zootehnia locală și depozitarea deșeurilor) precum și stabilirea unui program de monitorizare trimestrială a bazinului hidrografic în conformitate cu Directiva Cadru Apă 2000/60/CE, program stabilit în funcție de localizarea și impactul generat de activitățile economice asupra Jiului de Est.

Cercetările teoretice au fost materializate prin alegerea metodelor analitice standardizate pentru analiza indicatorilor de calitate ai apei în laborator în vederea asigurării validității rezultatelor obținute. Pe baza observațiilor desfășurate în teren și a informațiilor obținute în urma procesului de elaborare și verificare a programului de monitorizare au fost selectate metodologiile adecvate pentru evaluarea calității fizico-chimice și ecologice a apei.

Evaluarea calității apei în cele 16 secțiunile de prelevare stabilite în programul de monitorizare a fost realizată după reglementările naționale cu privire la clasificarea calității apelor de suprafață în vederea stabilirii stării ecologice a corpurilor de apă (ordinul 161/2006) dar și prin metoda analitică a indicelui de calitate al apei (ICA) care permite încadrarea apei în categorii de calitate. Categoriile de calitate care indică gradul de poluare (instantaneu) al corpului de apă, posibilele restricții și utilizări ale apei pentru domeniile de folosință (PWS, FAWL, Industrie și Agreement).

Cercetările privind evaluarea ecologică a ecosistemelor acvatice (ihtiofauna) a fost realizată într-o primă etapă prin identificarea *in situ* a speciilor de *Salmonidae* și *Cyprinidae* prezente în bazinul hidrografic al râului Jiul de Est urmată de identificarea zonelor vulnerabile la o poluare potențială provenită de la activitățile economice identificate.

Evaluarea calității ecosistemelor a fost realizată prin cuantificarea gradului de sensibilitate, condițiile optime pentru dezvoltare și înmulțire ale speciilor de *Salmonidae* și *Cyprinidae* identificate. Limitele condițiilor optime pentru dezvoltarea și înmulțirea speciilor au fost stabilite din referințele bibliografice studiate cu privire la cercetările ecotoxicologice realizate prin expunerea ecosistemelor acvatice la stimuli fizici și chimici externi.

Analiza impactului generat de activitățile economice din estul Văii Jiului a fost realizată prin metoda rețelelor de impact succedată de cercetări aprofundate *a posteriori* despre regimul pluviometric local, calitatea solurilor și a apelor subterane de mică adâncime. Din punct de vedere al impactului generat de haldele de steril asupra solurilor au fost realizate aprecieri cantitative a conținutului de metale grele și a capacității de oxidare și reducere a depozitelor de material de steril. Evaluarea conținutului de metale grele a fost realizată în funcție pragurile de alertă și de intervenție reglementate de ordinul 756/1997 și prin stabilirea factorului de îmbogățire cu metale grele calculat prin raportarea la o probă martor.

Evaluarea impactului generat de activitățile de exploatare și prelucrare a masei lemnoase, micro-agricultura și zootehnia locală precum și depozitarea necontrolată a deșeurilor menajere pune în evidență aportul negativ semnificativ adus pentru menținerea calității apei în limite/ clase de calitate superioare. În acest caz este recomandat ca desfășurarea acestor activități să aibă o interacțiune minimă cu corpurile de apă dulce iar desfășurarea acestora trebuie realizată într-un mod ecologic aliniat cerințelor BAT.

Studiul evoluției impactului generat de activitățile economice asupra Jiului de Est a fost realizat prin modelarea matematică cu volume finite a bazinului hidrografic al râului Jiul de Est și realizarea hărților de dispersie a poluanților. Astfel, au fost realizate simulări computerizate ale concentrațiilor de fenoli, sulfazi și arsen la anumite intervale de timp stabilite în funcție de parametrii hidro-morfologici ai râului Jiul de Est. Cercetările desfășurate pentru estimarea la impactul activităților economice asupra regimului de oxigen al apei a fost realizat prin calculul parametrilor de oxigenare și dezoxigenare al Jiului pentru 3 tronsoane distincte din puncte de vedere morfologic și hidrodinamic fiind preconizate distanțele specifice pentru regenerarea naturală a conținutului de oxigen dizolvat și distanțele specifice pentru degradarea conținutului biochimic de oxigen.

Magnitudinea și complexitatea impacturilor, generate de activitățile economice a fost studiată prin utilizarea unui sistem complex bazat pe logica fuzzy, conceput pe baza

interacțiunilor dintre sistemele naturale și artificiale, dintre indicatorii fizico-chimici ai apei și ecosistem.

Sistemul complex bazat pe logica fuzzy a fost realizat prin alcătuirea funcțiilor de apartenență pentru variabilele de intrare (indicatori de calitate ai apei) și de ieșire (componentele impactului), acestea fiind interferate prin seturi de reguli care alcătuiesc cutia neagra a sistemului fuzzy.

Fiecare subsistem alcătuit pentru fiecare indicator de calitate al apei, interferat cu fiecare componentă a impactului, alcătuiește un subsistem fuzzy care obține ieșirile sistemului (componentele impactului). În acest caz au fost grupate 10 respectiv 6 subsisteme fuzzy fiind ponderate componentele impactului prin utilizarea limbajului de programare Simulink. Validarea și testarea sistemelor complexe fuzzy a fost realizată pe date aleatorii pentru a observa care sunt limitările sistemului, ce se întâmplă dacă într-o probă de apă am o concentrație foarte ridicată a unui anumit poluant, care este domeniul de maxim ale ieșirilor care sunt punctele tari și slabe ale sistemelor complexe etc.

Cercetările sunt finalizate prin aplicarea metodologiei propuse de evaluare a magnitudinii, extinderii și complexității impactului generat de activitățile economice din estul Văii Jiului pentru calitatea apei determinată în data de 15.08.2018. În urma cercetărilor desfășurate pot fi elaborate măsuri tehnice pentru a reduce impactul generat de activitățile economice localizate în estul Văii Jiului fără a modifica semnificativ hidrodinamica bazinului hidrografic.

În urma cercetărilor efectuate în cadrul stagiilor de cercetare au fost concepute și finalizate metode, tehnici și instrumente cu ajutorul cărora poate fi evaluată calitatea apei și a ecosistemelor acvatic, dar și impactul generat la un moment dat și/sau în mod continuu de activitatea antropică asupra râului Jiu.

Cuvinte cheie: ape de suprafață, CFD, dezvoltare durabilă, ecosisteme acvatic, GIS, ihtiofaună, indicele de calitate al apei (ICA), impact, logica fuzzy, mediu, minerit, poluare

CONCLUZII ȘI CONTRIBUȚII PERSONALE

Fundamentată pe referințe bibliografice diversificate și pe observații analitice și experimentale, în lucrarea „Cercetări privind evoluția, magnitudinea și complexitatea impactului generat de activitățile economice asupra Jiului de Est” sunt prezentate metode complexe de evaluare a calității apei dar și metodologii complexe de evaluare a impactului asupra corpurilor de apă. Considerată resursa naturală esențială, apa este sursa primordială desfășurării tuturor proceselor biologice din natură, ea prezintă o importanță deosebită pentru existența vieții și îndeplinirea tuturor activităților umane. De aceea, cunoașterea și înțelegerea mediului acvatic, dar și a proceselor care se desfășoară în mod natural sau controlat, este o componentă semnificativă în implementarea și dezvoltarea metodelor și strategiilor de reducere sau eliminare a impactului.

Etaplele premergătoare studiului complex al fenomenelor de poluare în scopul desfășurării cercetării cu privire la impactul activităților economice asupra Jiului de Est, au fost constituite din descrierea caracteristicilor structurale și morfologice ale bazinului prin care au fost examinate vulnerabilitățile și invulnerabilitățile bazinului la acțiunea oxido-reducătoare a compușilor chimici.

Cercetările privind ecosistemele acvatice, terestre-riverane dar și a celor care interacționează sau pot interacționa în mod activ cu Jiul de Est conturează imaginea de ansamblu despre arealul speciilor, locul acestora în ecosistem dar și rolul fiecărei biocenoze în ecosistem. Distribuția speciilor în partea estică a Văii Jiului este condiționată în principal de biotop dar și de relațiile inter și intra-specifice care pot intensifica dinamica deplasării ecosistemelor.

Din punct de vedere al presiunilor cauzate mediului înconjurător, în estul Văii Jiului au fost identificate activități economice care interacționează cu Jiu de Est în mod continuu și permanent, printre care se numără:

- activitățile miniere desfășurate pe 3 amplasamente (E.M. Lonea și câmpul minier Jieț, E.M. Petrila și E.M. Livezeni) cu haldele de steril conexe;
- activitățile de exploatare și prelucrare a lemnului desfășurate pe amplasamente cu utilizări multiple;
- activitățile agro-zootehnice desfășurate în microferme administrate de către localnici Văii Jiului;
- activitățile localnicilor prin care se realizează depozitarea necorespunzătoare a deșeurilor.

Dintre acestea, industria minieră generează cel mai semnificativ impact asupra bazinului hidrografic al Jiului de Est, atât ca și magnitudine, complexitate, recurență, probabilitate de apariție dar și ca arie de influență (suprafață ocupată). Impactul rezultat în urma proceselor de extragere și prelucrare a minereurilor de cărbune generează ape

încărcate cu săruri ale metalelor grele, produși organici, nutrienți, particule în suspensie (argilă, praf de cărbune) și în cazuri excepționale deșeuri radioactive.

În prezent activitatea minieră din estul Văii Jiului se mai desfășoară doar în E.M. Livezeni, E.M. Lonea și în câmpul minier Jieț, iar E.M. Petrila este închisă încă din anul 2015, în momentul de față aflându-se în ample procese de conservare a patrimoniului, reintegrare ecologică și peisagistică.

Strategia urmărită pentru a concretiza studiul de impactului asupra bazinului hidrografic al Jiului de Est a implicat, în mod simplificat, cuantificarea poluării naturale a cursurilor de apă și a poluării provenite din activitățile economice desfășurate. Cuantificarea a fost realizată pe baza cercetărilor de natură experimentală a indicatorilor de calitate ai apei relevanți fiecărei activități economice, stabiliți în urma unui program de monitorizare avându-se în vedere reglementările legislative de la nivel național și internațional.

Programul de monitorizare a Jiului de Est și a afluenților lui, elaborat în conformitate cu Directiva Cadru Apă a fost structurat în monitorizări trimestriale ale indicatorilor de calitate ai apei, în secțiuni de prelevare, desfășurat în perioada 07.03.2017 ÷ 15.03.2019. În acest sens au fost alese 16 puncte de prelevare (secțiuni de monitorizare), care au fost amplasate, în cascadă, în amonte și aval de fiecare activitate economică sau așezare umană organizată astfel încât observarea dinamicii poluării să aibă un caracter observabil, comparativ și delimitativ.

Condițiile de referință ale bazinului hidrografic, au stabilite ca fiind poluarea bazinului hidrografic generată de formațiunile geologice și de eventualele conexiuni ale Jiului de Est cu corpurile de apă subterane. Acestea au a fost cuantificate ca fiind o „poluare naturală” într-o zonă/ regiune în care activitățile economice și interacțiunea dintre om și corpul de apă să fie minimă. Pentru aceasta, ca probă de referință (martor), a fost stabilită secțiunea S1 amplasată pe râul Jieț în amonte de activitățile gospodărești deoarece este un punct strategic de captare a apei în scopul asigurării necesarului de apă potabilă a orașului Petrila, este încadrată ca fiind o zonă de protecție sanitară și este o zonă protejată de activitățile economice-industriale și gospodărești.

Indicatorii de calitate fizici și chimici ai apei, monitorizați în cele 16 secțiuni sunt reprezentați de: temperatură, pH, OD, CBO₅, Amoniu, Azotiți, Azotați, Fosfor total, Fosfați totali, Reziduu filtrabil uscat la 105°C, Sodiu, Sulfați, Arsen, Mercur, Crom, Cupru, Plumb și fenoli; iar cei morfologici sunt reprezentați de către debitul apei, continuitatea râului, variația lățimii râului și structura zonei riverane.

Pentru evaluarea gradului de poluare a cursurilor de apă în fiecare secțiune de monitorizare (S1 ÷ S16) au fost cercetate, alese și dezvoltate metodele care dau cele mai bune rezultate pe baza interconectării rezultatelor obținute din analize fizico-chimice, hidro-morfologice și ecologice. Astfel, pentru evaluarea propriu zisă a calității apei a fost utilizată metoda ICA, cu posibilitate de interpretare în funcție de intervalele ICA obținute

și de interpretare pentru domeniile de folosință (PWS, FAWL, Industrie și Agreement). Evaluarea legislativă a rezultatelor obținute (în secțiunile de prelevare) a fost realizată prin încadrare în clasele de calitate reglementate de Ordinul 161 din 2006. Evaluarea ecologică a ecosistemelor acvatice (ihtiofauna) a fost realizată Directiva 2006/44/EC și după referințele bibliografice studiate.

Evaluarea calității apelor din bazinul hidrografic al Jiului de Est prin metoda ICA, realizată în cele 16 secțiuni de monitorizare, a încadrat apa Jiului de Est și a afluenților în clase de calitate a apei **medie și bună**. Rezultatele obținute pentru fiecare secțiune au fost corelate cu regimul precipitațiilor fiind observate tendințe de îmbunătățire a calității apei în lunii cu precipitații semnificative cu manifestări hidrodinamice mai accentuate în sezonul de toamnă – iarnă. Analiza comparativă efectuată între rezultatele indicatorilor de calitate ai apei și clasele de calitate reglementate de Ordinul 161 din 2006 indică un grad de poluare semnificativ râurilor Maleia și Slătioara, acestea având indicatorii fizico-chimici încadrați și în clasele de calitate 4 respectiv 5.

Evaluarea din punct de vedere ecologic a cursurilor de apă studiate a fost realizată prin cercetări desfășurate cu privire la influențele factorilor fizico-chimici asupra ihtiofaunei din bazinul hidrografic al Jiului de Est. Au fost studiate cerințele ecosistemelor acvatice dar și efectele manifestate de către poluanți asupra ecosistemelor aparținătoare familiilor *Salmonidae* și *Cyprinidae*. Cerințele ecosistemelor din familia *Salmonidae* și *Cyprinidae* au fost studiate, descrise și evaluate pentru poluanți precum materiile în suspensie, pH, O₂, CBO₅, Nitriți, Nitrați și Fenoli în condiții de înmulțire, creștere și dezvoltare normală a speciilor. În cazul râului Jiul de Est și al afluenților lui, speciile prezente în bazin nu sunt afectate în mod semnificativ de activitățile economice din regiune. Calitatea ecologică a apei este mai redusă în partea inferioară a bazinului lucru care se datorează în principal aportului de poluanți proveniți de la afluenți și din procesele naturale.

În bazinul studiat, ecosistemele aparținătoare familiei *Salmonidae* prezintă un grad mai ridicat de sensibilitate la stimuli externi (xenobioți) în comparație ecosistemele aparținătoare familiei *Cyprinidae* care prezintă un grad de acceptabilitate și adaptabilitate mult mai ridicat. În acest sens, populațiile de *Salmonidae* prezintă un risc mai ridicat de părăsirea arealului obișnuit și către zone mai puțin poluate, fapt ce poate provoca dezechilibre majore la nivel de nișă pentru că existența un efectiv ridicat și diversificat de specii în ecosistem alcătuiește nișe mai multe și mai complexe. Cercetările asupra ecosistemelor acvatice clarifică modul în care viața sporește capacitatea mediului acvatic de a întreține viața, ea facilitează obținerea hranei necesare și adaugă un plus de energie sistemului, datorită interacțiunilor chimice dintre diferitele organisme și microorganisme.

Impactul cauzat de activitățile miniere din estul Văii Jiului este ca urmare a activităților cu privire la depozitarea materialului steril la suprafața terenului, cu

implicații majore asupra factorului de mediu apă și sol, astfel din punct de vedere al analizei calitative și calitative pentru elementele majore și minore ale haldelor de steril aparținătoare E.M. Petrila și Livezeni, cercetările desfășurate pentru toate metalele studiate apreciază un factor de îmbogățire ridicat în comparație cu proba martor.

În cazul haldei de steril Lonea 1 a fost apreciat un factor de îmbogățire ridicat pentru titan, mangan și vanadiu, iar pentru Halda Jieț a fost apreciat un factor de îmbogățire mare pentru cupru vanadiu, mangan, bariu, zinc, titan și depășire foarte mare a probei martor în cazul cadmiului. Capacitatea de oxido-reducere a haldelor de steril din estul Văii Jiului indică un pH foarte acid către moderat acid în orizonturile inferioare ale haldelor de steril, iar în orizonturile superioare un pH slab acid spre moderat acid cu tendințe de alcalinizare în unele zone ca urmare a migrației/ acumulării ionilor H^+ și H_3O^+ în orizonturile inferioare sub influența regimului pluviometric local.

Cercetările desfășurate asupra apelor subterane de mică adâncime indică conductivități reduse, pH neutru, prezență scăzută a metalelor în apă ceea ce indică o calitate bună a apelor. În acest caz, putem susține că, haldele din partea de est a Văii Jiului au o capacitate mare de transfer a contaminanților în zona nesaturată, ceea ce impune implementarea măsurilor de reabilitare ecologică a zonelor aflate în pragurile de intervenție conform ordinului 756/1997.

Activitățile de exploatare și prelucrare a masei lemnoase, micro-agricultura și zootehnia locală precum și depozitarea necontrolată a deșeurilor menajere au un aport negativ semnificativ la menținerea calității apei în limite/ clase de calitate superioare. De aceea se recomandă ca desfășurarea acestor activități să aibă o interacțiune minimă cu corpurile de apă dulce iar desfășurarea acestora realizându-se într-un mod ecologic aliniat cerințelor obiectivelor dezvoltării durabile.

Evoluția impactului cauzat de contaminanți depinde în principal de natura și concentrația poluantului, debitul apei, capacitatea de oxidare sau reducere, reactivitate chimică precum și de modul de difuzie și dispersare a poluantului în apă.

Astfel, bazinul hidrografic al râului Jiul de Est este caracterizat de parametrii hidrodinamici avantajoși din punct de vedere al intensificării proceselor de reaerare care reduc rata de oxidare a oxigenului dizolvat. Viteza de curgere ridicată dar și capacitatea mare de reaerare a primelor două sectoare ale Jiului de Est indică o capacitate ridicată de epurare naturală. În partea inferioară a sectorului trei viteza de curgere a râului se reduce semnificativ intensificând depunerea sedimentelor pe fundul albiei ceea ce crește rata de oxidare a oxigenului dizolvat și reduce capacitatea de auto epurare a râului Jiului de Est.

Evoluția consumului de oxigen și capacitatea de autoepurarea a râului mai este influențată de procesele de nitrificare ale ionului de amoniu care este oxidat în ionii azotit și azotat. În sectoarele de râu în care viteza de curgere este mai redusă, procesele de nitrificare efectuează corecții negative ale pH-ului (acidifieri) iar denitrificarea azotatului în azotit reduce consumul biochimic de oxigen și efectuează corecții pozitive ale pH-ului

(alcalinizări). Stresul oxidativ nitrozativ cauzat ecosistemelor acvatice de transformările nitriților și nitraților are implicații asupra funcțiilor celulelor fiind considerat un factor declanșator al bolilor cronice și acute în cazul populațiilor de pește.

Aportul de sulfatați, fenoli și metale grele provenit din activitățile economice reduc potențialul de autoepurare al râului ca urmare a proceselor de oxidare desfășurate pentru transformarea compușilor organici. Din punct de vedere al evoluției extinderii contaminanților, aceștia sunt descompuși în funcție de constanta degradării fiecărui compus în raport cu timpul care poate varia în funcție de distanța de la sursa de poluare.

Analiza evoluției impactului cauzat de contaminați indică o tendință de acumulare a acestora în bentos și de bioacumulare în avalul râului Jiul de Est. În bazinul hidrografic al râului Jiul de Est efectele majore manifestate de contaminanți asupra integrității ecosistemelor sunt în principal de origine antropică cauzând migrația speciilor și decesul ecosistemelor foarte sensibile.

Poluarea accidentală enunțată ca un eveniment aleatoriu care se poate întâmpla (dar se întâmplă) datorită particularității importante că lucrurile care nu s-au întâmplată niciodată se vor întâmpla. Configurația funcțională și morfologică a bazinului hidrografic, inventarierea speciilor și informațiile cu privire la comportarea poluanților în mediul acvatic sunt instrumente folositoare, în cazuri excepționale de poluare accidentală deoarece putem alege cele mai bune măsuri de reducere a contaminării în zonele inferioare a râului Jiu.

Logica fuzzy a fost utilizată în alcătuirea funcțiilor de apartenență (intrare - ieșire) pentru 4 sisteme de interferență care mediază variabilele pe baza unor reguli bine stabilite. Din cercetările efectuate pe date aleatorii doar două dintre acestea oferă soluții uniforme în tot domeniul de impact studiat.

Conceptul descris, utilizat pentru evaluarea componentelor de impact în data de 15.08.2018 ne oferă o imagine obiectivă despre procesele care se produc în râul Jiul de Est, astfel putem concluziona că în secțiunile monitorizate Direcția și Magnitudinea impactului este „**neutră - mică pozitivă**”, complexitatea impactului variază de la **foarte mică** spre **mică** până la **mică** spre **moderată** adică în bh al râului Jiul de Est este posibil ca între 20 până la 60 specii posibil afectate de poluare, un impact poate apărea rar sau în unele cazuri **câteodată** și în mod **obișnuit** (16 -20 rar evenimente)

În râul Jiul de Est dimensiunea medie spațială are o extindere **locală** și cu o recurență a impactului întâlnită **în puține** și **în unele cazuri** fiind înregistrate aproximativ evenimente relativ similare în acel moment pot reapărea

Evaluarea componentelor impactului (direcție, magnitudine, complexitate, probabilitate de apariție, recurență și dimensiune spațială) prin utilizarea sistemelor complexe, ca urmare a mediatizării funcțiilor de apartenență fuzzy (intrare - ieșire) permit un grad ridicat de observare a impactului generat de activitățile economice asupra Jiului de Est. Adoptarea unei viziuni favorabile a impactului produs de aceste activități

conduce la gestionarea eficientă a efectelor și pentru implementarea celor mai bune decizii într-un timp foarte scurt.

Bazinul hidrografic a râului Jiul de Est este caracterizat de un impact mediu al activităților economice asupra ecosistemelor acvatice de aceea se recomandă îmbunătățirea populațiilor piscicole. Din cercetările efectuate asupra corpurilor de apă se poate concluziona că morfologia, chimismul și ansamblul ecosistemelor se manifestă în sensul regenerării sistemului corp de apă - ecosistemelor acvatice.

CONTRIBUȚII PERSONALE

Răspunsurile obținute pentru obiectivele principale urmărite la soluționarea cercetării desfășurate în bazinul hidrografic al Jiului de Est și prin aplicarea perspectivelor tehnice și analitice în demersul științific aplicativ au condus la concretizarea următoarelor contribuții:

- Cercetări generale despre climatul local, geologia și geomorfologia regiunii, solurile, hidrologia și hidrogeologia corpurilor de apă subterană;
- Identificarea, structura spațială și analiza ecosistemelor prezente în bazinul hidrografic al râului Jiul de Est
- Identificarea surselor de impact asupra calității apei Jiului de Est și implicit a ecosistemelor acvatice și terestre riverane (industria minieră, prelucrarea lemnului, depozitarea necontrolată a deșeurilor, agricultura și zootehnia locala);
- Identificarea elementelor de calitate și a parametrii fizico – chimici relevanți din punct de vedere al surselor de poluare/ impact identificate în zona estică a Văii Jiului;
- stabilirea secțiunilor de control pentru bazinul hidrografic al râului Jiul de Est și elaborarea programului de monitorizare în conformitate cu Directiva cadru Apa 60 CE 2000;
- Identificarea și selectarea metodelor de referință pentru analiza indicatorilor de calitate ai apei precum și condițiile de prelevare și transport al probelor de apă în laborator;
- Îndeplinirea țintelor și a obiectivelor stabilite în programul operațional și de supraveghere;
- Cercetarea și descrierea metodelor utilizate la evaluarea calității apei râului Jiul de Est (metoda indicelui de calitate al apei, reglementările naționale și internaționale precum și metodologie de interpretare a rezultatelor obținute pentru domeniile de folosință ale apei - Sursă de apă potabilă, ihtiofaună și flora acvatică, industrie, agrement);
- Evaluarea calității apelor din bazinul hidrografic al Jiului de Est prin metoda indicelui de calitate și realizarea diagramelor sinoptice prin suprapunerea rezultatelor obținute prin metoda indicelui de calitate al apei în secțiunile de control ale Jiului de Est și cantitatea lunară de precipitații (lichide și solide) din estul Văii Jiului;
- Analiza complexă a evoluției în timp a calității apei evaluată cu ajutorul indicelui de calitate al apei pentru fiecare secțiune de control analizată;

- Caracterizarea indicatorilor fizico-chimici ai apei Jiului de Est de apă în funcție de ordinul 161/2006 în fiecare secțiune de control analizată;
- Caracterizarea elementelor de hidromorfologie ale afluenților și râului Jiul de Est;
- Identificarea speciilor prioritare prezente în bazinul hidrografic al râului Jiul de Est și studiul repartiției acestora în zonele vulnerabile la impact în bazinul hidrografic;
- Cercetări privind cerințele ihtiofaunei din familia *Salmonidae* și *Ciprinidae* la anumiți indicatori de calitate ai apei (materii în suspensie, pH, supra – sub saturări cu gaze, oxigen dizolvat, CBO, fenoli, nitriți, nitrați);
- Studiul efectelor sinergice asupra ihtiofaunei din bazinul hidrografic al râului Jiul de Est prin analiza limitelor de minim și maxim dar și a intervalelor optime ale creșterii și dezvoltării populațiilor de *Salmonidae* și *Ciprinidae*;
- Caracterizarea stării ecologice a apei Jiului de Est în funcție de cerințele ihtiofaunei din familia *Salmonidae* și *Ciprinidae* față de indicatorii de calitate ai apei;
- Analiza complexă a impactului general cauzat de industria minieră asupra Jiului de Est prin metoda rețelelor de impact;
- Analiza impactului general cauzat de haldele de steril localizate în partea estică a Văii Jiului prin metoda rețelelor de impact;
- Studii cu privire la infiltrația eficace, pH și gradul de îmbogățire în micro și macroelemente ale haldelor de steril, gradul de mobilitatea al micro și macroelementelor în corpul haldelor de steril;
- Cercetări privind impactul haldelor de steril și al exploatărilor miniere din estul Văii Jiului asupra apelor subterane;
- Analiza impactului generat de exploatarea și prelucrarea lemnului, micro-agricultura locală și depozitarea neconformă a deșeurilor;
- Cercetări despre posibilitatea analizei gradului de extindere și evoluție a impactului cauzate de activitățile economice prin utilizarea de tehnici CFD;
- Modelarea matematică a râului Jiul de Est în 3 domenii computaționale interconectate în funcție de gradul de uniformitate al parametrilor hidrodinamici ai râului;
- Studiul rezistențelor hidraulice ale curgerii râului Jiul de Est în funcție natura de albiei;
- Alcătuirea domeniului computațional, modelarea energetică și parametrică a râului Jiul de Est;
- Cercetări despre studiul coeficienților de turbulență (Nr. Peclet, Exx, Eyx, Exy, Eyy) pentru râul Jiul de Est;

- Validarea modelului computațional prin analize de sensibilitate a râului Jiul de Est în funcție de viteza de curgere a râului, prin reprezentarea grafică a diagramelor de împrăștiere și de reziduu precum și estimarea gradului de incertitudine a rezultatelor obținute;
- Întocmirea hărților de dispersie a poluanților studiați (arsen, fenoli și sulfati), precum și studiul extinderii și evoluției impactului cauzat de arsen, fenoli și sulfati asupra ecosistemelor aparținătoare Jiului de Est;
- Studiul evoluției și extinderii impactului cauzat de poluarea organică a râului Jiului de Est;
- Estimarea coeficienților de oxigenare și dezoxigenare pentru sectoarele de confluență studiate în analiza gradului de poluare organică a râului Jiului de Est;
- Întocmirea diagramelor de evoluție a deficitului de oxigen și pentru degradarea substanțelor de natura organică în secțiunile critice prin utilizarea ecuațiilor Steeter-Phelps;
- Alcătuirea funcțiilor de apartenență (fuzzificarea) pe baza claselor de calitate reglementate de Ordinul 161 din 2006;
- Formarea semnificației logice prin definirea conceptelor de impact asupra corpurilor de apă (magnitudine, direcție, complexitate, recurență, probabilitate de apariție și dimensiunea spațială) ca o componentă de gândire fuzzy prin care răspund la datele de intrare;
- Formarea raționamentelor inductive și deductive pentru compunerea obiectivă a bazei de cunoștințe prin corelarea variabilelor de intrare și ieșire în cutia neagră;
- Testarea sistemelor de interferență fuzzy și aplicarea metodologiei (sistemului complex) elaborate pe date stabilite în mod aleatoriu pentru a observa caracterul, comportarea și limitările sistemelor de interferență realizate;
- Alegerea sistemelor de interferență fuzzy care răspund cel mai bine cerințelor computaționale și aplicarea acestora pentru o campanie de măsurători efectuată în bazinul hidrografic Jiul de Est;
- Justificarea utilității practice a sistemului de interferență fuzzy în monitorizarea unui curs de apă și propunerea posibilelor dezvoltări viitoare ale sistemului.

În secolul XXI realizarea extinsă și complexă a imperativului evoluționist „*asigură-ți cât mai multe resurse posibile*” este din ce în ce mai complexă deoarece, mediul înconjurător este un „*sistem*” care poate fi degradat uneori ireversibil, iar toate aceste „*resurse*”, vin, dar care este costul și ce preț trebuie să plătească omenirea la final...

BIBLIOGRAFIE

- "You are the world" - Project, 2018. *Ecological project about ecology*. [Interactiv] Available at: <https://m.facebook.com/179736282662012/photos/important-pentru-cei-care-nu-%C5%9Ftiu-ce-%C3%AEnseamn%C4%83-ecoecosistemecosistem-este-o-no%C8%9Biu/589899644979005/> [Accesat 9 5 2018].
- Alborali, L., 2006. Climatic Variations Related to Fish Diseases and Production. *Veterinary Research Communications*, Volumul 30, pp. 93-97.
- Apostu, I. M. & Simion, A. F., 2018. *Identification of the impact generated by the open-pit mining exploitations on the land - Case study: Rovinari Mining Basin*. Albena, Bulgaria, Conference: 18th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2018.
- Bai, Y. & Wang, D., 2006. *Fundamentals of Fuzzy Logic Control — Fuzzy Sets, Fuzzy Rules and Defuzzification*. 1st ed. London: Springer.
- Bledin, J., 2015. Modus Ponens Defended. *The Journal of Philosophy*, 112(2), pp. 57-83.
- Bogatu, D. & Munteanu, G., 2008. *Tratat de ihtiopatologie*. Timisoara: Excelsior Art Publishing House.
- Bold, O. V. & Mărăcineanu, G. A., 2003. *Solid waste management*. Bucharest: Matrix Rom.
- Bordalo, A. A., Nilsumranchit, W. & Chalermwat, K., 2001. Water quality and uses of the Bangpakong River (Eastern Thailand). *Water Resources*, XXXV(15), pp. 3635-3642.
- Borighem, G. & Vereecken, J., 1978. Study of the biodegradation of phenol in river water. *Ecological Modelling*, 4(1), pp. 51-59.
- Briffa, J., Sinagra, E. & Blundell, R., 2020. Heavy metal pollution in the environment and their toxicological effects on humans. *Heliyon*, 6(9).
- Camargo, J. A. & Alonso, Á., 2006. Ecological and toxicological effects of inorganic nitrogen pollution in aquatic ecosystems: A global assessment. *Environment International*, 32(6), pp. 831-849.
- Chattopadhyay, G. N., Saha, P. K., Ghosh, A. & Karmakar, H., 1988. A study on optimum BOD levels for fish culture in wastewater ponds. *Biological Wastes*, 25(2), pp. 79-85.
- Clouaire, R. M., 1989. Semantics and Computation of the Generalized Modus Ponens: The Long Paper. *International Journal of Approximate Reasoning*, Volume 3, pp. 195-217.
- Davideanu, G. et al., 2014. *Monitoring Ichthyofauna, amphibians and aquatic invertebrates on the Taia river, Hunedoara county*, s.l.: WWF DCP Danube Carpathian Romania Program.
- Directive 44 EC, 2006. *Of the European Parliament and of the Council of the quality of fresh waters needing protection or improvement in order to support fish life*. [Interactiv] Available at: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32006L0044&from=RO> [Accesat 08 14 2020].
- Directive 60 CE, 2000. *Of the European Parliament and of the Council for establishing a framework for Community action in the field of water policy*. [Online] Available at: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/RO/TXT/PDF/?uri=CELEX:02000L0060-20141120&from=EN> [Accessed 16 September 2019].
- Donnell, B. P. și alții, 2005. *RMA2 WES Version 4.5 User Guide*, s.l.: US Army, Engineer Research and Development Center Waterways Experiment Station Coastal and Hydraulics Laboratory.

- Drăghindă, I., 1956. *The presence of the Upper Cretaceous in the Petroșani basin*, Bucharest: Comun. Acad. R.P.R., VI, 6.
- Drăghindă, I., 1966. *Aerial photography in geological research*. 1st ed. Bucharest: Tehnical Publishing House.
- Dumitrascu, O. C. & Mitrea, I., 2012. DATA UPON THE ICHTYOFANA OF THREE RESERVOIRS FROM THE JIU RIVER, ROMANIA. *South Western Journal of Horticulture, Biology and Environmen*, 3(1), pp. 1-8.
- ECETOC AISBL, 2017. *Biodegradation Default Half-Life Values in the Light of Environmentally Relevant Biodegradation Studies*, Brussels: ECETOC AISBL European Centre for Ecotoxicology and Toxicology of Chemicals.
- Elder, J. W., 1959. The dispersion of marked fluid in turbulent shear flow. *Journal of Fluid Mechanics*, 5(4), pp. 544-560.
- Eriksson, J. și alții, 2004. Photochemical transformations of tetrabromobisphenol A and related phenols in water. *Chemosphere*, 54(1), pp. 117-126.
- Fischer, R. A., 1979. The Inductive-Deductive Controversy Revisited. *The modern Language Journal*, 63(3), pp. 98-105.
- Florea, B. & Parichi, M., 1978. *Soil Map (Generalization after the Soil Map, Scale 1:1000,000, Atlas of the R.S. Romania, 1978)*. [Online] Available at: https://esdac.jrc.ec.europa.eu/images/Eudasm/RO/hun_x18.jpg [Accessed 11 September 2019].
- Fodor, D., 2015. *Mining and Environment*. Deva: Corvin Publishing House.
- Fodor, D., 2006. *The influence of the mining industry on the environment*. Bucharest: Agir Issue.
- Foures, D. P. G., Caulfield, C. P. & Schmid, P. J., 2014. Optimal mixing in two-dimensional plane Poiseuille flow at finite Péclet number. *Journal of Fluid Mechanics*, Volumul 748, pp. 241-277.
- Garrido, J. M., Guerrero, L., Mendez, R. & Lema, J. M., 1998. Nitrification of waste waters from fish-meal factories. *Water S. A*, 24(3), pp. 245-251.
- Găman, A. N., Simion, A. F., Kovacs, M. & Kovacs, I., 2022. Investigating atmosphere's environmental components and work environment of a household landfill's platform. *MATEC Web of Conferences 354:00061*, 354(00061).
- Geological map of Romania scale 1: 200 000, 1965. *Geological map of Romania scale 1: 200 000*. Bucharest: Romanian Institute of Geology.
- Germano, M., Piomelli, U., Moin, P. & Cabot, W., 1991. A dynamic sub-grid scale eddy viscosity model. *Physics of Fluids*, Volume A(3), pp. 1760-1765.
- Hartung, T., 2009. Toxicology for the twenty-first century. *Nature*, Volumul 460, pp. 208-2012.
- Haug, P. T., Burwell, R. W., Stein, A. & Bandur, 1984. Determining the significance of environmental issues under the national environmental policy act. *Journal of Environmental Management*, Volume 18, p. 15-24.
- Hendrick, R. P., MacConnell, E. & Kinkelin, P., 1993. Proliferative kidney disease of salmonid fish. *Annual Review of Fish Diseases*, Volumul 3, pp. 277-290.
- Hirsch, C., 2007. *Numerical Computation of Internal and External Flows: The Fundamentals of Computational Fluid Dynamics*. 2 ed. s.l.:Elsevier.
- Horton, R. K., 1965. An Index Number System for Rating Water Quality. *Journal of the Water Pollution Control Federation*, Volumul 37, pp. 300-306.

- House, M. A., 1989. A water quality index for river management. *Water and Environment Journal*, III(4), pp. 336-344.
- House, M. A., 1992. Water Quality Indices as Indicators of Ecosystem Change. *Environmental Monitoring and Assessment*, Volumul 15, pp. 255-263.
- House, M. A. & Ellis, J. B., 1987. The development of water quality indices for operational management. *Water Science and Technology*, XIX(9), pp. 175-182.
- Hrudey, S. E., Chen, W. & Rousseaux, C. G., 1996. *Bioavailability in environmental risk assessment*. Boca Raton: Lewis Publishers.
- Ichihashi, H. & Tanaka, H., 1989. Jeffrey-Like Rules of Conditioning for the Dempster-Shafer Theory of Evidence. *International Journal of Approximate Reasoning*, Volume 3, pp. 143-156.
- ISO 5667-3, 2018. *Water quality — Sampling — Part 3: Preservation and handling of water samples*. s.l., Technical Committee ISO/TC 147.
- Jiului, N. D., 2017. *Defileul Jiului National Park Administration*. [Online] Available at: <https://www.defileuljiului.ro/apndj/constituire/plan-de-management/7-constituire/regulament.html> [Accessed 11 September 2019].
- Johnson, D. D. P., Macdonald, D. W., Newman, C. & Morecroft, M. D., 2001. Group size versus territory size in group-living badgers: a large-sample field test of the Resource Dispersion Hypothesis. *Oikos*, 95(2), pp. 265-274.
- Kalnicky, D. J. & Singhvi, R., 2001. Field portable XRF analysis of environmental samples. *Journal of Hazardous Materials*, 83(1-2), pp. 93-122.
- Katai, O. & Iwai, S., 1989. Pluralistic Evaluation of Belief Plausibility and Its Application to Nonmonotonic Reasoning. *International Journal of Approximate Reasoning*, Volume 3, pp. 219-237.
- Kim, D. J., Lee, D. I. & Keller, J., 2006. Effect of temperature and free ammonia on nitrification and nitrite accumulation in landfill leachate and analysis of its nitrifying bacterial community by FISH. *Bioresource Technology*, 97(3), pp. 459-468.
- Kim, W. & Menon, S., 1995. *A new dynamic one-equation subgrid-scale model for large eddy simulation*, Reno, NV: 33rd Aerospace Sciences Meeting and Exhibit.
- Kitchen, R. L., 2006. *Improving Steering Module Efficiency for Incremental Loading Finite Element Numeric Models*. s.l.:Theses and Dissertations. 400.
- Klibanovtso, A. M., Tu, T. M. & Scott, K. P., 1983. Peroxidase-Catalyzed Removal of Phenols from Coal-Conversion Waste Waters. *Science*, 221(4607).
- Klir, G. W. & Wierman, M. J., 1999. *Uncertainty-Based Information*. Second Edition ed. Heidelberg, Germany: Springer-Verlag.
- Kramer, D., 1987. Dissolved oxygen and fish behavior. *Environmental Biology of Fishes*, Volumul 18, pp. 81-92.
- Kullenberg, G., 1971. Vertical Diffusion in Shallow Waters. *Tellus*, 23(2), pp. 129-135.
- Larcombe, P., 2000. *Determining significance of environmental effects: an aboriginal perspective. Technical report*, s.l.: Canadian Environmental Assessment Agency.
- Law no. 137, 1995. *Environmental Protection Law*. Bucharest, Official Gazette of Romania.
- Lăzar, M., 2010. *Rehabilitation of degraded lands*. Romania: Universitas Publishing House.
- Lăzar, M. & Dumitrescu, I., 2006. *Anthropogenic impact on the environment*. Romania: Universitas Publishing House.

- Lee, C. C., 1990. Fuzzy Logic in Control Systems: Fuzzy Logic Controller, Part II. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, 20(2), pp. 419-435.
- Lenov, A. V. & Chicherina, O. V., 2008b. Sulfate reduction in natural bodies. 2. Empirical models for process rate assessment. *Water resources*, Volume 2008, pp. 550-561.
- Leonov, A. V. & Chicherina, O. V., 2008a. Sulfate reduction in natural water bodies. 1. The effect of environmental factors and the measured rates of the process. *Water Resources*, Volume 35, pp. 417-434.
- Letter, J. V., Brown, G. L. & Donnell, B., 2008. *RMA4 WES Version 4.5 User Guide*, s.l.: US Army, Engineer Research and Development Center Waterways Experiment Station Coastal and Hydraulics Laboratory.
- Lewis Jr., W. M. & Morris, D. P., 1986. Toxicity of Nitrite to Fish: A Review. *Transactions of the American Fisheries Society*, 115(2), pp. 183-195.
- Li, W. H., Qin, F. & Xie, A. F., 2022. Modus Ponens property of T-power based implications. *Fuzzy Sets and Systems*, Volumul 431, pp. 129-142.
- Lomax, H., Pulliam, T. H. & Zingg, D. W., 2001. *Fundamentals of Computational Fluid Dynamics*. 1 ed. s.l.:Springer Berlin, Heidelberg.
- Loska, K., Wiechula, D. & Pelczar, J., 2005. Application of Enrichment Factor to Assessment of Zinc Enrichment/Depletion in Farming Soils. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 36(9), pp. 1117 - 1128.
- Manahan, S. E., 2010. *Environmental chemistry*. 9th ed. Boca Raton, FL: CRC Press Taylor & Francis Group.
- Martel, G. F. & Lackey, R. T., 1977. *A computerized method for abstracting and valuating environmental impact statements*. Technical report, Blacksburg, VA.: Virginia Polytechnic Institute and State University.
- Memnune, S., Yildiz, H., Gunor, N. & Okcu, Z., 2010. Total phenolic content, antioxidant activity, some physical and chemical properties of pestil. *Asian Journal of Chemistry*, 22(1), pp. 448-454.
- Mendel, J. M., 1995. Fuzzy logic systems for engineering: a tutorial. *Proceedings of the IEEE*, 83(3), pp. 345-377.
- Mendel, J. M., 2001. *Uncertain Rule-Based Fuzzy Logic Systems: Introduction and New Directions*. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall PTR.
- Mendel, J. M., 2003. Type-2 fuzzy sets: some questions and answers. *IEEE Neural Networks Society*, pp. 10-13.
- Morgan, R. K., 2012. Environmental impact assessment: the state of the art. *Impact Assessment and Project Appraisal*, 30(1), pp. 5-14.
- Mukaidono, M., Shen, Z. & Ding, L., 1989. Fundamentals of Fuzzy. *International Journal of Approximate Reasoning*, Volume 3, pp. 179-193.
- Munteanu, G. & Bogatu, D., 2003. *Ichthyopathology treatise*. 1st ed. Timișoara: Excelsior Art Publishing House.
- Nălboc, I., Prodan, M. & Sollosi-Mota, A., 2013. *Establishing the Romanian coal quality from Jiu Valley*. Slovenia, Proceedings of the 3rd Internationale Conference Energy, Tehnology and Climate changes.
- Negoită, C. & Ralescu, A., 1974. *Fuzzy sets and their applications*. Bucharest: Tehnical Publishing House.
- Negulescu, M. et al., 1982a. *Industrial water treatment volume 1*. Bucharest: Tehnical Publishing House.

- Negulescu, M. et al., 1982b. *Industrial water treatment vol 2*. Bucharest: Tehnical Publishing House.
- Nicoud, F. & Ducros, F., 1999. Subgrid-scale modelling based on the square of the velocity gradient tensor. *Flow, Turbulence and Combustion*, Volume 62, pp. 183-200.
- NTPA 001, 2005. *The regulations regarding the establishment of pollutant loading limits of industrial and urban waste water and evacuation into natural receivers*. Bucharest, Official Gazette of Romania.
- NTPA 001, 2005. *Threshold values of the pollutants of industrial wastewater*. Bucharest: Official Gazette Part I no. 187 of the 20th march 2005.
- Onciu, T. M., 2007. *Identification of aquatic ecosystems among tailings dumps and their particularities*, Constanța: Ovidius University.
- O'Neill, R. V., Bartell, S. M. & Gardner, R. H., 1983. Patterns of toxicological effects in ecosystems: A modeling study. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 2(4), pp. 451-461.
- ORDER no. 161, 2006. *For the approval of the Normative regarding the classification of surface water quality in order to establish the ecological status of water bodies*. Bucharest: Official Gazette of Romania.
- ORDER no. 184, 1997. *Order for the approval of the Environmental Assessment Procedure*. Bucharest, Official Gazette of Romania.
- ORDER no. 756, 1997. *Order for the approval of the Regulation regarding the assessment of environmental pollution*. Bucharest, Official Gazette of Romania.
- Rahel, F. J. & Magnuson, J. J., 1983. Low pH and the absence of fish species in naturally acidic Wisconsin lakes: inferences for cultural acidification. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 40(1), pp. 3-9.
- Rebrișoreanu, M., 1998. *The study of the epiclastites of the productive horizon from the northeastern extremity of the Petroșani basin in order to establish the geomining conditions for the exploitation of coal*, Petroșani: University of Petroșani.
- Richmond, B. G., Wright, B. W., Grosse, I. & and Others, 2005. Finite element analysis in functional morphology. *The Anatomical Record*, 283A(2), pp. 259-274.
- Rojanschi, V., Bran, F. & Diaconu, G., 1997. *Environmental protection and engineering*. 1st ed. Bucharest: Economical Publishing House.
- Romanian National Meteorology Administration, 2017-2019. *Meteorological data for Aeroport weather station in Petrosani*. Petrosani, ANM.
- Romanian Waters Authority, J. W. B. A., 2012. *Romanian Waters Authority*. [Online] Available at: <http://www.rowater.ro/dajiu/Documente%20Repository/SHI/petrosani.pdf> [Accessed 11 09 2019].
- Romanian Waters Authority, M. P., 2016 - 2021. *Romanian Waters Authority - Jiu water basin administration*. [Online] Available at: <http://www.rowater.ro/dajiu/Documente%20Consultarea%20Publicului/PLAN%20MANAGEMENT%20BAZIN%20HIDROGRAFIC%20JIU%20ACTUALIZAT/PLANUL%20DE%20MANAGEMENT%20AL%20B.H.%20JIU%20%20ACTUALIZAT/Planul%20de%20Management%20ACTUALIZAT%20al%20b.h%20Jiu.pdf> [Accessed 11 September 2019].
- Rotunjanu, I. & Lazăr, M., 2014. *Hydrology and mining hydrogeology*. 1 ed. Petrosani: Universitas Publishing House.

- Rusydi, A. F., 2018. Correlation between conductivity and total dissolved solid in various type of water: A review. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci*, Volumul 118.
- Sanna, G., Tonino, . P. & Salvatore , G., 2022. Behavior of Low-Cost Receivers in Base-Rover Configuration with Geodetic-Grade Antennas. *Sensors 2022*, 22(7).
- Satellite processing on the OpenStreetMap, Humanitarian Layer. *OpenStreetMap*. [Interactiv]
Available at: <https://www.openstreetmap.org/>
- Schnoor, J. L., 1996. *Environmental Modeling: Fate and Transport of Pollutants in Water, Air, and Soil*. 1st ed. New York: Wiley.
- Shaw, E. M., 1999. *Hydrology in practice*. 3 ed. United Kingdom: Stanley Thornes Ltd Cheltenham.
- Simion, A. F., 2016a. *Remodeling and rehabilitation of tailings dumps belonging to the Lonea mining operation*, Petroșani: Master thesis.
- Simion, A. F. & Apostu, I. M., 2018. *EVALUATION OF WATER QUALITY AND AQUATIC ECOSYSTEMS FROM THE EASTERN PART OF JIU VALLEY*. Albena, Bulgaria, 18th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2018.
- Simion, A. F. și alții, 2019. *COMPARISON OF ICP-OES AND EDXRF TECHNIQUES FOR DETERMINATION OF SOIL METALS*. Albena, Bulgaria, 19th SGEM International Multidisciplinary Scientific GeoConference EXPO Proceedings.
- Simion, A. F., Drebenstedt, C. & Lazăr, M., 2021. Environmental Impact on Soil and Water Because of Mining Activities in the Eastern Part of Jiu Valley. *Mining Revue*, 27(3), pp. 1-16.
- Simion, A. F. et al., 2022. Environmental and ecotoxicological risk assessment of pollution with light crude oil for an oil exploitation field. *MATEC Web of Conferences*, 354(00071).
- Simion, A. F. și alții, 2021. *ECOTOXICOLOGICAL RISK ASSESSMENT METHODOLOGY FOR CONTAMINATED SOIL AND GROUNDWATER*. Albena, Bulgaria, 21st SGEM International Multidisciplinary Scientific GeoConference Proceedings.
- Simion, A. F., Kovacs, M. E. & Simion, S. V., 2018. INVESTIGATION OF POTENTIALLY CONTAMINATED INDUSTRIAL SITES FROM EASTERN JIU VALLEY. *International Multidisciplinary Scientific GeoConference : SGEM*, 18(3.2).
- Simion, A. F. & Lazar, M., 2017. *THE IMPACT OF MINING ACTIVITIES ON THE WATER QUALITY OF THE EAST JIU*. Albena, Bulgaria, 17 International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2017.
- Simion, A. F. & Lazar, M., 2018. IDENTIFICATION OF SOURCES PRODUCTING IMPACT ON WATER QUALITY IN EAST JIU BASIN. *Gornye nauki i tekhnologii = Mining Science and Technology (Russia)*, Volumul 2, pp. 34-41.
- Simion, A. F. & Lazăr, M., 2017. *The impact of mining activities on the water quality of the East Jiu*. Albena, 17 International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM.
- Sivanandam, S. N., Sumathi, S. & Deepa, S., 2007. *Introduction to Fuzzy Logic using MATLAB*. 1st ed. Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Smagorinsky, J., 1963. General circulation experiments with the primitive equations, i. the basic experiment. *Monthly Weather Review*, Volume 91, pp. 99-164.
- Spalart, P. R., Jou, W. H., Stretlets, M. & Allmaras, S. R., 1997. *Comments on the Feasibility of LES for Wings and on the Hybrid RANS/LES Approach", Advances in DNS/LES, Proceedings of the First AFOSR International Conference on DNS/LES*. s.l., s.n.
- SR EN 15309:2007, 2007. *Characterization of waste and soil. Determination of elemental composition by X-ray fluorescence*. Bucharest, ASRO Romanian Standard Association.
- SR EN 27888, 1997. *Water quality, Determination of electrical conductivity*. Bucharest, ASRO Romanian Standard Association.

- SR EN 872, 2005. *Water quality. Determination of suspended matter content. Method by filtration on glass fiber filters.* Bucharest, ASRO Romanian Standardization Association.
- SR EN ISO 10304-1, 2009. *Water quality, Determination of dissolved anions by liquid ion chromatography, Part 1: Determination of bromide, chloride, fluoride, nitrate, nitrite, phosphate and sulfate ions.* Bucharest, ASRO Romanian Standardization Association.
- SR EN ISO 10523, 2012. *Water quality, pH determination.* Bucharest, ASRO Romanian Standardization Association.
- SR EN ISO 10707, 2001. *Water quality. Evaluation in aqueous environment of the "ultimate" aerobic biodegradability of organic compounds. The method by analyzing biochemical oxygen consumption.* Bucharest, ASRO Romanian Standardization Association.
- SR EN ISO 11885, 2009. *Water quality, Determination of selected elements by inductively coupled plasma atomic emission spectroscopy.* Bucharest, ASRO Romanian Standardization Association.
- SR EN ISO 14911, 2006. *Water quality, Determination by ion chromatography of dissolved Li+,Na+,NH4+,K+,Mg2+,Ca2+, Sr2+ and Ba2+ ions. Method for water and wastewater.* Bucharest, ASRO Romanian Standardization Association.
- SR EN ISO 5667-3, 2013. *Water quality, Sampling, Part 3a: Preservation and handling of water samples.* Bucharest, ASRO Romanian Standardization Association.
- SR EN ISO 5667-6, 2016. *Water quality - Sampling - Part 6: Guidance on sampling of rivers and streams.* Bucharest, ASRO Romanian Standard Association.
- SR EN ISO 5814, 2013. *Water quality, Determination of dissolved oxygen content. Electrochemical method with probe.* Bucharest, ASRO Romanian Standardization Association.
- SR EN ISO 5814, 2013. *Water quality. Determination of dissolved oxygen content. The electrochemical probe method.* Bucharest, ASRO Romanian Standardization Association.
- SR EN ISO 7027-1, 2016. *Calitatea apei. Determinarea turbidității. Partea 1: Metode cantitative.* Bucharest, ASRO Romanian Standardization Association.
- SR ISO 8165-1, 2000. *Water quality. Determination of the content of selected monovalent phenols. Part 1: Gas chromatography method after extraction enrichment.* Bucharest, ASRO Romanian Standardization Association.
- SRA 2711a, 2019. *Montana II Soil Moderately Elevated Trace Element Concentrations.* USA, National Institute of Standards & Technology.
- STAS 9187, 1984. *Surface water, underground water and waste water. Residue determination.* Bucharest, ASRO Romanian Standard Association.
- Streeter, H. W. & Phelps, E. B., 1958. *A Study of the Pollution and Natural Purification of the Ohio River, Ohio:* U.S. Department of Health, Education, & Welfare.
- Strelets, M., 2001. *Detached eddy simulation of massively separated flows.* Reno, NV, Presented at AIAA Aerosp. Sci.Meet. Exhib., 39th Pap. No. AIAA-2001-0879.
- Stugren, B., 1994. *Theoretical ecology.* 1st ed. Cluj Napoca: Sarmis Publishing House.
- Svobodova, Z. & Vykusova, B., 1991. Comparing the sensitivity of *Poecilia reticulata* and *Brachydanio rerio* to contaminants. *Bulletin Vyzkumneho Ustavu Rybarskeho a Hydrobiologickeho, Vodnany (CSFR)*, 27(1), pp. 12-17.
- Torasso, P. & Console, L., 1989. Approximate Reasoning and Prototypical Knowledge. *International Journal of Approximate Reasoning*, Volume 3, pp. 157-177.
- Toth , L. și alții, 2019. RESEARCH ON AQUATIC POLLUTION LEVEL OF MALEIA RIVER BY SIMULATION IN COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS. *Environmental Engineering and Management Journal*, 18(4), pp. 935-944.

- Toth , L. & Călămar, A. N., 2021. Study of Heavy Metals Toxicity Level in Workplace Atmosphere by Alternative Methods. *IOP Conference Series Earth and Environmental Science*, 906(1).
- Turksen, I. B., 1989. Four Methods of Approximate Reasoning Interval-Valued Fuzzy Sets. *International Journal of Approximate Reasoning*, Volume 3, pp. 121-142.
- Țuțuianu, O., 2006. *Environmental performance assessment and reporting*. 1 ed. Bucharest: AGIR Publishing House.
- Ugbebor, J., Agunwamba, J. & Amah, V., 2012. Determination of Reaeration Coefficient K₂ for Polluted Stream as a Function of Depth, Hydraulic Radius, Temperature and Velocity. *Nigerian Journal of Tehnology*, 31(2), pp. 174-180.
- UN General Assembly, 2015. *Transforming our world : the 2030 Agenda for Sustainable Development*. [Interactiv]
Available at: <https://www.refworld.org/docid/57b6e3e44.html>
[Accesat 24 3 2019].
- USDA Natural Resources Conservation Service, 2019. *Soil Quality Indicators: pH*. s.l., United States Department of Agriculture.
- Vatsos, I. N. & Angelidis, P., 2010. Water quality and fish diseases. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, 61(1), pp. 40-48.
- Walsh, D., 1979. Occam's Razor: A Principle of Intellectual Elegance. *American Philosophical Quarterly*, 16(3), pp. 241-244.
- Watanabe, M., 2015. Sample preparation for X-ray fluorescence analysis IV fusion bead method part 1 basic principle. *The Rigaku Journal*, 31(2), pp. 12-17.
- Watanabe, M., 2016. Sample preparation for X-ray fluorescence analysis V. Fusion bead method—part 2: practical applications. *Rigaku Journal*, 32(1), 2016, 32(1), pp. 17-21.
- Water Law nr. 107, 1996. *Law Portal*. [Online]
Available at: <http://legislatie.just.ro/Public/DetaliiDocument/8565>
[Accessed 15 September 2019].
- Westin, D., 1974. Nitrate and Nitrite Toxicity to Salmonoid Fishes. *The Progressive Fish-Culturist*, 36(2), pp. 86-89.
- Wood, C., 2002. *Environmental Impact Assessment*. 2nd ed. London: Routledge.
<https://doi.org/10.4324/9781315838953>.
- Woo, P. T. & Leatherland, J. F., 2006. *Fish diseases and disorders*. 2nd ed. s.l.:CABI.
- Wright, D. A. & Welbourn, P., 2002. *Environmental toxicology*. 1st ed. 11: Cambridge University Press.
- You, D. & Moin, P., 2007. A dynamic global-coefficient subgrid-scale eddy-viscosity model for large-eddy simulation in complex geometries. *Physics of Fluids*, 16(6), pp. 65-110.
- Zardini, E., 2013. Naive Modus Ponens. *Journal of Philosophical Logic*, Volumul 42, pp. 575-59.
- Zhiyuan, L. și alții, 2014. A review of soil heavy metal pollution from mines in China: Pollution and health risk assessment. *Science of The Total Environment*, Volumul 468–469, pp. 843-853.