

Rezumatul tezei de doctorat: Lacul de baraj natural Cuejdel din Munții Stânișoarei. Studiu limnogeografic

Doctorand: Alin V. Mișu-Pintilie

Coordonator științific: Prof. univ. dr. Gheorghe Romanescu

Instituția de învățământ: Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” Iași, Școala Doctorală de Chimie și Științe ale Vieții și Pământului, Domeniul Geografie.

Cuprins

INTRODUCERE – p.6

Mulțumiri – p.8

CAPITOLUL 1. Lacurile de baraj natural și poziția lor în cadrul studiilor limnologice – p.9

1.1 Caracterul interdisciplinar al studiilor limnologice – p.9

1.2 Evoluția limnologiei în cadrul hidro-științelor – p.11

1.3 Lacurile de baraj natural în literatura internațională – p.15

1.3.1 Clasificarea și tipologia lacurilor de baraj natural – p.16

1.3.2 Distribuția lacurilor de baraj natural pe Glob – p.19

1.4 Cercetarea lacurilor de baraj natural în România – p.24

CAPITOLUL 2. Baza de date, metodologia cercetării și tehnici de monitorizare a unităților lacustre – p.29

2.1 Baza de date și suportul informațional – p.29

2.2 Etapizarea metodologică și programul de monitorig integrat – p.32

2.3 Tehnici noninvazive de cartare batimetrică – p.38

CAPITOLUL 3. Localizarea geografică a lacului de baraj natural Cuejdel – p.41

3.1 Poziția matematică și limitele fizico-geografice – p.41

3.2 Elemente de integrare regională și unitate teritorială – p.43

CAPITOLUL 4. Condițiile fizico-geografice din valea Cuejdiului și rolul lor în formarea acumulării Cuejdel – p.46

4.1 Rolul factorilor geologici – p.46

4.1.1 Stratigrafia și alcătuirea litologică – p.46

4.1.2 Aspecte de ordin tectono-structural – p.52

4.1.3 Evoluția paleogeomorfologică – p.53

4.2 Rolul factorilor geomorfologici (relieful) – p.55

4.2.1 Aspecte morfografice și morfometrice – p.55

4.2.2 Tipuri genetice și formele de relief – p.63

4.2.3 Procese geomorfologice actuale – p.67

4.3 Rolul factorilor climatici – p.71

4.3.1 Factorii genetici ai climei – p.71

4.3.2 Caracterizarea principalelor elemente și fenomene climatice – p.71

4.4 Rolul factorilor hidrologici – p.81

4.4.1 Apele subterane – p.81

4.4.2 Apele de suprafață – p.81

4.5 Rolul invelișului bio-pedogeografic – p.88

4.5.1 Utilizarea terenului – p.88

4.5.2 Învelișul de sol – p.91

4.6 Rolul influenței antropice – p.94

CAPITOLUL 5. Geneza lacului Cuejdel și evoluția parametrilor morfometrici și morfobatimetrici – p.96

- 5.1 Etapele formării lacului Cujeidel – p.96
- 5.2 Dinamica parametrilor morfometrici și morfobatimetrice – p.99
- 5.3 Morfologia actuală a cuvetei lacustre – p.106

CAPITOLUL 6. Originea sedimentelor lacustre și ritmul colmatării – p.117

- 6.1 Bazinul de recepție al lacului și transportul solid – p.117
- 6.2 Estimarea volumului de sedimente și ritmul colmatării – p.122

CAPITOLUL 7. Variația sezonieră a parametrilor fizico-chimici și indicatorii de calitate a apei (WQI) – p.133

- 7.1 Variația sezonieră a temperaturii, pH-ului, concentrației oxigenului dizolvat și a conductivității standard determinate in situ – p.133
- 7.2 Indicele de calitate a apei (WQI) și gradul de troficitate determinat pe baza nutrienților – p.144

CAPITOLUL 8. Vegetația și fauna. Bioindicatori ecologici din masa apei – p.150

- 8.1 Vegetația, fitocenozele acvatice și palustre, fitoplanctonul – p.150
- 8.2 Fauna și bioindicatorii ecologici din masa apei – p.164

CAPITOLUL 9. Administrarea durabilă a lacului de baraj natural Cujeidel – principii pentru viitor – p.171

- 9.1 Managementul resursei de apă – p.171
- 9.2 Statutul de arie protejată (IUCN IV.40 Lacul Cujeidel) – p.176

CONCLUZII – p.182

- Direcții de cercetare pe viitor – p.185

BIBLIOGRAFIE – p.186

- Lista de figuri – p.197
- Lista de tabele – p.200
- Anexa 1. – Activitatea științifică în perioada studiilor doctorale (2011-2014) – p.202

Rezumatul tezei de doctorat: Lacul de baraj natural Cuejdel din Munții Stânișoarei. Studiu limnogeografic

Doctorand: Alin V. Mișu-Pintilie

Coordonator științific: Prof. univ. dr. Gheorghe Romanescu

Instituția de învățământ: Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” Iași, Școala Doctorală de Chimie și Științe ale Vieții și Pământului, Domeniul Geografie.

Cuvinte cheie: lac de baraj natural, limnosistem, procese hidro-geomorfologice actuale, conservarea biodiversității, Lacul Cuejdel

Rezumatul tezei de doctorat: Lacul de baraj natural Cuedel din Munții Stânișoarei. Studiu limnogeografic

Doctorand: Alin V. Mihu-Pintilie

Coordonator științific: Prof. univ. dr. Gheorghe Romanescu

Instituția de învățământ: Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” Iași, Școala Doctorală de Chimie și Științe ale Vieții și Pământului, Domeniul Geografie.

Realizarea unui studiu limnologic asupra unui „simplu lac” reprezintă un demers științific mult mai complex decât pare la prima vedere. Acest fapt derivă din conceptul de monitoring integrat al unui sistem acvatic deschis și vine ca o reacție a cercetărilor științifice care s-au impus în cadrul limnogeografiei moderne. Chiar dacă direcția de cercetare este una geografică, multitudinea de analize și metode de investigare implică de cele mai multe ori o abordare interdisciplinară.

Lacul de baraj natural Cuedel reprezintă o entitate hidrogeomorfologică aproape unică în peisajul Carpaților Orientali. Numărul unităților lacustre din această categorie genetică este mic, poate cel mai cunoscut dintre acestea fiind lacul Roșu, format în anul 1837, pe valea Bicazului (Masivul Hășmașul Mare). De cele mai multe ori însă, acumulările formate prin barare deluvială au un caracter efemer, și nu de puține ori acestea dispar în scurt timp, provocând evenimente hidrologice negative (inundații, viituri, revărsări ș.a.).

Premisele metodologice de la care a debutat prezentul studiu au fost identificate inițial în literatura de specialitate. Ulterior, ideea realizării unui program de monitoring integrat, bazat pe metode moderne de investigare a plecat de la disponibilitatea instrumentarului tehnic cu aplicabilitate în cercetarea limnogeografică pus la dispoziție prin amabilitatea cadrelor administrative ale Laboratorului de Geoarheologie (Leica System 1200 - Leica TCR 1201 și GPS 1200, Sonar Valeyport Midas Ecosounder, Sistem GPR - Mală Ramac X3M – Antena de 100 MHz, multiparametru de tip Hack Lange, dragă bentonică tip Van Veen, echipament de scafandru trilaminat pentru ape temperate și reci - Brevet NAUI Pic. No. 30056 & Pic. No. 30060, barcă dotată cu motor ecologic ș.a).

În acest context, tema de cercetare aleasă are ca obiectiv general realizarea unui studiu interdisciplinar asupra cuvetei lacustre Cuedel, prin tripla integrare a mediilor de investigare specifice direcției de cercetare, respectiv prin analiza cadrului fizico-geografic specific (relieful zonal, bazinul de recepție al lacului), a biotopului lacustru (cuveta lacustră – sedimente – apă) și a biocenozelor acvatice și palustre (vegetație, faună). Pe teritoriul României există un număr relativ mare de unități acvatice care întrunesc condițiile enunțate în cadrul definiției universale acceptate a lacurilor. Cu toate acestea, acvatoriile formate prin procese naturale sunt rare, și de cele mai multe ori sunt modificate antropic. Frecvența cea mai mare a lacurilor naturale se întâlnește în aria montană carpatică și subcarpatică, în Delta Dunării, și foarte rar în zona de podiș și câmpie.

Lacurile de baraj natural corespund unei categorii genetice aparte, datorită proceselor și fenomenelor care le induc în peisaj. De cele mai multe ori acestea sunt tratate ca o consecință a proceselor hidrogeomorfologice, iar formarea lor în zonele locuite poate reprezenta un factor de risc pentru societatea umană. Pe Terra, în funcție de categoria genetică și de natura barajului obstructiv, au fost identificate următoarele tipuri: lacuri de baraj vulcanic (Nicaragua, Snag, Rio Magdalena), lacuri formate de alunecări de teren (Earthquake, San Cristobal, Spirit, Yamaska, Addergoole Bog, Goatswater), lacuri morenaice și baraje de gheață (Gapshan-Shyok, Nostetuko, Rio Plomo), lacuri de baraj fluvial (Pepin, Tung-ting, Tulare, Lacul Albastru - California, Old River), lacuri de baraj eolian (Moses), lacuri formate în zone costiere de cordoanele litorale (Eureka, Razim-Sinoe), lacuri de baraj organic sau prin activități biogene (Okeechobee, Beaver).

Categoria cea mai bine reprezentată pe teritoriul României este cea a lacurilor de baraj natural formate în urma proceselor de surpare și de alunecare gravitațională a terenului. Condițiile cele mai favorabile pentru formarea lor se găsesc în Carpații Orientali, Subcarpații de Curbură și a Moldovei, precum și în unele zone izolate din Podișul Moldovei. Susceptibilitatea cea mai ridicată o deține aria flișului carpatic unde formarea acumulărilor de tip lacustru în spatele deluviilor este frecventă. Cele mai cunoscute exemple sunt: Lacul Roșu (Munții Hășmaș - Bicaz), Mocearu (Munții Buzăului - Buzău), Bălătau (Carpații de Curbură – Zăbala), Balătau (Munții Ciucului – Troțuș), Betiș (Munții Maramureșului – Ampoi), Iezer și Bolătau (Obcina Feredeului – Sadova), Tăul Zânelor (Munții Bârgău – Colibița), Izvorul Măgurii (Munții Bârgău – Ilva), Lacul Dracului (Cheile Nerei – Nera).

Lacul de baraj natural Cuejdel, cunoscut și sub hidronimul de Lacul Crucii, situat în sud-estul Munții Stânișoarei, parte componentă a Grupei Centrale din Carpații Orientali, este consemnat în literatura de specialitate ca fiind unul dintre cele mai noi acvatorii naturale (vârsta 23 ani). Depresiunea lacustră actuală s-a format în bazinul superior al râului Cuejdiu (tributar de stânga al râului Bistrița) la cca. 1,5 km amonte pe pârâul Cuejdel (afluentul de stânga al Cuejdiului). Are la origine o alunecare de mari dimensiuni (suprafața - 67,74 ha) care a dizlocat roca în loc în vara anului 1991, pe versantul stâng al culmii Muncelu (subunitatea Munților Neamțului, altitudinea relativă 1 077 m).

Analiza condițiilor fizico-geografice din valea Cuejdelului și rolul lor în formarea lacului Cuejdel evidențiază un cumul de factori care au dus la destabilizarea versanților și producerea complexului de alunecare. Amintim aici rolul factorilor: geologici (strate de fliș cu depozite argiloase, argilo-marnoase și gresii dure), relieful (energie de relief >300 m, declivitatea 30-50°), regimul precipitațiilor (pp. cumulată 05-07.1991 = 741,4 mm), hidrografia (ordinul IV – clasificarea Horton-Strahler) și structura văilor (transversale/longitudinale pe direcția generală a stratelor litologice), învelișul biopedoedafic (păduri de foioase, conifere și mixte - 96,2%), și nu în ultimul rând, rolul factorului antropic (densitatea rețelei de drumuri de exploatare forestieră 10,67 km/km²). Lista factorilor declanșatori ai alunecării de teren se poate completa și cu manifestarea cutremurului din anul 1990 (5.4° Richter).

Primele măsurători realizate pe cuveta lacustră Cuejdel au avut loc în anul 2011, utilizând o ecosondă de mare precizie (Sonar Valeyport Midas Ecosounder), și un GPS pentru corecțiile topografice (Sistem GPS Leica 1200). Parametrii morfometrici și morfobatimetrici determinați la nivelul aceluiași an indicau următoarele valori: altitudinea luciului de apă 661 m, suprafața 13,95 ha, lungimea max. 1,004 km, lățimea min. 19,25 m, lățimea med. 138,8 m, lățimea max. 282,6 m, perimetrul 2,8 km, adâncimea max. 16,45 m, adâncimea med. 5,6 m, volumul 92,53x10⁴ m³. Pe baza rezultatelor, lacul Cuejdel confirmă superlativul de cel mai mare lac de baraj natural din România, depășind atât ca suprafață, cât și ca adâncime maximă, dimensiunile lacului Roșu de pe valea Bicazului (suprafața 12,1 ha, adâncimea max. 10,5 m).

A doua etapă a măsurătorilor s-a consumat în iarna anului 2013, utilizându-se de această dată tehnologia GPR (Ground Penetrating Radar) cu ajutorul dispozitivului Gpr Mală Ramac X3M și o antenă de 100 mHz. Deoarece această metodă de scanarea batimetrică a depozitelor aluviale necesită un plan drept, respectiv o suprafață înghețată, dimensiunile parametrilor morfometrici ai lacului au fost mai reduse față de cele identificate anterior, dar normale pentru sezonul rece. Rezultatele scanărilor batimetrice s-au materializat prin reconstrucția cuvetei inițiale și întocmirea hărții grosimii sedimentelor lacustre. Astfel, dimensiunile acvatoriului la nivelul anului 1991, au atins următoarele valori maxime: altitudinea luciului de apă 665 m, suprafața 16,22 ha, lungimea max. 1,17 km, lățimea min. 24,1 m, lățimea med. 138,6 m, lățimea max. 341,2 m, perimetrul 2,95 km, adâncimea max. 18,8 m, adâncimea med. 7,5 m, volumul 122,3x10⁴ m³. Valorile sunt confirmate atât de structurile interne identificate pe interfața profilurilor GPR, cât și de limita nivelurilor maxime rămasă pe arborii surprinși în masa apei.

Evoluția regresivă a nivelurilor din lac care a avut loc în cei 23 de ani, indică o scădere cu cca. 3,5-4 m, determinând retragerea medie a suprafețelor cu cca. 0,1 ha/an. Principala cauză o constituie adâncirea canalului de drenaj de pe suprafața barajului obstructiv, datorită viiturilor repetate care au fost atenuate de lac. Volumul lacului se înscrie pe același trend descendent, acesta reducându-se în total cu 297654,77 m³, din care, conform măsurătorilor GPR, 103988,87 m³ au fost înlocuiți de depozitele aluviale transportate în depresiunea lacustră de către tributari.

Harta distribuției grosimii sedimentelor indică un ecart cuprins între 0,1-3,6 m, din care intervalul 0,1-1,0 m ocupă 8,522 ha (60,7%), intervalul 1,0-2,0 m cca. 4,676 ha (33,32%), iar intervalul >2,01 m, restul de 8326,5 m² (5,93%). Rata de sedimentare este cuprinsă pe diferite sectoare, între 1-16 cm/an, iar rata medie de acumulare a materialelor terigene se situează în jurul valorii medii de 4521,26 m³/an. Această valoare, raportată la suprafața bazinului de recepție al lacului (8,94 km²), și la o rată de efluență de 33% determinată pe baza garadului de acoperire cu vegetație, indică o producție de sedimente medie în bazin de 4,33 t/ha/an. Astfel, se poate estima faptul că lacului de baraj natural Cuejdel se va colmata, păstrându-și echilibrul hidro-geomorfologic din prezent, în 247 ani. Această perioadă de timp este totuși una ipotetică, deoarece modificări ale condițiilor de sedimentare sunt frecvente, fiind influențate mai ales de exploatarea forestieră care are loc la nivelul bazinului de recepție.

Programul de monitorizare al lacului Cuejdel a inclus și o analiză a condițiilor biotice, privind descrierea parametrilor fizico-chimici (T°, pH, LDO101, CDC401), indicele de calitate a apei (WQI), și gradul de

troficitate determinată pe baza chimismului și a nutrienților (DO_2 , CBO_5 , $KMnO_4$, NO_3^- , NO_2^- , NH_4^+ , PO_4^{3-} , P total ș.a.). Măsurătorile in situ au fost realizate sezonier (4 ori/an), utilizând un multiparametru de tip Hach Lange cu afișaj în timp real, iar investigațiile din laborator au urmărit metodele standard de analiză a apei.

Astfel, din punct de vedere termic, lacul Cuejdel se comportă ca un acvatoriu dimictic, cu stratificare termică directă vara (T° - epilimn. 22-23°; hipolimn. 4-5°), primăvara (T° - epilimn. 16-17°; hipolimn. 4-5°), și toamna (T° - epilimn. 12,5-13°; hipolimn. 4-5°), și inversă iarna (T° - epilimn. 0-1°; hipolimn. 4-5°). Cantitate de oxigen dizolvat (LDO101) scade pe verticală invers proporțional cu conductivitatea standard a apei (CDC401), indicând o stratificare euxinică, indusă de lipsa curenților verticali. Valoarea pH urmărește aceeași tendință pe paliere batimetrice, prezentând un mediu ușor alcalin, specific apelor de munte (pH med. 8,0-8,3). Datorită acestor condiții fizico-chimice, la care se adaugă și transparența medie de 1,8-2,0 m, lacul Cuejdel prezintă un mediu productiv doar în zona de epilimnion (0-3 m).

Indicele chimic de calitate a apei (WQI), determinat pe baza nutrienților, respectiv: nitrați (NO_3^-), fosfaților (PO_4^-) și concentrația ionilor de amoniu (NH_4^+), la care s-au adăugat în formula de calcul, cantitatea de oxigen dizolvat (DO_2), consumul biochimic de oxigen (CBO_5), și pH-ul, indică un scor de 86%, această valoare fiind echivalentă clasei I de calitate. Tot pe baza nutrienților determinați în probele de laborator, lacul Cuejdel intră în categoria acvatoriilor mezotrofe, condițiile de troficitate fiind asemănătoare cu cele din lacul de crater vulcanic Sfânta Ana, sau cu cele din acumulările antropice Brădișor și Izvorul Muntelui.

Determinarea gradului de troficitate al limnosistemului acvatic Cuejdel s-a realizat și pe baza bioindicatorii ecologici determinați în masa apei. Cercetarea interdisciplinară în colaborare cu o serie de specialiști biologi s-a materializat prin identificarea următoarelor categorii: comunități algale (fitoplancton - cca. 50 taxoni), fauna acvatică vertebrată (cca. 17 specii) și faună acvatică nevertebrată (>150 taxoni), din care amintim insectele (>100 taxoni), comunitățile zooplanctonice (cca. 14 taxoni) și macronevertebratele bentonice (cca. 7 taxoni). Din totalul speciilor semnalate, unele dintre ele cu o densitate mai mare, altele foarte rare, 72 de taxoni au prezentat, datorită dominanței sau a valenței specifice, o valoare saprobă indicatoare. Astfel, pe baza bioindicatorilor ecologici din masa apei, lacul Cuejdel se definește ca un ecosistem acvatic oligotrof cu tendințe spre mezotrofie în sezonul cald.

Tranziția dintr-un simplu sector de râu specific ariei munților cu altitudii medii din estul Carpaților Orientali, spre un acvatoriu cu o asemenea anvergură, a determinat, cum era și firesc, creșterea biodiversității. Astfel, au fost identificate 11 fitocenoze acvatice și palustre, ceea ce reprezintă habitate prielnice atât pentru speciile deja existente, cât și pentru altele noi. Semnalarea a 9 specii de păsări, 3 specii de amfibieni și a unei reptile prezente în lista Directivei Habitae (92/43/CEE) și a Directivei Păsări (79/409/CEE), indică faptul că statutul de arie protejată (IUCN IV.40 Lacul Cuejdel), nu este de ajuns pentru protejarea lor. Din acest motiv, considerăm că aria lacului Cuejdel întrunește toate condițiile legislative pentru instituirea unui sit de importanță comunitară (SCI), a unei zone speciale de conservare (SAC) și/sau a unei zone de protecție specială (SPA).

Concluzia finală a prezentului studiu, dedusă pe baza investigațiilor care au vizat atât caracterizarea biotopului (cuvetă lacustră – sedimente – apă), cât și a biocenozelor acvatice și palustre, indică faptul că lacul de baraj natural Cuejdel reprezintă o entitate acvatică cu multiple valențe de unicatitate în peisajul Munților Stânișoarei. Conservarea acvatoriului trebuie să reprezinte o prioritate, atât pentru autoritățile avizate (Primăria Comunei Gârcina, Consiliul Județean Neamț, Administrația Bazinală a Apelor "Siret" – Sistemul de Gospodărire a Apelor Neamț, ROMSILVA Direcția Silvică Neamț, Ministerul Mediului și Schimbărilor Climatice ș.a.), cât și pentru populația locală, direct implicată în protejarea celui mai mare lac de baraj natural din România.