



„Măsuri de management privind creșterea gradului de informare și conștiințizare din Parcul Național Munții Rodnei” - cod SMS 16819  
Proiect co-finanțat din Fondul European de Dezvoltare Regională

Editor: Județul Maramureș reprezentat prin Consiliul Județean Maramureș  
Data publicării: 2014

Ministerul Mediului și Schimbărilor Climatice  
Autoritatea de Management POS Mediu

Calea Sebeșan Vodă, nr. 30-32  
(intrarea prin strada Principatele Unite), Sector 4, București  
Telefon/Fax: 021 300 62 50, 021 316 07 76  
E-mail: office@posmediu.ro; Website: www.posmediu.ro

#### **DILETICAR:**

Județul Maramureș reprezentat prin Consiliul Județean Maramureș  
Str. Gheorghe Șincai, nr. 46, Baia Mare, Maramureș  
Telefon/Fax: 0262 212 110, 0262 213 945  
E-mail: office@maramures.ro  
Website: www.cjmaramures.ro

Administrația Parcului Național Munții Rodnei  
Loc. Rodna, Str. Principală, Nr. 1446, jud. Bistrița-Năsăud  
Telefon/Fax: 0263 377 715, 0263 377 181  
Loc. Boiu, str. Zorilor, Nr. 2, jud. Maramureș  
Telefon/Fax: 0262 344 775  
Email: apmn@bistrita-nasova.ro, parc.rodna@emef.ro  
Website: www.parcrodna.ro

ISBN: 978-606-8534-04-6

Conținutul acestui material nu reprezintă în mod obiectiv un poziționare oficial a Uniunii Europene sau a Guvernului României.

#### **Ghidul lacurilor glaciare din Parcul Național Munții RODNEI**



## **Ghidul lacurilor glaciare din Parcul Național Munții Rodnei**



Proiect co-finanțat din  
Fondul European de Dezvoltare Regională



# GHIDUL LACURIILOR GLACIARE

DIN

## PARCUL NAȚIONAL MUNȚII RODNEI (REZERVATIE A BIOSFEREI)

Coordonator științific:

IUȘAN Claudiu

Colaboratori:

Andreea Seni

Administrație Parcului Național Munții Rodnei |



## ■ CUPRINS

Prefață.....	5
1. Cercetarea reliefului glacial din Munții Rodnei.....	7
2. Relieful glacial din Munții Rodnei.....	9
3. Formarea lacurilor glaciare .....	18
4. Sursele de alimentare ale lacurilor glaciare .....	22
5. Proprietățile fizice și chimice ale lacurilor glaciare .....	28
6. Descrierea lacurilor glaciare din Parcul Național Munții Rodnei .....	37
6.1 Tăurile Buhăiescu .....	39
6.2 Lacul glacial Buhăiescu de Jos.....	40
6.3 Lacul glacial Buhăiescu de Mijloc .....	40
6.4 Lacul glacial Buhăiescu de Sus.....	40
6.5 Lacul glacial lezernul Pietrosului .....	47
6.6 Lacul glacial Lala Mare .....	60
6.7 Lacul glacial Izvorul Bistriței Aurii (Știol) .....	96
6.8 Alte lacuri glaciare din Parcul Național Munții Rodnei .....	116
7. Bibliografie .....	141



## PREFĂTĂ

Parcul Național Munții Rodnei reprezintă un sanctuar natural cu biodiversitate ridicată ce a stârnit interesul multor cercetători și a constituit un laborator viu în domeniul inventarizării și monitorizării florei și faunei locale.

Multe din rezultatele cercetărilor sunt cunoscute și accesibile doar persoanelor pasionate de cercetare, explorare, motiv pentru care dorim prin astfel de materiale informative o promovare a informațiilor care susțin importanța și beneficiile ariei protejate atât la nivel local, regional, național, cât și internațional.

Deglă informațiile concrete cu privire la evoluția și dinamica lacurilor glaciare sunt foarte restrânse, s-a reușit o compilare a acestora în cadrul acestui ghid.

Seria ghidurilor de specii și habitate din Parcul Național Munții Rodnei constituie o modalitate de informare și conștientizare a publicului larg cu privire la speciile de floră și faună existente, la cunoașterea valențelor ecologice și înțelegerea necesităților de ocrotire a valorilor patrimoniului natural.

Ghidul lacurilor glaciare cuprinde o prezentare succintă a cercetărilor reliefului glacial din Munții Rodnei, geneza lacurilor glaciare, descrierea surselor de alimentare a lacurilor glaciare, caracteristicile fizice și chimice ale apelor lacurilor glaciare, descrierea detaliată a celor mai importante 7 lacuri glaciare din masiv, un album cu imagini reprezentative ale lacurilor glaciare permanente, enumerarea referințelor bibliografice.

Ghidurile de specii și habitate sunt realizate în cadrul proiectului POS Mediu intitulat „Măsuri de management privind creșterea gradului de informare și conștientizare din Parcul Național Munții Rodnei” implementat de Consiliul Județean Maramureș în parteneriat cu Administrația Parcului Național Munții Rodnei (Rezervație a Biosferei).

Mulțumim tuturor celor care au participat la realizarea materialului atât prin sprijinul informațional, cât și prin facilitarea accesului în teren în perioada documentării: Administrației Parcului Național Munții Rodnei (Doina Jauca, Munteanu Ioan, Timofei Filipoiu, Mircea Tomoiagă, Roman Lungan, Alina Hădărău, Lorinț Grigore, Lorinț Mihai, Stelian Mureșan, Timiș Grigore, Alexa Tomoiagă, Antonia Dragotă, Mircea Nelca), profesorilor colaboratori din școlile lăzitoare ariei protejate, cercetătorilor și colaboratorilor din universitățile de profil.

Sperăm că acest ghid să fie util tuturor celor interesați și dorinci să dezlege misterele asociate cu lacurile glaciare din Munții Rodnei, obiectiv mult apreciat de vizitatori și turiști.

Claudiu Iușan



## ■ 1. CERCETAREA RELIEFULUI GLACIAR DIN MUNȚII RODNEI

**Munții Rodnei** conservă cel mai dezvoltat relief glaciar din Carpații Orientali, asemănător celui din Alpii Transilvani, motiv pentru care și studiile de morfologie glaciară sunt numeroase în comparație cu cele efectuate în alte masive carpatiche orientale, precum Munții Maramureșului sau Călimani.

Din întregul lanț al Carpaților Orientali, Munții Rodnei păstrează cel mai bine amprentele ghețarilor cuaternari, constituite din creste alpine tipice cu aspect de custuri zimțuite, vaste circuri glaciare cu profil în formă de „U”, continuante cu văi sălbătice înalte și cu abrupturi.

Cea mai mare parte a Munților Rodnei este alcătuitoră din șisturi cristaline, alcătuite din gnais, micașisturi, dolomite, calcare, înconjurate de un brâu aproape continuu de depozite cretace și paleogene (gresii, conglomerate, calcare, marne), roci vulcanice neogene situate pe flancul sudic.

**Carstul** din versantul nordic al Munților Rodnei este unul din puținele situri din Carpații Orientali unde apar forme exocarstice tipice, care conferă teritoriilor calcaroase caracter de unicat.

**Carstul** din bazinul Izei este reprezentat de numeroase ponoare, avene și peșteri descendente de mici dimensiuni, rezultat al unor infiltrări rapide ale precipitațiilor și agresivității ridicate a apelor datorită temperaturilor mai scăzute și solurilor mai acide din etajul pădurilor de rășinoase.

În anul 1891, **P. Lehman** este cel care deschide seria studiilor, identificând circul și Valea glaciară Lala, precum și morena glaciară ce barează lacul de la 1.820 m.

Numeiroși cercetători maghiari și-au indreptat atenția asupra acestui masiv și au contribuit la cunoașterea reliefului glaciar. Sunt cunoscute studiile întocmite de **G. Czirbusz** (1896), **J. Bezdek** (1905), **Z. Szilady** (1907) și **L. Varga** (1927).

La începutul secolului al XX-lea, **L. Sawicki** (1911) întocmește un studiu amănuntit asupra glaciaciei din această regiune. Observațiile lui sunt reluate apoi de **Th. Kräutner** în lucrarea de sinteză din 1930.

De Martonne organizează în anul 1921 o expediție în acest masiv, însă vremea nefavorabilă nu a permis efectuarea unor observații



amănunțite. Rezultatele acesteia au fost publicate în „Lucrările Institutului de Geografie al Universității din Cluj, vol. I., 1922”.

**Geografi** români care au efectuat studii de morfologie glaciare în Munții Rodnei sunt **N. Orghidan** (1910), **T. Morariu** (1940, 1981), **I. Pisoța** (1968), cu un studiu asupra lacurilor glaciare, **I. Sârcu** (1978), care își susține teza de doctorat, intocmind un studiu morfogeografic amplu, și **M. Mândrescu** (2001b, 2004d), care analizează, în conformitate cu noile concepții, morfologia și morfometria circurilor glaciare.

**Munții** Rodnei fac parte din grupa nordică a Carpaților Orientali fiind inclărați între două unități muntoase de altitudini mai reduse: Bârgău la sud și Maramureșul la nord.

**Primele** cercetări geografice asupra acestui lanț muntos s-au desfășurat spre sfârșitul secolului al XIX-lea. Începând însă cu secolul al XX-lea cercetările devin mai organizate, iar rezultatele științifice cu mult mai bogate.

În anul 1960, Vasile Meruțiu, în urma unor minuțioase cercetări de teren, publică un studiu detaliat, de geografie, pe baze geologice, asupra Masivului Rodnei. Cu 5 ani mai târziu, Sawicki studiază răspândirea glaciației cuaternare aducând importante contribuții de ordin geomorfologic asupra văilor și circurilor glaciare.

Între anii 1929-1930 Th. Kräutner publică o interesantă lucrare de geografie cu privire la Carpații Meridionali. În această lucrare se fac importante referiri și asupra urmelor glaciare.

**Aceste** 3 lucrări abordează probleme de strictă geografie fizică și chiar geologie. În anul 1937 însă, Tiberiu Morariu prin teza sa de doctorat „Viața pastorală în Munții Rodnei” întregește și imbogățește și aspectul geografiei economice și umane.

## ■ 2. RELIEFUL GLACIAR DIN MUNȚII RODNEI

Din marele lanț al Carpaților Orientali, Munții Rodnei păstrează, ca urmare a constituției geologice și a masivității lor, în cele mai bune condiții, tipurile glaciației pleistocene.

**Relieful** glaciare se află la înălțimi de peste 1.850 m iar, în raport cu cel din Carpații Meridionali se individualizează atât ca extensiune cât și ca morfologie.

**Glaciația** cuaternară din Munții Rodnei a avut o extensiune mai mare și mai accentuată pe flancul lor nordic, unde circurile, văile, morenele și lacurile de natură glaciare, au un caracter complex și se asemănă, după cum le descrie și prof. Tiberiu Morariu cu cele din Alpi și Pirinei. Flancul sudic, probabil, din cauza pantei mai mari și a unei cantități de gheată mai reduse are forme glaciare mai slab reliefate, iar circurile și văile glaciare se întâlnesc mai rar.

**Limitele** geografice ale Munților Rodnei sunt conturate de o rețea hidrografică de tip subalpin, cu văi adâncite, evolute și cu debit bogat de apă. La nord și la nord-est acest masiv este despărțit, prin apele Vișeuului și ale Bistriței Aurii, de Munții Maramureșului; la est prin apele Bistriței Aurii de Munții Suhardului; la sud Someșul Mare îl desparte de Munții Bârgăului, iar la vest, Valea Sălăuței de Munții Tibleșului. Cele mai multe vârfuri care înconjoară acest lanț muntos variază între 854 m (Vf. Cireșu) și 1.931 m (Vf. Omu-Suhard).

**Crestele** și culmile cele mai înalte se desfășoară, pe direcția vest-est, pe o lungime de circa 45 km și o lățime medie de circa 35 km (în partea de sud-vest, lățimea masivului atinge 32 km). Masivitatea acestui sistem muntos este pusă în evidență de existența unui relief în care predomină rocile cristaline (șisturi, granite, calcare cristaline etc.) și prezența unor noduri orohidrografice.

Începând de la vest către est, se întâlnesc patru noduri orohidrografice, unde vârfurile ating înălțimi mai mari de 2.100 m. Două dintre ele domină Masivul Rodnei și totodată întreaga grupă nordică a Carpaților Orientali.

**Acestea** sunt situate la cele două extremități ale Munților Rodnei. La vest se află nodul orohidrografic Pietrosul-Rebra, cu înălțimi de 2.305-2.200 m, iar în est Inăul, Inăuțul, Cișă, Neteda și Tomnatecu, cu altitudini



intre 2.280 m și 1.950 m. Între ele, alte două noduri orohidrografice se profilează distinct în relieful alpin: așa sunt Puzdrele, Laptele și Galațiul cu înălțimi cuprinse între 2.000 și 2.191 m și Gârgălău, Clăile și Omul cu altitudini mai mici de 2.100 m.

**Multă** vreme s-a crezut că doar versantul nordic din Munții Rodnei a fost afectat de modelarea glaciară din pleistocen. **L. Sawicki** (1911) și **de Martonne** (1922) depistează câteva mici circuri pe versantul sudic, iar **T. Morariu** arată în anul 1940 că urmele glaciare de aici nu trebuie deloc neglijate.

În 1978 **I. Sârcu** este de părere că aproape toate excavațiile de pe acest versant, catalogate drept circuri glaciare, sunt de fapt de natură nivală. Lăsând la o parte aceste opinii contradictorii, putem constata totuși un evident contrast între glaciația de pe versantul nordic și cea de pe cel sudic, o consecință a condițiilor climatice pleistocene, așa cum au afirmat majoritatea autorilor citați mai sus.

În timp ce pe versantul nordic întâlnim numeroase circuri și văi glaciare la obârșia Râurilor Dragoș, Pietroasa, Repedea, Negoișescu, Cîmpolasa, Zănoaga, Bistricioara, Putredu, Bila și Lala, pe cel sudic sunt sigure doar forme glaciare de la izvoarele râurilor Gagiu, Cobășel, Anieș și Rebra, unde se păstrează mici circuri, însă nu a fost depistată încă nici o morenă glaciară.

Pe versantul nordic al crestei înalte, între vârfurile Gropilor (2.063 m), în vest, și Roșu (2.113 m), în est, există 26 de circuri glaciare bine individualizate. Cele mai mari se întâlnesc la izvoarele Bistricioarei, Bila și Lala (Măndrescu, 2001).

**Multe** dintre ele sunt dezvoltate în trepte, relevant în acest sens fiind exemplul circului Lala, cu cele două trepte pe care sunt cantonate două lacuri, și al circului de la izvoarele Buhăiescului Mare, unde există trei trepte cu tot atâtea lacuri glaciare.

În complexul glaciar Lala, **Măndrescu** (2001) distinge trei generații de excavații, create de către eroziunea ghetarilor de circ, a căror dimensiune s-a modificat în decursul perioadelor glaciare succesive. Astfel, autorul distinge trei etape de evoluție a zonei și tot atâtea generații de circuri: 1. etapa de „*preaplin glaciar*”, când obârșia de vale este ocupată de un imens ghețar de circ care modelează un „*fotoliu glaciar*” pe măsură; 2. etapa *intermediară de glaciație*, când dimensiunea ghetarului de circ se reduce la două nuclee ce modelează cele două trepte principale ale lacurilor; și 3. etapa de *deglaciație*,

când ghetarii de circ devin tot mai reduși și se scindează în șapte nuclee corespunzătoare celor șapte depresiuni de subsăpare glaciară din cuprinsul complexului glaciar.

**Este** vorba deci de o morfologie de tip „*circ în circ*” (circuri imbucate), ce se poate corela și cu cele trei faze glaciare imaginante de **Sawicki** (1911), **Kräutner** (1930) și **Sârcu** (1978).

O dovadă de necontestată a modelării glaciare o reprezintă depresiunile de subsăpare din cuprinsul circurilor, în care s-au acumulat apele lacurilor glaciare.

În Munții Rodnei există circa 10 lacuri de acest gen, cu regim permanent sau temporar. Cele mai mari nu depășesc un hecțar și sunt, în ordinea dimensiunilor: Lala Mare (0,56 ha), lezerul Pietrosului (0,34 ha), lezerul mijlociu al Buhăiescului (0,17 ha) (fig. 38), Lala Mică (0,15 ha) și lezerul de la obârșia Buhăiescului Mic (0,11 ha, Pișota, 1968). Pe lângă lacurile actuale, se pot distinge și numeroase cuvete colmatate, așa cum sunt cele din văile Lala și Bistricioara.

**Aproape** toți ghetarii de circ de pe versantul nordic au alimentat limbi glaciare în văi, ce au coborât în unele locuri sub altitudinea de 1.100 m.

Cei mai mari ghetari de vale se pare că au funcționat în văile Buhăiescu, care se uneau și formau ghetarul Repedea, apoi în Bistricioara, Bila și Lala. Pe baza morfoloiei întâlnite în culmile ce separă aceste văi, au fost stabilite și câteva șei de transfluență glaciară. Așa sunt cele dintre văile Negoișescu și Cîmpolasa sau Zănoaga și Bistricioara, întuite încă din 1911 de Sawicki.

**Morenele** glaciare mai păstrează forme arcuite în sectoarele superioare din văi sau circuri și sunt puternic degradate în regiunile inferioare, unde se terminau ghetarii de vale în perioada de maximă extensiune.

**Aceasta** este marcată în relief de un brâu de morene aflat la altitudini cuprinse între 1.000-1.400 m (Sârcu, 1978). Sawicki (1911) distinge pe Valea Repedea morene frontale chiar și la altitudinea de 800 m, în timp ce Pawłowski pomenește în studiul său de sinteză din 1936 de o morenă frontală pe Valea Pietroasa la altitudinea de 762 m.

**Ghetarii** de platou, greu de intuit din cauza urmelor mai discrete lăsate în relief, au găsit condiții prielnice de acumulare pe platformele înalte. După Sârcu (1978), Munții Rodnei au purtat astfel de ghetari pe platourile din Bătrâna, Rebra, Negoișescu, Muntele Cailor, Gârgălău și Coasta Netedă.



**Numărul** de perioade sau faze glaciare din Rodna este încă o problemă insuficient argumentată. În 1911 Sawicki, urmărind dispunerea morenelor glaciare de pe versantul nordic, indică trei faze glaciare.

Pornind de la această idee și folosind morfologia glaciara din văile Lala și Bistricioara, Sârcu (1978) indică trei posibilități de evoluție: **trei perioade glaciare** (Mindel, Riss, Würm), sau **două perioade glaciare** (Riss și Würm, ultima dezvoltată în două faze), sau **o singură perioadă glaciara** cu trei faze. Calculele efectuate de autor indică faptul că limita zăpezilor permanente s-ar fi aflat la 1.550 m în prima perioadă glaciara, 1.800 m în cea de-a doua și 2.000 m în ultima.

**Circurile** și văile glaciare din flancul nordic se prezintă fie sub o formă simplă, cu caracter suspendat, de tip pirenian (circurile de pe latura nordică a Vf. Pietrosu Mare), fie de formă complexă (conjugate), cu caracter de tip alpin.

**Circurile** și văile glaciare simple au, în general, lungimi reduse și adesea valea și căldarea glaciara formează un sistem unitar. Valea glaciara Pietrosu în care se află și lacul cu același nume, constituie un exemplu tipic din acest punct de vedere. Căldarea împreună cu valea glaciara are o lungime de circa 800-900 m.

**Circurile** și văile glaciare complexe au o extindere foarte mare și au rezultat din acțiunea de eroziune și subsăpare a ghețarilor unde în cadrul acestor văi, formau sisteme de confluență glaciara, iar unele portiuni, avanțate de configurația reliefului, formau și șel de transfluență glaciara.

După retragerea ghețarilor cuaternari au rămas văi largi cu numeroase trepte și praguri glaciare intercalate cu morene dispuse transversal sau longitudinal care, de cele mai multe ori, reprezintă și barajul de formare al lacurilor glaciare.

Cele mai importante circuri și văi glaciare sunt: Buhăiescu, Negoești, Repedea, Bistrița și Lala. În cadrul acestor văi se disting câte 3-4 praguri glaciare, cu înălțimi de 40-50 m.

**Morenele** se prezintă sub diferite forme (semicirculare, longitudinale etc.), cele mai tipice întâlnindu-se în jurul lacurilor Lala Mare și Pietrosu - lezer. Depozitele morenice constituie în același timp și importante surse de alimentare cu apă, atât a rețelei hidrografice cât și a lacurilor glaciare.

**Rezultatele** cercetărilor făcute asupra reliefului glaciari din zona alpină au pus în evidență existența circurilor și văilor glaciare simple

sau complexe, a depozitelor morenice laterale, transversale și longitudinale, a rocilor mutonate sau striate de ghețari, precum și a cuvetelor lacustre, astăzi umplute cu apă și transformate în lezere, tăuri sau zănoage.

**Numai** o analiză amănuntită a urmelor lăsate de ghețarii pleistoceni permite aprecierea modului în care a luat naștere fiecare depresiune lacustră și chiar, eventual, în ce perioadă sau fază glaciara s-a format.

**Elementele** de bază de la care trebuie să se pornească în stabilirea genezei lor sunt fără îndoială cele folosite în cercetările de morfologie glaciara. În primul rând trebuie să se țină seama de configurația geografică a locului în care sunt instalate depresiunile lacustre, de forma pe care o prezintă fiecare profil morfobatimetric, precum și extensiunea ghețarilor din perioada respectivă. În al doilea rând, trebuie avute în vedere tipurile hidrografiei precuaternare în care s-au grefat ghețarii și în funcție de ele să putem analiza întreaga gamă a aspectelor genetice.

Cei mai mulți dintre geologi și geografi, cum sunt L. Mrazec (1899), Emm. de Martonne (1901), T. Morariu (1940), Valeria Mcalevich-Velcea (1961), V. Mihăilescu (1963), Gh. Niculescu (1965), A. Bezinge, F. Schafer și P. Peretten (1969) și Vivian K. (1970), care s-au ocupat de glaciologia cuaternară sau cea actuală, consideră că relieful glaciari din Munții Alpi sau Pirinei, din Carpații Meridionali, Orientali și din alte regiuni a rezultat din acțiunea ghețarilor pleistoceni grefați pe rețea de văi preexistente, iar în unele cazuri, situați chiar pe suprafețele înalte de eroziune.

**Formarea** ghețarilor în aceste regiuni a fost favorizată, pe de o parte, de existența calotei glaciare care a acoperit cea mai mare parte a Europei nordice, iar pe de altă parte, de influența factorilor fizico-geografici care caracterizau prezența unui climat rece și umed. În aceste condiții climatice, zăpada și gheata au început să se acumuleze în regiunile unde rețea hidrografică precuaternară forma cel mai înalt nod de confluență pentru rețea de ape care se scurgeau de pe versanții abrupti.

**Nodul** acesta de confluență a constituit, în majoritatea cazurilor, bazinul sau locul de alimentare a ghețarilor, iar după ce gheata a atins anumite grosimi, a depășit bazinul de alimentare, sub forma unei limbi de gheată, transformându-se astfel, într-un ghețar de vale, care se aseamănă foarte mult cu cel din Alpi (ghețarul Rhonului, ghețarul „la Mer de Glace” etc.).





**Faptul** că majoritatea văilor erau dispuse pe direcții paralele și legate între ele prin șei și cumpene de apă joase a dat posibilitatea unor ghețari să pătrundă prin înșeuări către văile limitrofe și în felul acesta să dea naștere la o zonă de confluență și transfluentă glaciară.

**După** topirea ghețarilor, pe actualul relief au rămas incrustate urmele acțiunii și ale extensiunii glaciare. Ele sunt, în general, evidente și bine păstrate, formate din circuri și văi glaciare cu întreaga gamă de elemente rezultate din acțiunea procesului de eroziune sau acumulare (Emm. de Martonne, 1907, N. Orghidan, 1931).

**Rețeaua hidrografică** preexistentă glaciațiunii, însotită de întreaga gamă a formelor de relief negative (gradul de evoluție al albilor, prezența pantelor) a jucat un rol deosebit de important în dinamica ghețarilor.

**Morenele** care se află răspândite în cuprinsul văilor glaciare joacă un rol important în formarea și menținerea unor unități lacustre. Tot în problema morfologiei glaciare menționăm că văile în profil transversal prezintă forma literei „U”, iar în profil longitudinal se pot remarcă câteva trepte.

În funcție de modul cum s-a produs acțiunea de eroziune glaciară și procesul de acumulare a materialului transportat de ghețari, au luat naștere câteva tipuri de cuvete lacustre:

- Tipul cel mai frecvent întâlnit îl constituie cuvetele lacustre care ocupă un loc central în cadrul căldărilor sau văilor glaciare, ca rezultat al acțiunii de subsăpare și de apăsare laterală a ghețarilor. Aceste lacuri sunt instalate în spatele unor praguri formate din rocă. Ele au, în general, suprafațe și adâncimi mari, iar profilul morfobatimetric prezintă aspectul literei „U”, uneori cu trepte submersе.
- Un alt tip îl formează seria de lacuri care au cuvetele bine dezvoltate în spatele unor praguri glaciare acoperite cu depozite morenice. Aceste depozite morenice, care parazitează pe pragurile glaciare, au grosimi reduse (1-2 m) și sunt foarte greu de observat datorită faptului că sunt acoperite (parțial) cu materiale grozioare provenite din dezagregarea fizică a rocilor.

**Valurile** morenice, acolo unde n-au fost distruse de eroziunea post-glaciарă, diferă ca grosime și extensiune și se află, unele din ele, la altitudini destul de joase - până la 1.250 - 1.400 m.



**Tinând** seama de altitudinea la care sunt aşezate morenele terminale să ar putea considera că aparținând perioadei Riss. Argumentul care pledează pentru încadrarea lor în perioada Riss constă în aceea că ghețarii având o extensiune mai mare au putut transporta materialul morenic la o altitudine mai joasă.

În urma unor cercetări recente s-a emis părerea că este posibilă stabilirea mai exactă a perioadelor sau fazelor glaciare, pe baza corelării altitudinii diferențelor trepte (umeri) de eroziune glaciară din căt mai numeroase văi. În sprijinul acestui mod de a aborda problema vine și faptul că umările glaciare se suprapun, prin racordare, cu pragurile glaciare.

Se confirmă astfel concluzia că urmele care stau astăzi mărturie, pentru studiul morfologiei și hidrografiei glaciare, au fost create din acțiunea a două regimuri de ghețari care s-au succedat în două perioade sau două faze glaciare diferite.

**Tărmul** și fundul cuvetelor diferă de la un lac la altul, în schimb, barajul în spatele căruia au luat naștere lacurile, fie de natura pragurilor glaciare, fie a depozitelor morenice, formează un element comun la aproape toate lacurile.

Cele mai numeroase lacuri au tărmurile înconjurate de grohotișuri, care adeseori se prezintă sub forma unor mari blocuri de piatră.

Apreciem că grohotișurile provin din acțiunea proceselor de gelificare care au avut loc în două perioade: una legată de cea glaciară, iar a doua de cea actuală, separate fiind între ele prin straturi de materiale oxidate (M. Luskis, 1960, T. Morariu, 1940).

**Aceste** cercetări efectuate în Munții Rodnei au constatat, de asemenea, prezența celor două orizonturi de grohotiș. Considerăm că aceste grohotișuri s-au format într-o fază de tranziție, adică în timpul când a avut loc trecerea de la perioada glaciară la cea interglaciарă. Este de presupus că în acele condiții, diferențele de temperatură de la o zi la alta, dar mai ales de la un anotimp la altul, au reușit să dea naștere unui proces de dezaggregare foarte dezvoltat. La acesta a contribuit și duritatea diferențiată a rocilor.

O altă categorie de cuvete lacustre au tărmul mult mai complex. Așa întâlnim lacuri cu tărmuri la care se poate remarca, din loc în loc, rocile rotunjite ori mutonate, foarte rar striate, sau tărmuri cu prispe lacustre unde emisarii reușesc să formeze mici conuri delțice.



**Alte** lacuri, datorită faptului că sunt supuse unui intens proces de colmatare, au sărmurile înconjurate de suprafețe mlaștinoase. Această ultimă grupă formează o categorie de lacuri care au un caracter temporar sau se află într-o fază de colmatare.

**Fundul** depresiunilor lacustre, grefat în general pe rețeaua hidrografică preexistentă, prezintă numeroase neregularități și asperități, fiind, de cele mai multe ori, acoperit cu blocuri de piatră, de diferite mărimi, precum și de măluri lacustre, de origine minerală sau organică.

**Mălurile** de origine minerală sunt aduse de affluentii care se varsă în apa lacurilor sau provin din procesele de spălare a pantelor. Cele de origine organică se formează prin procesul de descompunere a vegetației acvatice. Aceste măluri pot ocupa, uneori, porțiuni mari din suprafața lacurilor, iar grosimea lor variază de la o cuvetă lacustră la alta.

**Mălurile** lacustre, indiferent de originea lor, formează o masă afânată și fluidă, care se tulbură foarte repede. Culoarea lor are diferite nuanțe. La cele de origine anorganică predomină culoarea cenușie-măslinie, iar la mălurile de origine organică culoarea neagră-cafenie. Paralel cu depunerea și formarea mălului organic, pe anumite porțiuni, acolo unde adâncimea apelor scade foarte mult, începe să apară mușchiul de turbă *Sphagnum*, care transformă cuveta lacustră într-o mlaștină de sfagnete.

**Dacă** se analizează forma cuvetelor în raport cu profilul morfobatimetric, construit pe direcția generală de curgere a ghețarilor, se constată că depresiunile lacuste se pot grupa în mai multe categorii sau tipuri. Aceste tipuri reflectă modul în care s-a produs procesul de eroziune și de acumulare a ghețarilor pleistocenici, precum și influența ce a avut-o constituția geologică și morfologia reliefului în formarea cuvetelor lacuste.

**Forma** curbelor batigrafice pune în evidență unele elemente legate de geneza depresiunilor lacuste și de influența factorilor fizico-geografici. Fără indoială, rolul factorilor geografici este foarte important, mai ales că în decursul celor patru anotimpuri contribuie, într-o oarecare măsură, la instabilitatea formei curbei batigrafice, ca urmare a modului de alimentare cu apă a lacurilor.

**Curbele** batigrafice construite la o serie de lacuri, din principalele massive muntoase, ne infățișează, de cele mai multe ori, fie o formă convexă, fie o formă convexo-concavă. Curbele cu aceste forme

caracterizează de fapt cuvetele care au rezultat din acțiunea eroziunii glaciare. Forma cuvetelor batigrafice mai rezultă și din modul în care sunt distribuite, în zona litorală sublacustră, materialele dezaggregate sau cele provenite din șiroire, prin lavine etc.

**Forma** lacurilor se prezintă sub diferite aspecte, strâns legată de condițiile geomorfologice locale. Cel mai des întâlnită este forma circulară, semicirculară, dreptunghiulară etc.

**Forma** semicirculară se întâlnește la câteva lacuri din aceleași massive muntoase. Sinuozitatea malurilor este mai accentuată, în raport cu prima categorie de lacuri, având un coeficient de 1,20 până la 1,78.

**Adâncimea** apelor variază de la un lac la altul, fără însă să depășească 29 m (Zănoaga din Munții Retezat). Lacurile care s-au format prin acțiunea de eroziune a ghețarilor au adâncimi mai mari în comparație cu cele care au rezultat prin barajul depozitelor morenice, prin denivelările de rocă sau prin nivăție, unde adâncimile în general sunt mici, uneori ajungând până la 0,6 m.

**Regimul** hidrologic al lacurilor, caracterizat prin modul de alimentare cu apă, prin procesul de scurgere și pierdere al apelui, precum și prin variațiile de nivel, pune în evidență gradul de influență și de legătură ce există între fiecare factor fizico-geografic și depresiunile lacuste.

**Pentru** a putea însă analiza multiplele procese care se produc în apa lacurilor, ca urmare a interdependenței dintre diferiți factori fizico-geografici, este necesar să dispunem de cercetări amănunte de teren, completate cu numeroase date statistice rezultate din observații climatice și hidrologice (precipitații, evaporare, condensare, scurgere, infiltrare etc.), însă, datele hidrologice și climatologice lipsesc aproape cu desăvârșire.

**Cantitatea** de apă pe care o primește fiecare unitate lacustră este variabilă în funcție de mărimea bazinului hidrografic și de prezența unor lente acvifere cât mai bogate în apă. Procesul de pierdere al apelui se realizează în cea mai mare parte prin emisari (scurgere).





## ■ FORMAREA LACURIILOR GLACIARE

În toate cele trei ramuri ale Carpaților noștri apar urme ale glaciațiunii cuaternare, însă condițiile geografice regionale și-au pus amprenta asupra modelării glaciare, lucru ce a avut drept consecință apariția diferențierilor de morfologie glacială între regiunile afectate.

**Carpații Orientali**, cu o masivitate mai redusă din cauza fragmentării prin numeroase văi și culoare depresionare interioare, prezintă doar două masive montane ce depășesc 2.000 m altitudine, Rodna și Călimani. Dispoziția grupei nordice din acest lanț montos la latitudini mai mari a influențat însă limita zăpezilor permanente, care, se pare că atingea cotele cele mai joase din țara noastră și evident a permis instalarea ghețarilor de circ și de vale. Cele mai clare urme ale acestora apar astăzi în Munții Rodnei și Maramureșului, în timp ce Munții Călimani prezintă mai mult urme ale ghețarilor de circ.

Un **lac** este o întindere mai mare de apă sătătoare inchisă între maluri, uneori cu scurgere la o mare sau la un râu, dar nefiind alimentată din sau conectată cu apa oceanelor. De cele mai multe ori lacurile au apă dulce. Totuși, denumirile de lac sau mare date diverselor întinderi de apă sătătoare nu respectă întru totul această definiție. Uneori se ține cont și de felul de apă, sărată sau dulce, sau de mărimea întinderii de apă.

Lacurile naturale pot fi de diferite tipuri:

- Lacuri de natură glacială:
  - **Lacuri periglaciare**, în care cel puțin o parte a conturului lacului este formată de un strat de gheață, o calotă glacială sau un ghețar.
  - **Lacuri subglaciare** a căror suprafață este permanent acoperită de gheață. Asemenea lacuri pot apărea sub straturi de gheață, sub calote glaciare sau sub ghețari. Ele sunt menținute în stare lichidă din cauza efectului de izolator termic al gheții care acoperă lacul, care impiedică disiparea energiei introduse din subsolul lacului prin fricție, prin apă care se scurge în lac prin crevase, prin presiunea masei de gheață care acoperă lacul sau prin încălzire geotermică.



- **Lacuri glaciare** situate în zone formate prin eroziune glacială, acoperite în trecut de ghețari.
- **Lacuri pro-glaciare** situate în aval de un ghețar și alimentate de un ghețar.
- **Lacuri de fiord** aflate într-o vale glacială care a fost erodată până la un nivel sub cel al mării.
- **Lacuri vulcanice** create ca efect al unor activități vulcanice. La rândul lor acestea se pot împărți în:
  - **Lacuri de crater** care se formează în craterele unor vulcani; în cazul vulcanilor activi, se vorbește adesea de **lacuri de lavă** formate din lavă topită. În craterele vulcanilor stinși sunt lacuri fie cu apă dulce sau acide.
  - **Lacuri tip polocrater sau intercrater** care acoperă mai multe cratere sau sunt localizate între cratere.
  - **Lacuri de caldeira**, care sunt localizate în depresiuni care se formează ca urmare a unei activități vulcanice.
  - **Lacuri de maar**, care se formează printr-o erupție freatică provocată de intrarea apei subterane în contact cu magma fierbinte.
- **Lacuri tectonice** sau **lacuri de rift**, rezultate în urma subsidenței în lungul unei fâlii geologice.
- **Lacuri de baraj natural** formate prin bararea unor văi în urma unor fenomene naturale:
  - **Lacuri formate prin alunecări de teren** în care barajul natural al văii este format prin alunecări de teren de pe versanți.
  - **Lacuri morenice** în care barajul natural este format de morene transportate de ghețari.
- **Lacuri alpine** situate în depresiuni naturale din zone montane, având altă origine decât cele glaciare sau vulcanice.
- **Lacuri meteoritice** formate în cratere create de meteoriți.
- **Lacuri aluvionare** formate pe cursul apelor.
- **Lacuri carstice**, formate prin dizolvarea calcarului din rocile calcaroase.



- **Lacuri termo-carstice** care apar în zonele de permafrost de exemplu în Alaska sau nordul Sibiriei.
- **Lacuri de luncă** - situate în depresiunile din luncile inundabile ale cursurilor de apă. Alimentarea lor se realizează în cea mai mare parte în perioadele de revărsare ale râului în lunca în care sunt situate.
- **Lacuri endoreice** situate în zone depresionare fără afluenți importanți de suprafață care să evacueze afluxurile în lac. Apă din lacurile endoreice este evacuată din sistem, fie prin evaporație, fie prin infiltrare.
- **Lacuri de deflație sau lacuri eoliene**, localizate în depresiuni formate prin eroziune eoliană, cum sunt cele din regiunea Languedoc din Franța.
- **Braț mort**, este un lac ce s-a format prin separarea unui meandru al unui râu de cursul principal. Lacul format are o lungime mult mai mare decât lățimea sa.
- **Lacuri subterane** formate sub suprafața scoarței terestre, asociate de caverne sau straturi acvifere.

**Lacurile** glaciare s-au format prin acumularea apei (provenită din ploi sau zăpezii) în circuri ghețarilor cuaternari. În general, lăcașurile lacurilor au fost dăltuite de ghețari în stâncă tare a masivelor muntoase, la obârșia văilor sau chiar pe văi, formând lacuri de circ și de vale glaciare.

Zăpezile acumulate și transformate în gheță la obârșia văilor, prin subsăpare au format depresiuni limitate în partea inferioară de praguri glaciare.

În urma acțiunii erozive, la obârșia văilor glaciare se formează niște excavații circulare, flancate de abrupturi, denumite circuri sau căldări glaciare.

După retragerea ghețarilor, în aceste excavații s-au acumulat apă, dând astfel naștere lacurilor glaciare de circ (iezere). Lacurile mai pot fi întâlnite și pe văile glaciare, în spatele unor morene sau praguri glaciare ce au acționat ca niște baraje în calea apei, permitând acumularea acestiei.

Văile glaciare sunt o prelungire a circurilor, forme de eroziune create de limba ghețarului, inițial acesta fiind niște văi fluviatile montane.

**Ghețarii** au săpat bazine adânci în stâncile pe care le adăposteau, bazine care s-au umplut de apă în urma topirii gheții. Molozul depozitat de către aceștia a provocat stabilirea unor văi și, în final, formarea unor lacuri.

**Munții** Rodnei fac parte din grupa de nord a Carpaților Orientali. Cu înălțimea maximă de 2.303 m, atinsă de Vârful Pietrosu Mare, Munții Rodnei sunt cei mai înalți munți din Carpații Orientali.

Din intreg lanțul carpatic oriental, Munții Rodnei păstrează cel mai bine urmele ghețarilor cuaternari. Acești munți prezintă numeroase circuri glaciare (Negoiescu, Izvorul Cailor, Puțdrea).

**Relieful** este puternic modelat de factorii externi (vânt, apă, gheță) fiind prezente o serie de lacuri glaciare deosebit de pitorești cum ar fi: Lala Mare, Lala Mică, Buhăiescu, Iezzeru Pietrosului, Bila.

**Lacurile** reprezintă un element de atracție turistică în masiv. Munții Rodnei au un număr de circa 23 de lacuri, care sunt în general glaciare. Lacurile se alimentează din izvoarele de la baza grohotișurilor și au apă limpede.

Cele mai importante lacuri sunt: Iezzer cu suprafață de 3.450 m<sup>2</sup>; Lala Mare cu suprafață de 5.637 m<sup>2</sup>; Lala Mică, salba de lacuri Buhăiescu.

În complexul glacial Lala, se disting trei generații de excavații create de eroziunea ghețarilor de circ, a căror dimensiune s-a modificat în decursul perioadelor glaciare succesive.

**Etapele** de evoluție a zonei sunt următoarele:

1. Etapa de „preaplin glaciar”, când obârșia de vale este ocupată de un imens ghețar de circ care modelează un „fotoliu glaciar” pe măsură;
2. Etapa intermediară de glaciare, când dimensiunea ghetarilor de circ se reduce la două nuclee ce modelează cele două trepte principale ale lacurilor;
3. Etapa de glaciare, când ghetarii de circ devin tot mai reduși și se scindează în șapte nuclee corespunzătoare celor șapte depresiuni de subsăpare glaciare din cuprinsul complexului glaciar.





## ■ 4. SURSELE DE ALIMENTARE ALE LACURIOR GLACIARE

Pentru a putea cunoaște anumite particularități ale regimului hidrologic, se analizează sursele de alimentare și de pierdere ale apei din lacuri, întrucât acestea pun în evidență diferențele aspecte ale bilanțului acvatic.

**Lacurile** glaciare, fiind instalate la o altitudine de peste 1.700 m, pe un relief format în cea mai mare parte din rocă impermeabilă (granit, șisturi etc.) și în condițiile unui climat cu o umiditate excedentară, sunt în mod continuu alimentate din două surse principale de apă:

- din precipitații care ajung în cuveta lacustră pe diferite căi (șiroale, afluenți etc.);
- din straturile acvifere aflate în depozite morenice etc.

**Alimentarea** din precipitații are un aspect de durată și prezintă un caracter general, pentru întregul lanț carpatic; în schimb, apa care provine din straturile acvifere are un caracter local și uneori se menține pe timp limitat.

**Precipitații** alimentează lacurile prin șiroale sau prin scurgerea superficială directă de pe versanți, iar straturile acvifere prin izvoare din zona litorală a lacurilor sau prin izvoare submersă.

**Regiunile** înalte, de peste 1.800 m, ale reliefului glaciar, aparțin, din punct de vedere climatic, unui regim de umiditate excedentar.

**Cantitatea** de precipitații diferă de la o lună la alta și de la un an la altul. În general, se poate aprecia că în timpul iernii, în luniile decembrie, ianuarie, februarie și martie cade cea mai mare cantitate de precipitații sub formă de zăpadă, iar în anotimpul de vară (iunie și iulie) cade cantitatea cea mai mare de ploi.

Se poate aprecia că sursa de alimentare a lacurilor glaciare este nivo-pluvială, pe considerentul că lacurile primesc, în medie, o proporție de 58% apă provenită din topirea zăpezilor, iar 42% din apa ploilor.

**Cantitatea** de apă din precipitații, care alimentează lacurile, variază în funcție de mărimea bazinului hidrografic, de prezența straturilor acvifere locale, de configurația și expoziția bazinului, precum și de mărimea lacului respectiv.

**Calculându-**se cantitatea de apă căzută pe fiecare bazin hidrografic în parte, s-a constatat că aceasta variază la principalele lacuri, în funcție de mărimea bazinului, fiind între 30.000 și 2.700.000 m<sup>3</sup> anual. Desigur că nu întreaga cantitate de apă căzută ajunge în cuveta lacului, întrucât o parte din ea se evaporă, iar altă parte este înmagazinată de straturile acvifere locale pentru un anumit timp.

**Cert** este însă că cea mai mare parte din apa meteorică se scurge în cuveta lacurilor prin șiroale sau prin afluenți permanenti.

În condițiile climatului alpin, unde predomină anotimpul rece, pe o perioadă destul de lungă, cantitatea de apă va intra în circuitul de alimentare numai în luniile cu temperaturi mai ridicate. De exemplu, precipitațiile căzute sub formă de zăpadă, din luna noiembrie și până în luna aprilie, se acumulează pe suprafața bazinelor constituind importante rezerve de apă, peste 55% din cantitatea de precipitații.

**Odată** cu creșterea temperaturii aerului, zăpezile încep să se topească, într-un timp destul de scurt, contribuind cu un debit foarte mare de apă la alimentarea lacurilor. Se poate aprecia că în luniile mai și iunie lacurile primesc peste 80% din cantitatea de precipitații solide căzute în cele șase luni.

Ca urmare a acestui fapt, primăvara are loc o alimentare foarte bogată cu apă, care duce la creșterea bruscă a volumului din cuvetele lacustre. În acest anotimp se înregistrează perioada de alimentare maximă la lacurile.

**Zăpada** care cade în anotimpul de iarnă pe suprafața căldărilor glaciare nu reușește să se topească în perioada caldă în totalitate și de aceea o parte se menține și în timpul verii, sub formă de petice izolate. Acolo unde bazinile hidrografice sunt bine adăpostite de razele soarelui, zăpada alimentează lacurile cu o cantitate de apă aproximativ uniformă în tot acest anotimp cald.

În orice caz, din precipitațiile solide, lacurile primesc o cantitate anuală de apă de circa 580-600 mm. În anotimpul cald, care are o durată mai scurtă (4-5 luni), de pe suprafața bazinelor hidrografice se asigură alimentarea cu apă a lacurilor cu o cantitate medie de 400 mm.

**Apa** provenită din precipitații ajunge în lac sub formă de pâraie, de afluenți. Debitul de apă al afluenților variază de la o decadă la alta, fiind în funcție de precipitațiile zilnice. Din unele măsurători efectuate s-a constatat că debitul lor de apă oscilează între 0,02 și





0,06 m<sup>3</sup>/s. Primăvara, când se topesc zăpezile, valoarea debitului este foarte crescută.

**Volumul** unor lacuri se menține mai ridicat și mai constant atunci când affluentii provin din alte lacuri, situate la altitudini mai mari. Există însă și lacuri care în timpul verii sunt lipsite de aportul affluentilor și din această cauză volumul lor se află în continuă scădere.

**Dacă** avem în vedere însă cantitatea mare de precipitații care cade pe suprafața lacurilor în decursul unui an, se poate aprecia că fiecare unitate lacustră primește, în funcție de dimensiunile sale, o cantitate de apă pe cale directă ce variază de la 10.000 m<sup>3</sup> până la 120.000 m<sup>3</sup> anual.

La unele lacuri această cantitate poate să contribuie la menținerea unui volum de apă constant, mai ales atunci când suprafața bazinelor de alimentare este redusă.

În schimb, pentru majoritatea lacurilor, alimentarea directă poate asigura o cantitate de apă între 5 și 50%, în raport cu cantitatea de apă provenită de pe suprafața bazinelor hidrografice. Din acest punct de vedere, lacurile glaciare se pot considera ca fiind situate într-o regiune în care predomină o umiditate excedentară.

**Alimentarea** din surse subterane are un caracter local, fiind în funcție de condițiile litologice, geomorfologice și climatice. Suprafața celor mai multe bazine hidrografice este acoperită, parțial sau în cea mai mare parte, cu materiale deluviale de diferite mărimi, depozite morenice și alte tipuri de materiale rezultate din alunecările de pantă, șiroire etc. Aceste depozite sunt capabile să înmagazineze o anumită cantitate de apă, pe care o cedează în timp, sub formă de izvoare.

**Dacă** depozitele acvifere se află la o distanță mai mare de depresiunea lacustră, aceasta cedează apă sub forma unor izvoare care dau naștere la pârâiașe cu caracter permanent sau la șiroire cu caracter temporar.

**Debitul** de apă transportat, în general, este foarte redus, fiind în funcție de durată și cantitatea precipitațiilor, precum și de viteza de filtrare prin stratul acvifer. În cazul în care aceste izvoare provin dintr-un depozit morenic, ele au un caracter mult mai constant prin faptul că grosimea lentilelor acvifere este mai mare, iar viteza de cedare este mai lentă.

**Dacă** pârâiașele de apă se formează din izvoare care provin din grohotișuri mai mari sau mai mici, vor avea un debit de apă foarte variabil, iar uneori aceste izvoare pot seca, în funcție de gradul de

cedare a apei. Este cunoscut însă că spațiile libere dintre blocurile de grohotișuri rețin foarte greu apă provenită din precipitații și din această cauză izvoarele care se formează acolo au un caracter temporar.

**Cele** mai multe izvoare provin din topirea aglomerărilor de zăpadă care acoperă spațiile libere ale grohotișurilor. De obicei, depozitele de grohotișuri se află fixate în materialele deluviale și de aceea apă izvoarelor s-ar putea considera ca având o proveniență mixtă.

De asemenea, zonele interfluviale care înconjoară circurile glaciare și formează limita bazinelor de alimentare sunt, de cele mai multe ori, acoperite cu depozite aluviale care, la contact cu versanții, dă naștere la izvoare ce alimentează lentilele acvifere din cuprinsul circului. Destul de rar, ele pot să ajungă direct în lac.

**Straturile** acvifere își cedează apă în mod diferit, în funcție de distanța lor față de lac și de nivelul hidrostatic, precum și în funcție de caracterul materialului în care se află înmagazinată apă.

**Problema** regimului de pierdere a apei din lacuri continuă să preocupe într-o largă măsură pe hidrologi, pentru că în funcție de cunoașterea căt mai temeinică a acestui aspect se pot afla unele relații importante ale bilanțului acvatic.

**Pierderea** apei din lacuri se realizează prin emisari, prin evaporarea apelor și, într-o foarte mică măsură, prin infiltratie. La cele mai multe lacuri însă, cantitatea cea mai mare de apă se pierde prin emisari. Apa pierdută prin infiltratie sau prin evaporare, în general, prezintă valori foarte reduse.

**Lacurile** lipsite de scurgere se află într-un număr foarte redus și sunt specifice tipului de cuvete instalate în spatele unor baraje morenice sau între valurile de morene.

**Din** calculul bilanțului hidrologic se constată că prin intermediul emisarilor se scurge, din cantitatea de apă primită, o proporție de 92-98%. Restul de câteva procente (2-8%) reprezintă pierderile de apă prin procesul de evaporare sau infiltrare.

**Vărsături**, după ploile torențiale, volumul scurgerii reușește să se dubleze, iar în zilele secetoase valoarea lui scade sub media scurgerii anuale.

**Iarna**, datorită unei alimentări foarte reduse, debitul de apă scurs prin emisari este extrem de mic. La unele lacuri scurgerea aproape că incetează.





**Pierderea** apei prin evaporare se realizează în perioada caldă a anului, când are loc un schimb intens de căldură între apă și atmosferă, adică atunci cind temperaturile aerului sunt foarte ridicate. Dacă ținem seamă de mărimea bazinelor lacustre, evaporarea joacă un rol destul de redus în procesul de pierdere al apei. De altfel, din calculul realizat la câteva lacuri, rezultă că valoarea evaporării, considerată pe un an întreg, este foarte mică, 2-8% din cantitatea de apă ce alimentează lacul. Aceasta înseamnă că, în cele 5 luni cât durează activitatea acestui proces hidrologic, pierderea apei prin evaporare oscilează în funcție de fiecare lac, în jurul  $0,0002 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Prin bilanțul hidrologic al lacurilor glaciare se înțelege raportul care există între cantitatea de apă pe care o primește unitatea lacustră și cantitatea de apă pe care o pierde în decursul unei perioade de timp.

**Bilanțul hidrologic** este influențat de o serie de factori fizico-geografici, în care rolul predominant îl joacă cele climatice, hidrologice și geomorfologice.

În condițiile de umiditate excedentară în care se află lacurile din Munții Rodnei se poate aprecia că factorii climatici joacă rolul cel mai important în alimentarea lor cu apă. Dintre aceștia menționăm precipitațiile directe căzute pe suprafața lacurilor, surgerea superficială și aportul apelor subterane.

**Pierderea** apei are loc prin emisari, prin procesul de evaporare și prin infiltrare. Raportul dintre cantitatea de apă primită și cea pierdută pune în evidență existența unui bilanț acvatic constant, în care procesul de circulație activă a apei în cuveta lacustră se realizează într-o perioadă scurtă de timp, de 4-5 luni.

Atât variațiile la nivel sezonier, cât și cele anuale sunt influențate de afluxul superficial și de cel subteran de apă, precum și de regimul de temperatură al apei. De altfel, acești factori caracterizează și mersul bilanțului acvatic al lacurilor.

La începutul primăverii (sfârșitul lunii aprilie sau începutul lunii mai), datorită temperaturilor ridicate ale aerului, începe să se topească o mare cantitate de zăpadă, care ajunsă la cuveta lacurilor provoacă o creștere bruscă a nivelului de apă.

Pe măsură ce zăpada se topește și temperaturile aerului cresc, în depresiunile lacuste începe să se stabilească un nivel caracteristic regimului de vară. Perioada aceasta se menține circa 2 luni (iulie și august), când nivelul apei scade, de asemenea, cu 40-50 cm.



Se întâmplă însă, ca în unele veri răcoroase, zăpada să se topească mai târziu și astfel să constituie o sursă bogată de apă ce asigură, pe totă durata verii, un nivel ridicat al apei.

La începutul toamnei, în luna septembrie, aproape toate lacurile din relieful alpin se caracterizează prin cele mai scăzute niveluri ale apei. Explicația acestui fenomen se poate pune pe seama reducerii într-un procent foarte mare a precipitațiilor; de aceea, ponderea cea mai mare în alimentarea lacurilor o are apa subterană. Nivelurile maxime din cursul unui an se înregistrează în lunile mai și iunie, iar cele mai scăzute în luna septembrie.

În succesiunea celor 4 anotimpuri, lacurile glaciare se pot caracteriza prin prezența a 4 niveluri caracteristice:

- nivelul apelor de primăvară cu valorile maxime în care lacurile sunt alimentate în cea mai mare parte din apă provenită din topirea zăpezilor;
- nivelul apelor de vară, cu valori mai scăzute în raport cu cel de primăvară, în care lacurile sunt alimentate în cea mai mare parte din precipitațiile lichide;
- nivelul apelor de toamnă, cu valorile cele mai scăzute, din tot cursul anului; în alimentarea lacurilor predominantă, pentru o perioadă scurtă, apele provenite pe cale subterană;
- nivelul apelor de iarnă prezintă valori mai constante, aproximativ egale cu cele din timpul verii, și se mențin pe o durată foarte lungă de timp (6-7 luni).



## ■ 5. PROPRIETĂȚILE FIZICE ȘI CHIMICE ALE LACURILOR GLACIARE

**Analiza** proprietăților fizice (temperatură, transparentă, culoare, densitatea apelor) și chimice (salinitatea, gazele etc.) a lacurilor glaciare pune în evidență strânsa legătură ce există între condițiile climatice, modul de alimentare cu apă și relieful încare sunt cantonate.

**Având** în vedere că aceste lacuri sunt așezate la înălțimi de peste 1.700 m, în condiții climatice și geomorfologice deosebite, procesele fizice și chimice care au loc în apa lor se deosebesc de celelalte depresiuni lacustre situate în regiuni mai joase (câmpii și podișuri).

**Temperatura** lacurilor glaciare se manifestă diferit de la un anotimp la altul și are un rol foarte important în evoluția proceselor chimice și biologice care se petrec în masa de apă.

**Procesul** de încălzire a apei se desfășoară pe o perioadă scurtă, de 4-5 luni, iar restul anului (7-8 luni) are loc răcirea apei, până la stabilirea homotermiei și a stratificației termice inverse.

**Încălzirea** și răcirea apelor sunt influențate de temperatura aerului care reprezintă, de altfel, și factorul cel mai însemnat al bilanțului calorice. Perioada de acumulare și de cedare a căldurii este diferită atât de la un an la altul, cât și de la un lac la altul. Acest aspect al progresului calorice este influențat, în mare măsură, de ansamblul condițiilor fizico-geografice.

**Dintre** componentii bilanțului calorice care participă la încălzirea apei menționăm:

- radiația solară completă care constituie sursa principală de căldură,
- radiația inversă a atmosferei,
- căldura adusă de apele afluenților, de apa precipitațiilor căzută direct pe suprafața lacurilor, precum și de căldura provenită din iradierea malurilor și a reliefului sublacustru.

**Intregul** schimb de căldură dintre apă și atmosferă este influențat, în cea mai mare măsură, de fluxul de căldură solară și de gradientul de amestecare și tulburare a straturilor de apă, atât prin procesul de convecție liberă, cât mai ales prin procesul de convecție impusă.

**Stratul** de apă cu densitatea maximă ( $4^{\circ}\text{C}$ ) se observă numai în anotimpurile de tranziție. Foarte rar, în unele ane cu primăveri timpurii sau toamne întârziate, ori cu veri răcoroase, stratul de apă cu  $4^{\circ}\text{C}$  se poate menține la marile adâncimi, fie pe întregul an, atunci când lacurile au adâncimi de peste 20 m, fie pe o perioadă de 8-9 luni.

**În** general, factorii fizico-geografici și mai ales cei climatici care participă la evoluția procesului termic se manifestă diferit în cele patru anotimpuri ale anului, făcând să se diferențieze patru perioade în procesul de încălzire și răcire a apei: perioada încălzirii de primăvară, perioada încălzirii de vară, perioada răcirii de toamnă și perioada răcirii de iarnă.

**Perioada încălzirii de primăvară.** La începutul primăverii, când are loc dezghețul apei, lacurile glaciare prezintă o stratificație termică inversă, cu temperaturi între  $0,2^{\circ}\text{C}$  la suprafață și  $2,8^{\circ}\text{C}$  la fundul cuvetei, diferența de temperatură de la suprafață până la adâncimea maximă a apei fiind numai de câteva grade.

**În** aceste condiții, pe măsură ce crește intensitatea radiației solare, straturile de apă de la suprafață încep să se încălzească (fără să depășească  $4^{\circ}\text{C}$ ), devin mai dense și coboară spre adâncime, producând amestecarea și modificarea stratificației termice inverse. La această mișcare se mai adaugă și convecția dinamică, provocată de vânt, care accelerează uniformizarea temperaturii pe verticală, stabilind homotermia de primăvară cu temperatura de  $4^{\circ}\text{C}$ .

**Perioada încălzirii de vară.** După stabilirea homotermiei de primăvară, datorită creșterii temperaturii aerului, apa din cuveta lacurilor începe să primească un flux mare de căldură, care favorizează creșterea temperaturii apei la suprafață, formându-se în felul acesta o diferență termică între straturile de la fund și cele superficiale.

**Perioada** de trecere de la homotermia de primăvară la stratificația termică directă, în general, este scurtă de 5-10 zile, ceea ce înseamnă că la începutul lunii iulie majoritatea lacurilor se încadrează în regimul termic de vară.

**Stratificația** termică directă se menține până la mijlocul lunii septembrie, iar în unele toamne mai călduroase până în a doua decadă a lunii octombrie. Valorile temperaturii diferă de la un an la altul, de la o lună la alta, de la o zi la alta și chiar în cursul aceleiași zile. Se poate aprecia că temperatura medie a lacurilor glaciare, în timpul verilor călduroase, este de  $10-11^{\circ}\text{C}$  la suprafața apei, iar diferența de





temperatură dintre straturile superficiale și cele de adâncime variază între 3 și 6°C.

În timpul verilor răcoroase și ploioase, temperatura medie a lacurilor are valori mult mai reduse, de 6 sau 5°C. Regimul termic de vară prezintă, în funcție de condițiile climatice, două faze în procesul de încălzire a apei și de formare a stratificației directe:

- fază de relativă stabilitate a stratificației directe, care se caracterizează printr-o intensă manifestare a mișcărilor de convecție dinamică și de convecție liberă, precum și printr-o mare variație a temperaturilor aerului, atât de la o zi la alta, cât și în cursul aceleiași zile, și
- o fază a stratificației directe propriu-zise, cu temperaturile aerului și ale apei mult mai stabilă.

Faza stratificației termice directe cu relativă stabilitate, sau faza inițială, se întâlnește la sfârșitul lunii iunie sau în prima decadă a lunii iulie, când încă nu s-a produs întreaga tulburare și amestecare a masei de apă cu temperatura de 4°C. În această situație, în cuveta lacului încep să se delimitizeze două orizonturi de apă: unul cu temperaturi mai ridicate, de 6 până la 10°C în straturile de la suprafață, ca urmare a fluxului de căldură, și altul cu temperatura de 4°C, în straturile inferioare, rămas încă din timpul primăverii.

Între stratul de apă cu densitatea maximă, menținut din timpul apelor cu homotermie de primăvară, și orizontul de apă mai căldă de la suprafață se crează o diferență de temperatură de 2 până la 4°C. Dacă în perioada aceasta în atmosferă se produc scăderi de temperatură, în apa lacurilor se poate stabili din nou faza de homotermie, dar de scurtă durată.

Dacă însă, temperaturile aerului continuă să crească sau dacă amplitudinile termice de la o zi la alta nu prezintă valori prea mari, atunci straturile de apă de la suprafață, sub influența procesului de convecție liberă, are loc o creștere a temperaturii până la 8-10°C. Orizontul de apă de la adâncime este și el afectat de temperatura straturilor de la suprafață, aflată în creștere, stabilindu-se în felul acesta pe verticală o stratificație directă, dar tot cu relativă stabilitate. Diferența de temperatură între cele două straturi termice este de 4 până la 6°C. Pătura de apă din straturile inferioare continuă să-și mențină temperatura de 4°C din timpul primăverii.



În condițiile acestei distribuții termice, pe o durată de timp nu prea lungă, în apa lacurilor se poate întâlni stratul de epilimnion, aflat în păturile superioare, în care se produce cel mai intens proces al convecției termice, și stratul de hipolimnion, aflat în părțile inferioare ale apei. Pe măsură ce temperaturile din straturile superioare ale apei cresc, pe aceeași măsură grosimea stratului inferior se reduce, până dispără. Legătura între aceste două pături de apă nu se face printr-un salt termic, ci printr-o descreștere treptată a temperaturii.

În unele veri mai răcoroase, ca urmare a unei alimentări cu ape reci provenite din topirea peticelor de zăpadă, această stratificație termică se poate menține pe întreaga perioadă de încălzire a apelor. Pe măsură însă ce temperaturile aerului cresc, în a două decadă a lunii iulie și în cursul lunii august, procesul de încălzire a apei se intensifică, reușind să se stabilească în cuvetele lacustre faza propriu-zisă a stratificației directe, unde temperatura scade treptat de la suprafață până la fundul apei.

În această perioadă, stratul de adâncime, cu temperatura de 4°C, este înlocuit de apele regimului de vară, care au temperaturi mult mai ridicate. În afară de cele două faze ale stratificației termice directe, tot în timpul verii, se mai pot întâlni în lacurile cu adâncimi și suprafețe mici homotermia de vară, unde temperatura apelor este aproape uniformă de la suprafață până la fund. Valorile temperaturii depășesc 10°C datorită schimbului intens de căldură din întreaga masă de apă. În unele zile foarte călduroase temperatura apelor poate să crească până la 17 sau chiar 19°C.

**Perioada răciri de toamnă.** Procesul de răcire a apelor începe odată cu scăderea temperaturii aerului și se produce sub directă influență a mișcărilor de convecție liberă și impusă, care la început se manifestă prin răcirea straturilor superioare ale apei și prin tulburarea căldurii în cele inferioare.

Continuă răcirea straturilor superficiale și amestecul lor cu cele de la fund dau naștere la formarea homotermiei de toamnă, cu temperatura de 4°C. Procesul de răcire a apelor începe să se manifeste din prima perioadă a lunii septembrie. Cu toate acestea, în unele toamne mai călduroase, el poate să dureze până spre sfârșitul lunii octombrie. În general, este în funcție de mărimea și adâncimea lacurilor.

În lacurile care au suprafețe și adâncimi reduse, trecerea de la stratificația termică directă la homotermia de toamnă se face destul de repede, deoarece amestecarea și tulburarea apelor, precum



și pierderea căldurii sunt aproape direct proporționale cu scăderea temperaturii aerului.

**Perioada răcării de iarnă.** Pe măsură ce temperatura aerului continuă să scadă, provoacă o suprarăcire a apei în straturile superficiale și din faza homotermiei de toamnă la naștere stratificația termică inversă. Cum însă valorile negative ale temperaturii aerului se mențin pe timp indelungat, în ultima parte a lunii noiembrie încep să se formeze mai întâi gheață de mal, iar apoi, în jurul nucleelor de cristalizare, se formează particule de gheață de tipul acelor sau plăcilor. Prin acumularea acelor sau plăcilor de gheață îau naștere sloturile plutitoare. Nucleele de cristalizare sunt aduse în apa lacurilor prin intermediul proceselor de scurgere superficială sau proven chiar din cuveta lacustră. Pot fi considerate nuclee decristalizare și particulele mici de gheață sau de zăpadă.

Dacă temperaturile aerului continuă să scadă, sloturile de gheață se unesc între ele și acoperă întreaga suprafață a lacurilor. Cu timpul, crusta aceasta de sloturi sudate se transformă într-un adevărat pod de gheață cristalin. Concomitent, peste podul de gheață, se aşterne și un strat de zăpadă care diferă ca grosime (1 până la 4 m) de la un lac la altul, și chiar pe suprafața aceluiași lac.

**Stratul** de zăpadă formează la un moment dat un adevărat izolator termic. Acest lucru se remarcă și prin faptul că atunci când are loc topirea zăpezii (sfârșitul lunii aprilie), gheață începe să se topească și ea, scăzând din grosime.

**Podul** de gheață de pe suprafața lacurilor glaciare se menține până la sfârșitul lunii mai și începutul lunii iunie. În unele veri, mai răcoroase, procesul de topire al ghetii poate să se prelungă până la vară. În timpul perioadei de ingheț a lacurilor (noiembrie-mai, iunie), temperatura apelor se prezintă sub forma unei stratificații inverse, unde la adâncimea maximă atinge valoarea de 2,8 - 3°C. Stratul cu temperatură de 4°C, din cauza adâncimilor mici, dispare în timpul iernii.

**Amplitudinile** termice diurne ating valori destul de reduse, de 2-4°C, ca urmare a acumulării și pierderii căldurii prin mișcările termice liberă și impusă. Particularitățile oscilațiilor termice diurne, menționate mai sus creează condiții climatice ale unor veri mai călduroase.

Cum în peisajul alpin regimul de temperatură a aerului este foarte scăzut, acesta face ca unele veri să fie mai răcoroase, iar amplitudinile termice diurne să devină cu mult mai mari.



**Lacurile** care sunt instalate pe versanții nordici sau vestici, înconjurate de maluri abrupte și înalte ce reduc orizontul razelor solare, vor primi în cursul unei zile un flux de căldură mai scăzut, datorită menținerii un timp mai redus a insolației diurne. și în aceste condiții valorile optime ale temperaturii apelor se înregistrează tot în jurul orei 12-13.

În cazul în care lacurile sunt expuse și cantonate către sud sau către est, acestea primesc o cantitate mai mare de căldură, ca urmare a reținerii insolației diurne pe un timp mai indelungat. În această locație, temperaturile maxime ale apelor se vor observa între orele 15 și 16.

În evoluția diurnă a temperaturii apelor, pe lângă prezența predominantă pe care o are radiația directă la încălzirea apelor, un rol însemnat prezintă și factorii fizico-geografici neclimatici. Amplitudinile termice anuale sunt caracterizate prin valori crescute atunci când în timpul verilor călduroase se înregistrează temperaturi ridicate sau prin valori mai reduse atunci când verile sunt oarecum răcoroase.

Din analiza diagramei cu variațiile zilnice ale temperaturii aerului rezultă că în cursul perioadei de încălzire a apelor au loc mari variații de temperatură de la o zi la alta și de la o lună la alta, aceasta ca urmare a variației intense a fluxului de căldură.

**Oscilațiile** de temperatură de la o lună la alta sunt mai bine exprimate prin valorile temperaturilor maxime și minime. Temperatura maximă a apelor din cursul unui an se înregistrează în prima decadă a lunii august. Valoarea temperaturilor maxime este în funcție de mărimea și adâncimea lacurilor, precum și de numărul zilelor cu temperatură aerului crescută.

**Temperatura** minimă a apelor din cursul verii se întâlnește tot în luna august, spre sfârșitul ei, când poate să scadă, uneori, sub 4°C. În anotimpurile de tranziție (primăvară și toamnă) temperatura maximă a apelor oscilează între 4° și 6°C, iar temperatura minimă foarte rar ajunge la 3°C.

Strâns legat de evoluția diurnă și anuală a temperaturii, trebuie menționat și aspectul regimului termic din regiunea de târm și de larg a lacurilor. Din acest punct de vedere, la numeroase lacuri care au adâncimi mari de 2 m, în perioada caldă a anului se observă o anumită diferență de temperatură între târm și larg.

În anotimpurile de tranziție, situația distribuției temperaturii apelor pe orizontală se află într-un raport invers față de perioada caldă a anului,



în sensul că la mal temperaturile sunt mai scăzute cu 0,5°C până la 1°C, față de temperatura apei din larg.

**Regimul termic** al lacurilor glaciare din Munții Rodnei se află sub directă influență a condițiilor fizico-geografice ale reliefului alpin și din această cauză, în timpul verii, temperaturile apei oscilează la suprafață între 6 și 17°C pe o perioadă destul de scurtă (4-5 luni). În restul anului predomină o perioadă cu temperaturi scăzute ale apei, fiind prezentă stratificația inversă. Tot în acest interval lacurile sunt înghețate și acoperite cu un strat de zăpadă de diferite grosimi.

**Transparenta** lacurilor, ca și temperatura lor, constituie o proprietate fizică importantă a apelor. Ea este influențată de o serie de factori fizico-geografici, cum ar fi:

- modul de alimentare cu apă,
- cantitatea de materiale aflate în suspensie,
- gradul de pătrundere și absorbție a razelor luminoase,
- prezența sau absența zooplantonului și fitoplantonului etc.

Lacurile care au afluenți primesc odată cu apa un apreciabil debit solid în suspensie, ce se menține o anumită perioadă în masa de apă a lacurilor. Acest material constituie un obstacol important în pătrunderea razelor solare spre straturile de apă din adâncime. Cu cât turbiditatea va fi mai mare, cu atât transparenta va fi mai redusă.

**Zooplantonul** și fitoplantonul fiind în general reduse, joacă un rol secundar în caracterizarea transparentei apelor. În schimb, transparenta apelor este într-o largă măsură influențată de gradul de pătrundere a razelor de lumină. Mediul lacustru absoarbe cu mai multă ușurință razele luminoase cu lungimi de undă lungă (roșii și portocalii) de 0,59-0,79μ, care se transformă în energie calorică, decât razele cu lungimi de undă scurtă (albastre și violete) de 0,40-0,49μ, care sunt mai puțin absorbite și mai mult reflectate. În aceste condiții, straturile de apă sunt luminate până la adâncimi destul de mari, astfel încât discul Secchi se poate observa, în funcție de fiecare lac, până la adâncimea de 5 m (Găștescu, 1963).

De asemenea, în succesiunea anotimpurilor, valoarea transparentei diferă de la un lac la altul. De pildă, în anotimpul de primăvară, când zăpada se topește, în apa lacurilor pătrunde prin procesul de șiroire o cantitate mare de materiale în suspensie ce reduce transparenta apelor. Iarna, când acest proces este aproape întrerupt, transparenta atinge valori cele mai mari.



**Culoarea lacurilor** este în funcție de gradul de mineralizare, de starea de curățenie a cuvetelor lacustre și de modul de alimentare cu apă. Deoarece lacurile glaciare au o salinitate foarte redusă (în medie sub 50 mg/l), culoarea apelor va fi verzuie sau albăstruie (Buhăiescu, Lala Mare). Această culoare mai este influențată uneori de mărimea și adâncimea lacurilor.

În alte lacuri, chiar vegetația submersă sau nămolul de pe fundul lacului poate să dea un anumit colorit apelor. Așa este cazul lacurilor cu adâncimi reduse (sub 0,5 m), care, fie sunt invadate de plante care dă apelor o colorație aproximativ verzuie, fie sunt colmatate de rocile de origine minerală (măslinie-negricioasă) și împrimă lacurilor o culoare cu aspect negricios.

De asemenea, culoarea lacurilor mai poate fi influențată și de culoarea cerului ce se reflectă pe oglinda apelor. De exemplu, pe cer senin, lacurile cu suprafete întinse vor da falsă impresie că sunt colorate albastru, iar pe un cer acoperit cu nori, că sunt colorate în cenușiu.

Din analizele colorimetrice făcute la numeroase lacuri, rezultă că în straturile superficiale apa este incoloră și numai spre straturile de suprafață, cu densitatea crescută, culoarea apelor poate prezenta nuanțe de albastru spre verde.

Pe suprafața lacurilor glaciare se pot observa, în funcție de factorii care le generează, atât mișcări temporare cât și mișcări permanente. Mișcările temporare sau valurile se caracterizează prin ondularea apelor, la suprafața lacurilor, fără să aibă loc o deplasare pe orizontală a maselor de apă.

**Valurile** sunt provocate de acțiunea vântului și joacă un rol important în evoluția cuvetei lacustre. Totodată ele influențează regimul cuvetei prin deranjarea straturilor superficiale de apă și amestecarea apelor cu cele de la fund.

**Înălțimea** valurilor este în funcție de suprafață și adâncimea cuvetei lacustre, precum și de intensitatea sau viteza vânturilor. Când vânturile se mențin pe o durată mai mare de timp, creasta micilor valuri se sparge și devine spumoasă. După trecerea vântului, oglinda apelor se restabilește imediat.

**Mișcările** permanente se deosebesc de cele temporare atât ca formă, cât și ca mod de manifestare. Ele se rezintă pe o suprafață restrânsă, dar acționează mult mai intens asupra straturilor de apă pe care le pun în mișcare, le tulbură și le amestecă până la adâncimi foarte mari, iar uneori chiar până la fundul cuvetei.



**Aceste** mișcări iau naștere din affluentii care se varsă în lac și ele depind în cea mai mare măsură de volumul și adâncimea apei, precum și de viteza și debitul affluentului. În lacurile alpine care sunt alimentate prin affluenti ce izvorăsc din alte lacuri instalate la altitudini mai mari sau prin affluenti care își au obârșia în izvoare bogate, ieșite din lentele acvifere ale unor depozite deluviale, se formează un curent de apă ce înaintează în masa de apă a lacului cu o viteză din ce în ce mai scăzută. Direcția acestui curent are un aspect sinuos, urmărind totdeauna regiunea cuvetei cu cea mai mică adâncime, deoarece acolo și rezistența straturilor de apă este mai redusă.

**Curentul** de apă transportă totodată și o anumită cantitate de aluviuni, care se depune în funcție de mărimea particulelor solide. Prezența particulelor solide imprimă currentului de apă o colorație mai închisă (gălbui-negricioasă), care-l face să fie mai bine observat pe oglinda apei lacustre. Mișcarea temporară este caracteristică la toate lacurile, în schimb mișcarea produsă de curentii de apă afectează doar anumite lacuri.



## ■ 6. DESCRIEREA LACURILOR GLACIARE DIN PARCUL NAȚIONAL MUNȚII RODNEI

**Lacurile** glaciare din Munții Rodnei au apărut în timpul ultimelor două glaciăriuni, Riss și Wurm. La poalele acestor munți falnici - Munții Rodnei, curge râul Bistrița Aurie, care își adună affluentii Bila și Lala și se imprăștie apoi în lacul de plutire Șesuri.

**Aceștia** sunt Munții Rodnei între apele Someșul Mare, Vișeu și Bistrița Aurie, străjuiti de Vârfurile Pietrosu Mare și Inău. Aici se găsesc o serie de lacuri mici, iezere cu suprafețe între 0,5 ha și cîteva sute de m<sup>2</sup>, cu adâncimi de la câțiva zeci de cm până la câțiva metri, cele mai adânci fiind iezerele Buhăiescului (5 m), iar cel mai mare este Lacul Lala Mare de la poalele Vf. Inău, cel mai mare și mai frumos lac din Munții Rodnei.

În Vf. Inău, de unde izvorăște Pârâul Lala se află două lacuri glaciare, dintre care doar unul atrage prin frumusețea sa - Lacul Lala Mare (situat la 1.815 m altitudine, cu o suprafață de 0,60 ha și o adâncime de 2 m).

**Lacurile** glaciare se află răspândite îndeosebi pe flancul nordic al masivului, la altitudini cuprinse între 1.800 și 1.950 m. Forma lor este aproximativ circulară deoarece ele sunt instalate în spatele unor depozite morenice. De altfel, în Munții Rodnei se găsesc 23 de lacuri care sunt formate numai din baraje morenice. Din acest punct de vedere Masivul Rodnei poate constitui un exemplu deosebit în repartiția lacurilor **glaciare de natură morenică**.

**Lacurile** cele mai mari și mai adânci se află situate în jurul Vf. Inău și a Vârfurilor Pietrosul și Rebra. Dintre acestea mentionăm, că unele lacuri sunt dispuse în salbă, fiind legate între ele prin emisari de scurgere. Gradul de sinuositate al malurilor variază de la un lac la altul, între coeficientii 1,02 și 1,80.

**Fundul** cuvetelor lacustre este acoperit cu măluri de natură minerală (Lala, Pietrosu, Bistrița, Buhăiescu) sau cu blocuri de piatră ce au rezultat din dezagregarea fizică.

**Temperatura** apelor variază după anotimp. Vara se caracterizează prin false homotermii de vară din cauza adâncimilor mici (Lala Mică, Lacurile din Valea Negoișescu, Repedea etc.) sau prin stratificări termice directe (Buhăiescu). De exemplu, la 2 iulie 1967, în Lacul



Buhăiescu temperatura apei la suprafață era de 12°C, iar la adâncimea de 5 m de 10°C.

**Iarna** ele îngheată și sunt acoperite cu un strat gros de zăpadă. După regimul lor termic ele se încadrează în categoria lacurilor dimictice reci cu dublu amestec.

**Apa** lor este împedite și complet transparentă fiind potabilă. Salinitatea este și ea extrem de redusă 45 mg/l.

**Lacurile** se alimentează din afluenții care izvorăsc din depozite acumulative sau din peticele de zăpadă care se mențin până în luna august. Afluenții care debușează în lacuri, aduc odată cu apa o importantă cantitate de măluri ce contribuie la colmatarea lor.

**Glaciația** cuaternară din Munții Rodnei a avut o extensiune mai mare și mai accentuată pe flancul nordic, unde circurile, văile, morenele și lacurile de natură glaciарă au un caracter complex. Probabil din cauza condițiilor specifice ale orografiei, flancul sudic are forme glaciare mai slab reliefate.

**Cele** mai importante circuri și văi glaciare sunt: Buhăiescu, Negoișescu, Repedea, Bistrița și Lala. În cadrul acestor văi glaciare se disting câte 3-4 praguri glaciare, cu înălțimi de 40-50 m. Morenele sunt răspândite sub diferite forme (semicirculare, longitudinale etc.), cele mai tipice întâlnindu-se în jurul Lacurilor Lala Mare și Pietrosu.



## ■ 6.1 Tările Buhăiescu

**Izvoarele** Buhăiescu sunt situate în căldarea glaciарă Buhăiescu-Repedea (între altitudinea de 1.820-1.905 m). Aceste 3 lacuri glaciare așezate în cascadă, la obârșia Pârâului Buhăiescu, au suprafețe și adâncimi diferite și sunt cunoscute sub numele de lezerul de Sus, lezerul Mijlociu și lezerul de Jos.

**Lezerul** de Sus este alimentat cu apă de două izvoare ce vin din munte. Apa de aici se scurge ușor în lacul al doilea - lezerul Mijlociu, printr-o cascadă formată în trepte și înaltă de 40 m.

**Lezerul** Mijlociu este alimentat printr-un izvor de la lezerul de Sus. Lacul are 60 m lungime, iar lățimea de 45 m. Morenile sunt abrupte și răvășite de blocuri de stâncă acoperite cu jnepeni. Lacul are în interior numeroase blocuri de stâncă care ieșă la suprafață apel și este populat cu păstrăvi.

Din lac, în capătul opus alimentării, ieșe un pârâias ce cade de la 5 m înălțime în cel de-al treilea lac - lezerul de Jos. Aceasta este situat la 1.820 m altitudine, fiind cândva cel mai mare lac, dar în prezent are o suprafață de 0,10 ha și o adâncime de 1 m. Fundul lacului este acoperit cu măl fin, alimentat de pârâul de alimentare. Marginile lacului sunt milăstinoase, pline de ierburi, semn că a secat foarte mult. Aceste lacuri au fost populate cu păstrăvi indigeni, dar nu au dat rezultate.

**Astfel** în primul lac, deoarece iarna îngheată, s-a constatat că păstrăvii au murit sufocați. Accesul la aceste lezere se face pe traseul care duce de la lezerul Pietrosului, pe muchia ce desparte Valea Pietroasa de Valea Repedea și se ajunge într-o oră. Sau un alt traseu începe de la cabana turistică „Farmecul Pădurii” din Valea Vinului, urcă pe culmea Nedelor, ieșe în creasta muntelui „La cărti” sau la Tarnița de la Izvoare, după ce a trecut pe sub Vârfurile Rabla (1.901 m), Mireșa (1.754 m) și Nedea (1.955 m), durând până la 5 ore de mers și apoi se coboară la lacuri pe creasta prin Tarnița La Cruce, încă o oră. La Tarnița „Între Izvoare”, se poate ajunge și pe Valea Anieșului, de la Cabana Valea Secii din Anieș, pe poteca dintre cele două râuri Anieșul Mare și Anieșul Mic, prin Vf. Mihăiasa (3 ore) până sus la lacuri.



## ■ 6.2 Lacul glacial Buhăiescu de Jos

**Este** situat la 1.820 m altitudine, are 0,10 ha și o adâncime maximă de 1 m, la intrarea pârâului principal. A fost populat cu păstrăv indigen și păstrăv curcubeu. Accesul la lezerele Buhăiescu se face pe aceeași trasee care duc la lezernul Pietrosu, de unde peste muchia ce desparte văile Pietroasa de Repedea se ajunge la lacuri într-o oră.

## ■ 6.3 Lacul glacial Buhăiescu de Mijloc

**Este** situat la altitudinea de 1.890 m. De formă rotundă, este cel mai mare, având o suprafață de 0,20 ha, fiind și cel mai adânc (5 m). Lungimea lacului măsoară 60 m, iar lățimea 45 m. Este populat cu păstrăvi indigeni, păstrăvi curcubeu, zăvoiace, boișteni și porcușori. Din lac ieșe un pârâiaș ce insumează între 5 și 10 litri/secundă.

## ■ 6.4 Lacul glacial Buhăiescu de Sus

**Ace** o formă triunghiulară, situat la 1.905 m altitudine, este cel mai mic din salba de lacuri Buhăiescu, cu o suprafață de 500 m<sup>2</sup>, lung de 45 m și cu baza de 20 m, are în partea din amonte un mic izvor rece, iar în colțul dinspre partea vestică un izvor de fund imbogățește apele lacului, care, la evacuare insumează un debit de 31 m<sup>3</sup> pe secundă.

A fost populat cu păstrăvi curcubeu, zăvoiace, boișteni, grindei și porcușori, dar aceștia au dispărut din lac.



Bujor de munte în circul glaciar Buhăiescu.  
Foto: Claudiu Iușan.



Lacul glacial Buhălescu de Mijloc.  
Foto: Claudiu Iușan.

Lacuri glaciare



Lacul glacial Buhălescu Mare.  
Foto: Claudiu Iușan.

Parcul Național Munții Rodnei



Lacul glacial Buhăiescu Mare.  
Foto: Claudiu Iușan.

Lacuri glaciare



Lacul glacial Buhăiescu Mic.  
Foto: Claudiu Iușan.

Parcul Național Munții Rodnei



Salba de Lacuri glaciare Buhăescu.  
Foto: Claudiu Iușan.



## ■ 6.5 Lacul glaciar lezernul Pietrosului

**Este** amplasat în căldarea glaciară lezer, dintre culmea Pietrosului și cea a Hotarului, sub vârful cel mai înalt al Masivului Rodnei, Vârful Pietrosu Mare. De origine glaciară, are o suprafață de 0,50 ha și adâncimea maximă de 2,5 m, forma este aproape triunghiulară, cu vârful spre evacuare, și este situat la altitudinea de 1.825 m. Lacul este alimentat de două izvoare ce intră dinspre Culmea Pietrosului, cu un debit cuprins între 10 și 20 l/s.

**Evacuarea** apei se face prin Pârâul Pietroasa. Lungimea nord-sud este de 70 m, iar latura mare a triunghiului însumează 110 m lungime.

A fost populat cu păstrăvi curcubeu, indigeni și zglavoacă. Accesul se face din orașul Borșa, pe Valea Pietroasei, urcă un drum forestier și apoi continuă cu o potecă ce ajunge la curmătura Turnu-Roșu, situată în vecinătatea lezernului; durata 3 ore.

**lezernul** Pietrosului este un lac din Căldarea glaciară lezernul, sub vârful înalt Pietrosu Mare din Munții Rodnei, între culmea Pietrosului (spre sud și sud-est) și culmea Hotarului (spre sud-vest). Lacul primește două izvoare din Vf. Pietrosu Mare, care îl alimentează cu apă.

**Din** acest lac, apa se scurge prin partea sudică a sa prin Pârâul Pietroasa. Acest lac este situat pe roci cristaline, temperatura apei este scăzută, este inghețat din luna noiembrie până în luna iunie. La 500 m de lac se află Stația Meteorologică lezer și Casa Laborator lezer a Administrației Parcului Național Munții Rodnei.

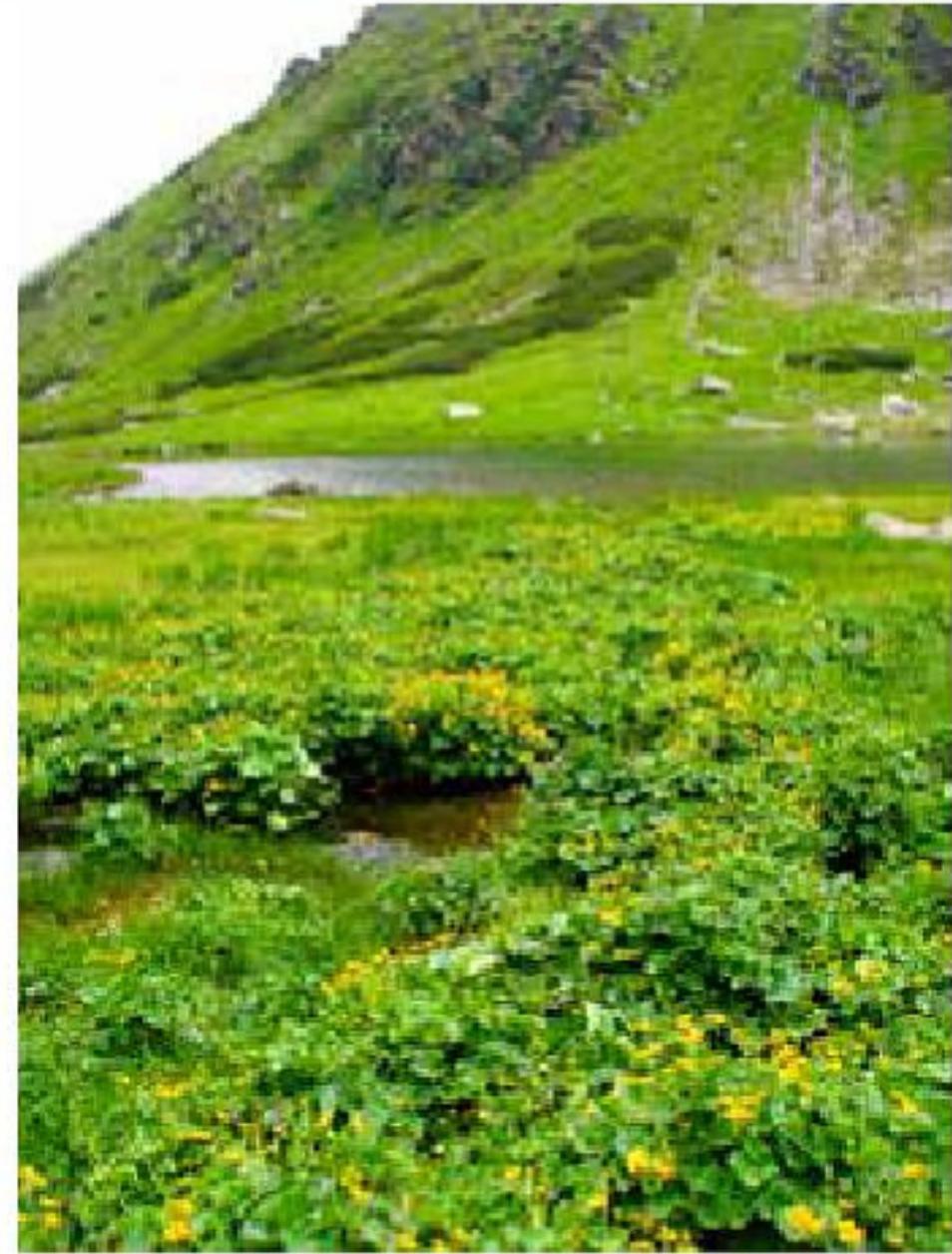
**La** Lacul lezer se poate ajunge pe mai multe poteci, durata fiind între 2-4 ore de mers. Un drum forestier urcă din orașul Borșa, pe Valea Pietroasei, prin păduri de foioase și apoi de răsinoase până la curmătura Turnu Roșu, situată în vecinătatea lezernului (drum de 3 ore).

**Un** alt drum este cel din orașul Borșa, pe Pârâul Tisa, urcând mereu până la lezer și pe lângă Casa Meteo (drum de 3 ore). Un altul începe din comuna Moisei, pe drumul forestier de pe Izvorul Dragoș și continuă urcușul pe poteca ce duce la țarcul de aclimatizare a lezilor de capră neagră, apoi Vf. Pietrosu Mare și muntele vulcanic Tibleș (3 sau 4 ore de drum).

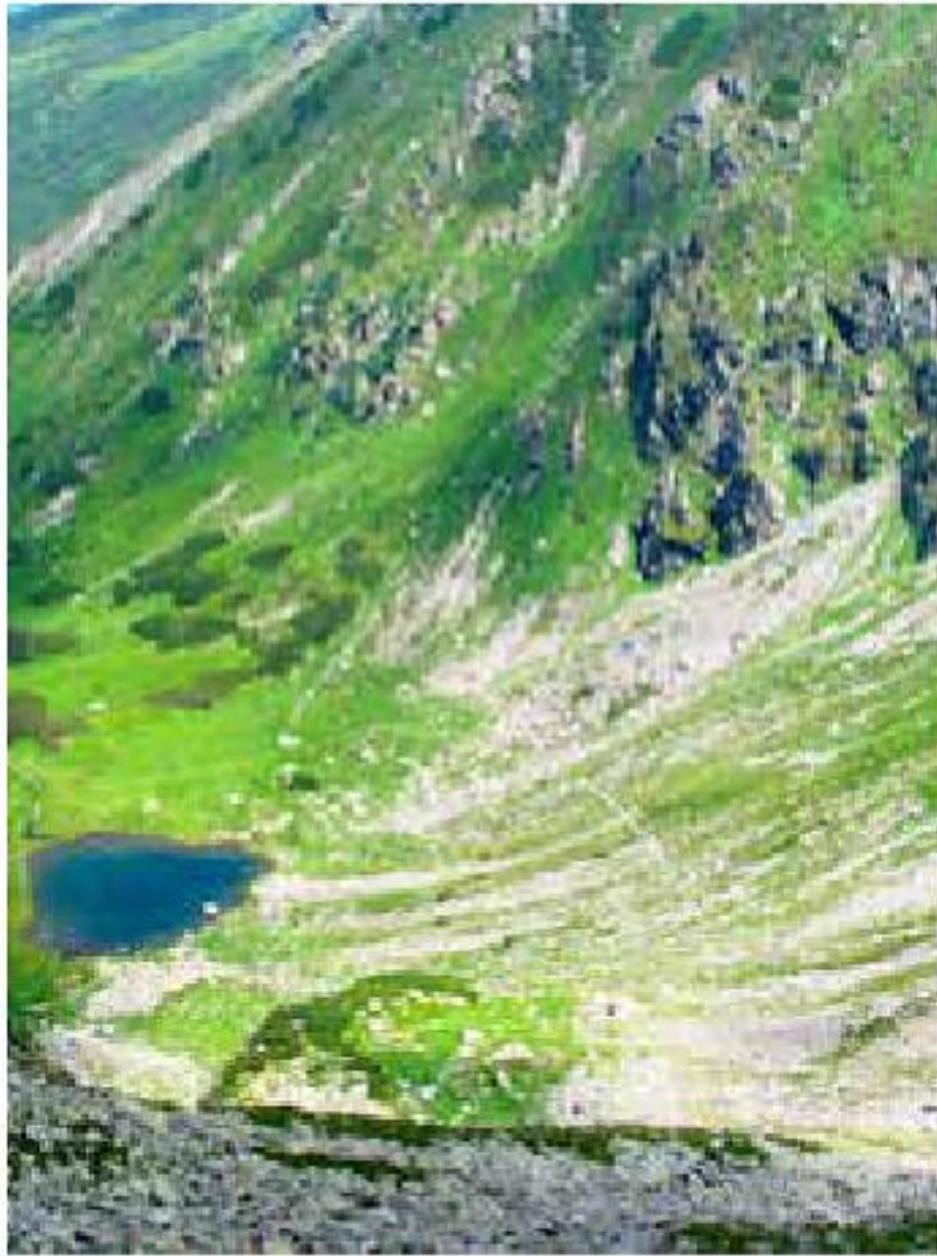
**Un** drum inedit de frumos, dar și mai lung este de la Izvorul Albastru al Izei, ce pleacă de lângă Săcel.



„Acolo unde lacul atinge cerul” - circul glacial leză.  
Foto: Claudiu Iușan.



Calcea calului în coada Lacului glacial leză.  
Foto: Claudiu Iușan.



Circul glacial leză.  
Foto: Claudiu Iușan.

Lacuri glaciare

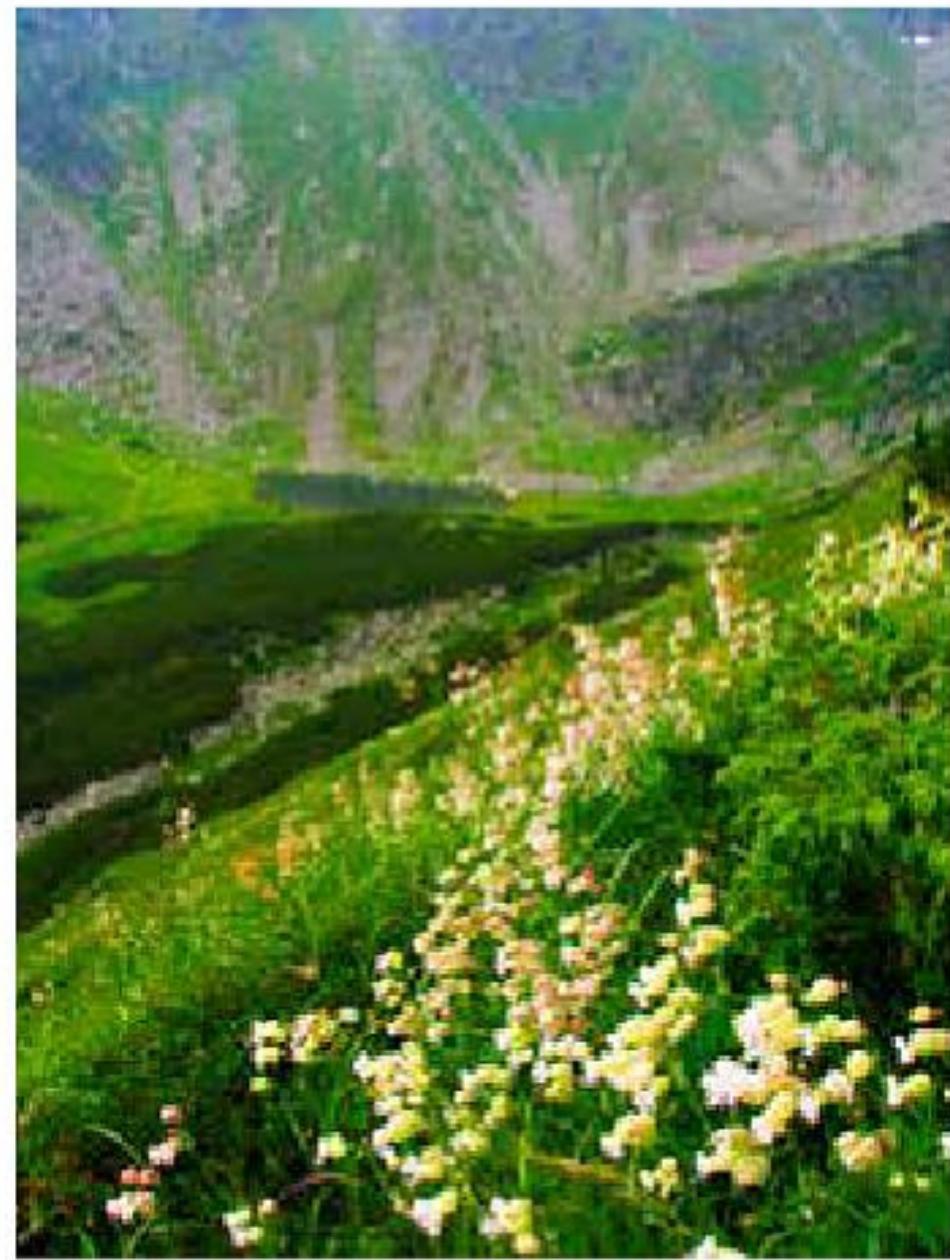


Circul glacial și Lacul glacial leză.  
Foto: Claudiu Iușan.

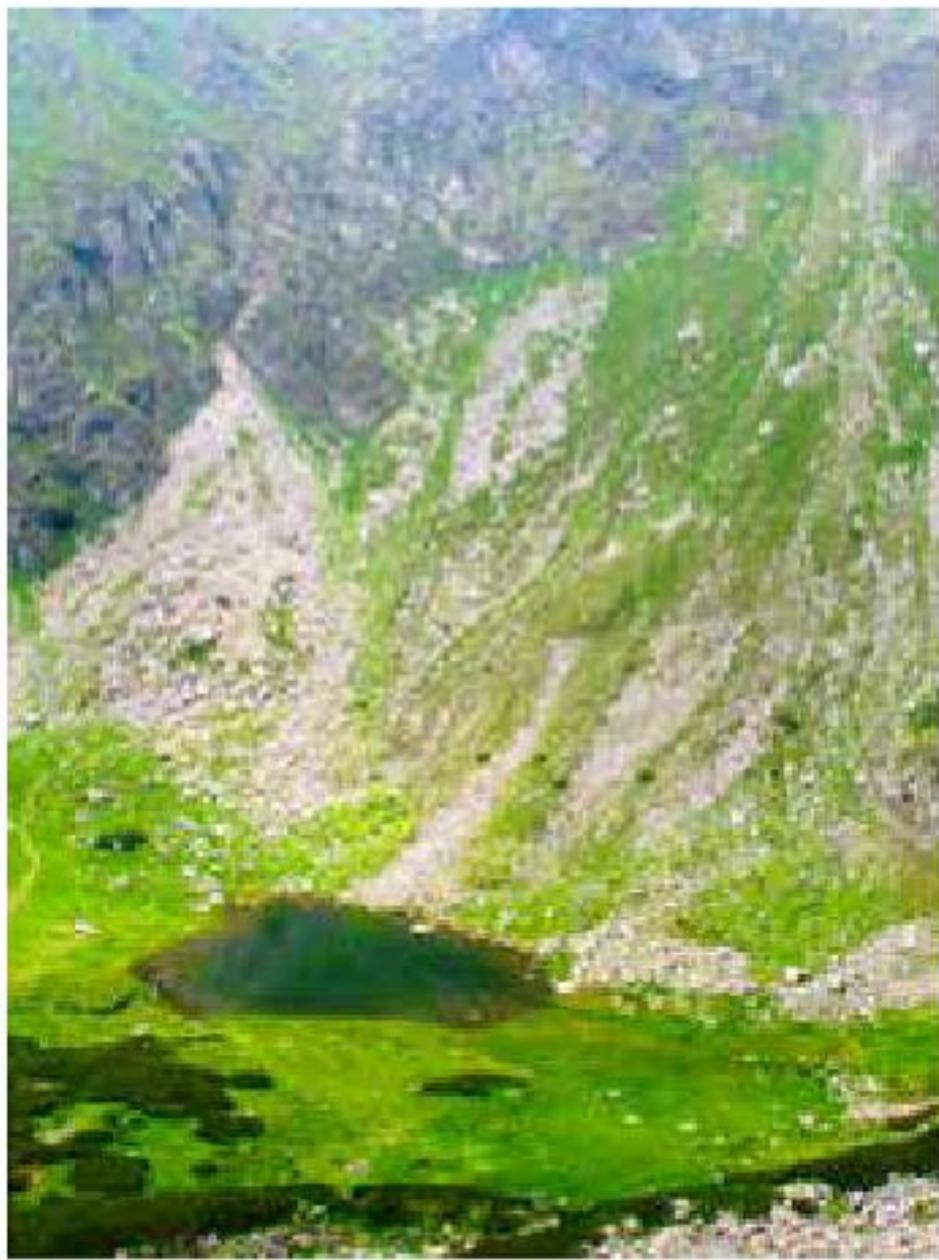
Parcul Național Munții Rodnei



Comunități de calcea calului (*Caltha palustris*) în jurul Lacului glaciar Iezer. Foto: Claudiu Iușan.



Comunități de gușă porumbelului (*Silene*) în circul glaciar Iezer. Foto: Claudiu Iușan.



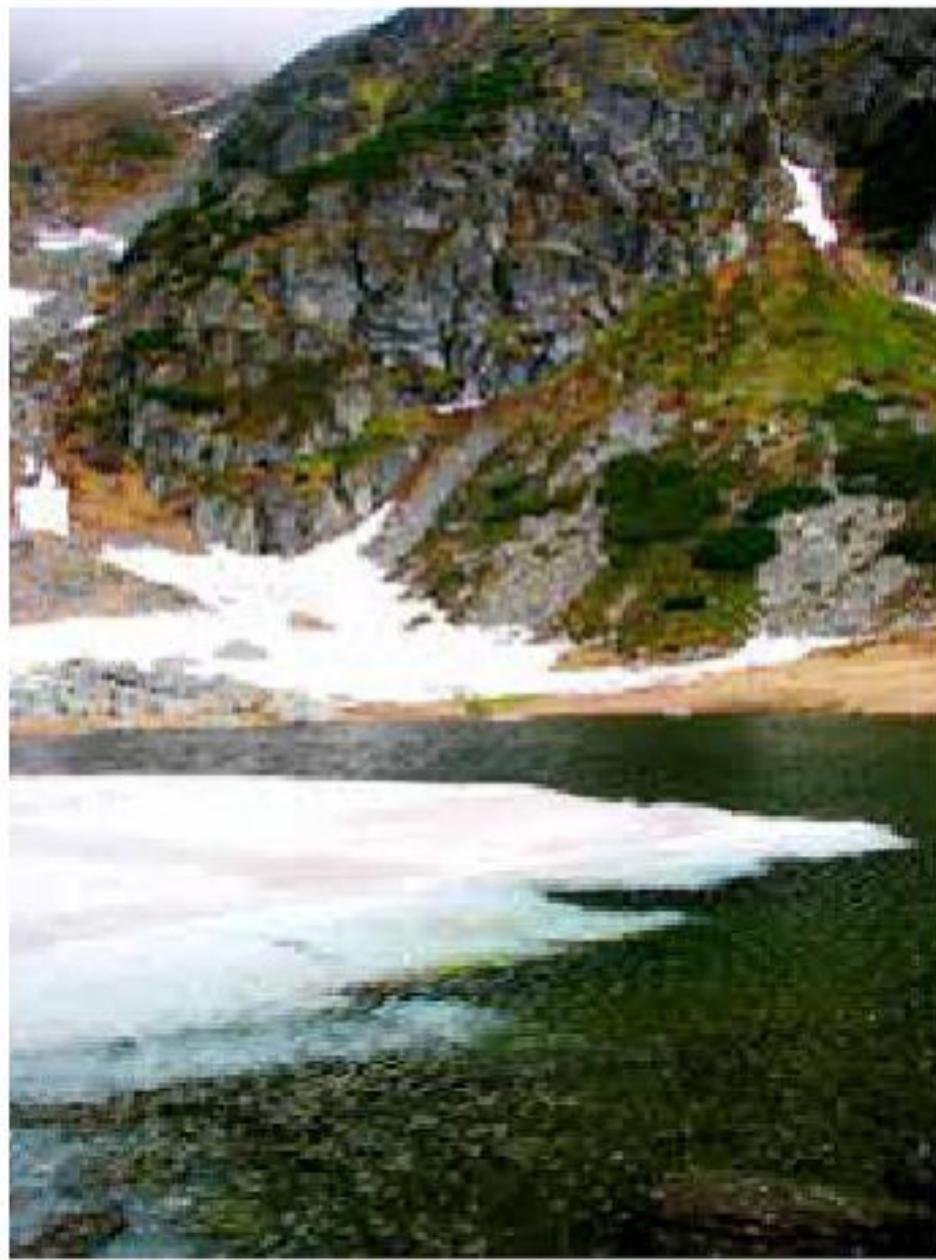
Lacul glacial leză.  
Foto: Claudiu Iușan.

Lacuri glaciare



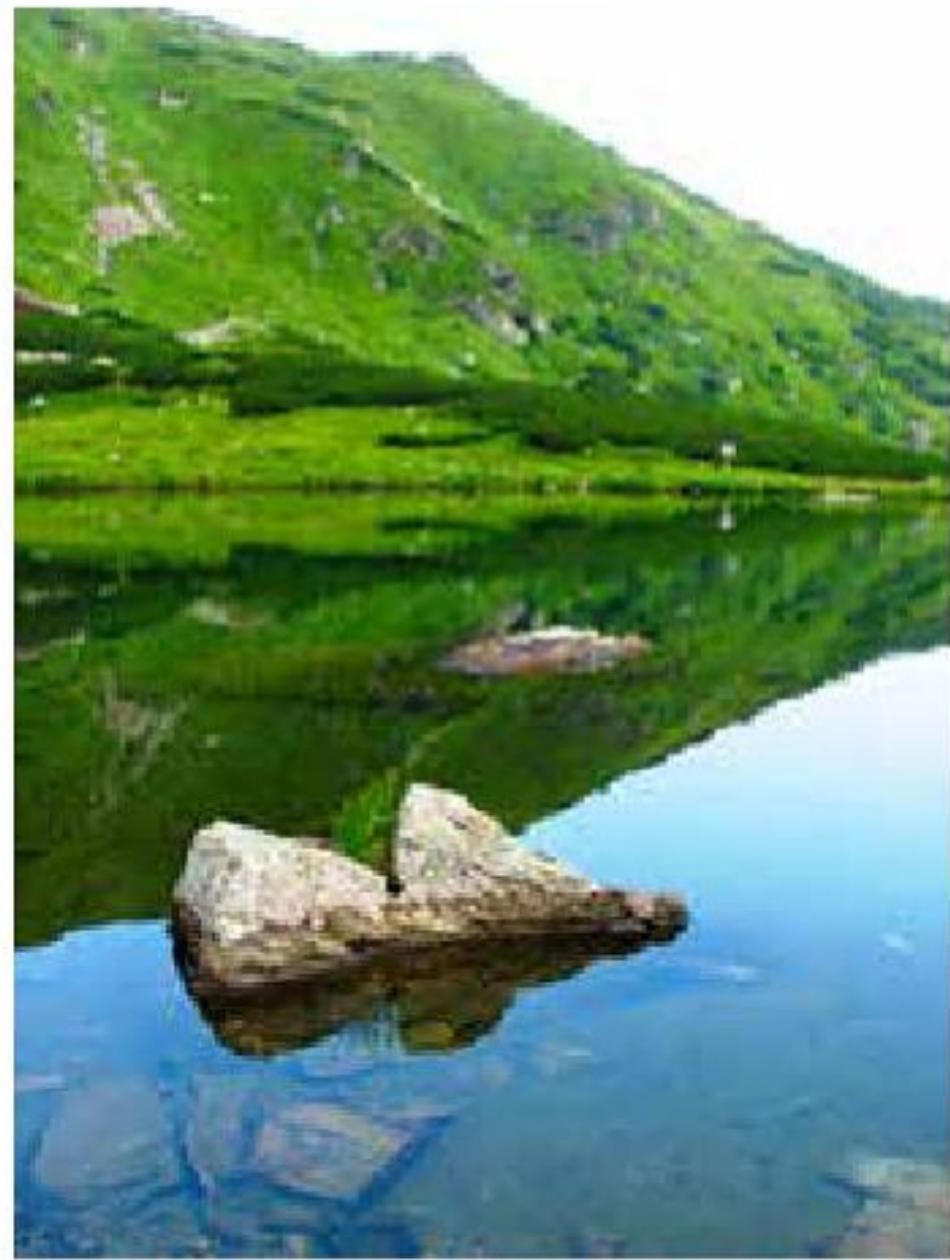
Lacul glacial leză.  
Foto: Claudiu Iușan.

Parcul Național Munții Rodnei



Lacul glacial leză.  
Foto: Claudiu Iușan.

Lacuri glaciare



Lacul glacial leză.  
Foto: Claudiu Iușan.

Parcul Național Munții Rodnei



Lacul glacial leză.  
Foto: Claudiu Iușan.

Lacuri glaciare



Pârâul ce izvorăște din Lacul glacial leză.  
Foto: Claudiu Iușan.

Parcul Național Munții Rodnei



## ■ 6.6 Lacul glacial Lala Mare

**Unul** dintre cele mai mari și mai frumoase lacuri glaciare din România este situat în Munții Rodnei sub Vârful Inău, la altitudinea de 1.815 m. Alături de Lala Mică (adâncime 0,40 m) face parte dintr-un complex de lacuri glaciare.

**Ara** suprafață de aproximativ 6.000 m<sup>2</sup> și adâncimea de aproximativ 2 m. Fauna piscicolă este reprezentată de păstrăv indigen și păstrăv curcubeu.

**Lacul** glacial Lala este situat în cadrul fotoliului glacial omonim la altitudinea de 1.815 m în Masivul Rodnei (Mândrescu, 2001).

**Cuveta** lacului are origine glacială, dată fiind poziția sa în interiorul uneia dintre cele mai reprezentative arile glaciare din Masivul Rodnei (fotoliul glacial Lala).

**Cronologic**, cuveta lacustră s-a format spre finalul glaciației cuaternare prin eroziunea unui ghețar de circ de dimensiuni reduse. Printre efectele morfogenetice ale acestui ghețar se numără atât cuveta lacului, cât și dezvoltarea unui mic circ intern, tip „circ în circ”, care în perioada actuală reprezintă bazinul de recepție al lacului.

**Flind** situat la altitudinea de peste 1.800 m, departe de arile populate, Lacul glacial Lala Mare este unul dintre cele mai ecologice medii lacustre din Carpații Orientali. Nu întâmplător, caracteristicile apei din acest lac sunt considerate ca etalon pentru analiza apelor potabile din nordul Carpaților Orientali.

**Cu** scopul de a demonstra calitatea și chimismul apelor din lac, s-au efectuat două campanii de prelevare și analiză a probelor de apă în luniile iulie și respectiv, august ale anului 2004.

**Morfo metria cuvetei lacuste.** Deși are adâncimea maximă de numai 1,6 m, Lacul Lala Mare are cea mai mare suprafață și volum de apă dintre toate lacurile alpine din Masivul Rodnei. Dintre lacurile de altitudine din Carpații Orientali, situate la altitudini mai mari de 1.400 m, doar Lacurile Vinderel și Vulturilor au dimensiuni și volume de apă mai mari.

**In** schimb, Lacul glacial Lala Mare prezintă cel mai mare volum de apă situat la altitudini mai mari de 1.800 m. Altitudinea ridicată este principalul factor de conservare a calității apei și morfologiei cuvetei lacuste.

**Deși** este situat în interiorul unui imens fotoliu glacial, bazinul hidrografic al lacului are dimensiuni foarte scăzute (circa 6 ha). Mai mult decât atât, lacul nu prezintă nici tributari, ceea ce diminuează și mai mult alimentarea cu apă a lacului. Pârâul care drenă fotoliul glacial are un traseu ce trece lateral față de cuveta lacului (fig. 1, 2). Nivelul și volumul de apă din lac este controlat de către un emisar, affluent al pârâului care drenă circul mare.



Fig. 1. Amplasamentul Lacului Lala Mare în cadrul Masivului Rodnei (după I. Pășota, modificată de M. Mândrescu).

**Factorii** de control care determină compozitia chimică a lacului. Formarea unei anumite compozitii a apelor naturale este determinată, după cum remarcă O.A. Alekin (1952), de două grupe de factori: cu acțiune directă și acțiune indirectă.



În grupa factorilor care acționează direct asupra apei se includ solurile, rocile și organismele, aceștia contribuind direct la îmbogățirea apei cu ioni și molecule.

Din grupa factorilor care acționează indirect asupra calității și cantității compoziției chimice fac parte: condițiile chimice și regimul hidrologic. Factorii cu acțiune directă asupra formării compoziției apelor lacurilor alpine pot fi socotiti ca determinanti, întrucât în absența lor nu poate fi vorba de o îmbogățire a apei în substanțe.

**Mineralizarea** apelor din Lacul Lala Mare este foarte mică din cauza solurilor sărăce în săruri (soluri humico-silicatice de pajiști alpine). Aapele lacului se pot îmbogați cel mult în substanțe organice, mai ales în sezonul cald.



Fig. 2. Schita morfologică și batimetrică a Lacului Lala Mare (după I. Pișota, modificată de M. Mandrescu).

**Rocile** metamorfice specifice amplasamentului lacului sunt greu solubile în stare compactă și pot da produse solubile în cantitate sporită numai dacă sunt supuse proceselor de dezagregare și alterare.

**Mineralizarea** apelor pe seama rocilor metamorfice se face, probabil în cea mai mare măsură, prin înlocuirea ionilor de hidrogen din apă. Totuși, dat fiind faptul că sisturile cristaline au dezvoltare exclusivă, ele reprezintă singura sursă de mineralizare a lacului.

**Organismele** vii și produsele activității lor vitale au o influență deosebită asupra conținutului de gaze dizolvate în apă (în special asupra oxigenului și bixoxidului de carbon), asupra substanțelor biogene și organice.

**Realitatea** ne arată că apele lacului nu pot să întrețină existența formelor superioare de viață din cauza penuriei de substanțe nutritive, a încărcării organice și minerale reduse, a unor valori termice mici în cea mai mare parte a anului. Prin urmare, lacul deține un număr foarte redus de microorganisme din categoria celor inferioare.

**Compoziția** chimică a apei este și o expresie a condițiilor fizico-geografice în care este amplasat lacul. Factorii cu acțiune indirectă ce au un rol hotărător în realizarea chimismului apei din lac sunt: clima, relieful, vegetația și regimul hidrologic.

**Aceștia** din urmă pot fi considerați ca având un rol mai puțin important în comparație cu factorii cu acțiune directă. Însă determinarea exactă a ponderii influenței fiecărui este foarte greu de realizat întrucât acțiunea lor reprezintă un tot unitar.

**Cantitatea** mari de precipitații lichide și solide generează valori crescute ale scurgerii lichide, favorizând astfel acumularea unui volum de apă slab mineralizată.

**Influența** climei asupra conținutului de substanțe dizolvate este esențială și determină nu numai valoarea mineralizării, ci și compoziția chimică a apei din lac.

**Lacul** este situat într-un circ de mici dimensiuni care face parte dintr-un circ fotoliu de dimensiuni mult mai mari. Elementele morfometrice ale reliefului care influențează topoclimatul actual și regimul chimic al lacului sunt orientarea circului (nord-estică), inclinarea mică a podelei și poziția cuvetei lacustre în cadrul fotoliului glaciar.

**Fieind** situat la partea inferioară a circului, în spatele unui val morenal, dar lateral față de pârâul care drenă fotoliul glaciar, Lacul Lala Mare





reprezintă colectorul principal numai al apelor din circul secundar în care este situat „cire în cîrc”.

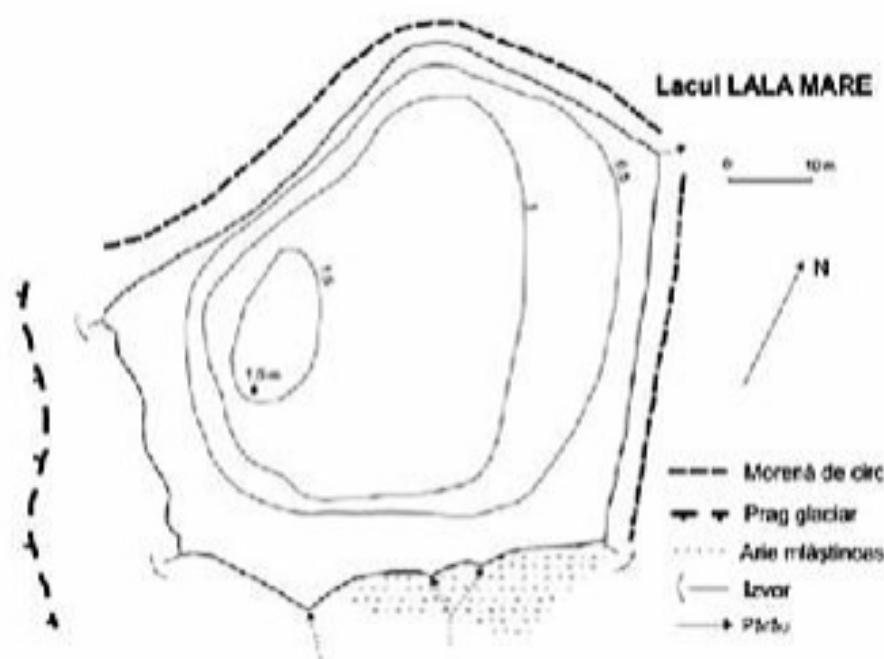


Fig. 3. Amplasamentul Lacurilor glaciare Lala Mare și Lala Mică în cadrul fotoliului glaciar Lala (după I. Pișota, modificată de M. Măndrescu).

**Vegetația** lacustră lipsește. Chimismul apei este influențat numai de vegetația de uscat, reprezentată prin specii alpine și subalpine. Vegetația contribuie la formarea solurilor incipiente și la acumularea resturilor organice, care reprezintă o sursă de substanțe dizolvate și transportate ulterior în lac.

**Calitatea** apei din lac depinde de regimul hidrologic, influențat la rândul său de sursele de alimentare. Acestea din urmă sunt diverse și cuprind mai multe componente specifice, cu excepția alimentării prin intermediul unuia sau mai multor tributari. Ponderea surselor de alimentare la bugetul lacului variază în funcție de sezon.



**Dimensiunea** mare a lacului, cu rol important pentru alimentarea cuvetel, este contrabalanșată de dimensiunile mici ale bazinului de recepție și lipsa tributarilor direcți.

**Analiza hidrochimică.** Din punct de vedere hidrochimic, lacul se situează la toți indicatorii analizați în categoria I de calitate, fiind pe bună dreptate considerat ca volum de apă naturală de referință. Aceasta se datorează, mai ales, impactului antropic foarte redus. Categoria I (STAS-4706/72) este reprezentată de apele curate și foarte curate utilizate pentru folosințele umane, creșterea animalelor sau reproducerea și dezvoltarea salmonidelor.

Tabel 1. Parametrii fizico-chimici ai Lacului glaciar Lala Mare (iulie, 2004)

Parametrii descriptivi ai Lacului glaciar Lala Mare	Valoarea parametrului
Transparență (m)	0,9
Culoare (grade de culoare)	Incolor
Temperatura apei (°C)	3
Temperatura aerului (°C)	6
Oxigen dizolvat (mg/l)	10,25
Conductivitate ( $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ )	45,5
pH (unități pH)	8,5
Alcalinitate (mval/l)	0,23
Fosfor total, (mg/l)	0,0067
Fosfor din ortofosfați (mg/l)	0,0068
Azot total (mg/l)	0,2
Azot mineral total (mgN/l)	0,14
Azotați, $\text{NO}_3^-$ (mg/l)	0,002
Azotați, $\text{NO}_2^-$ (mg/l)	0,23



## Parametrii descriptivi ai Lacului glacial Lala Mare

	Valoarea parametrului
Amoniu, $\text{NH}_4$ (mg/l)	0,105
TDS (mg/l)	30,33
CCOMn (mg/l)	0,33
CBO <sub>5</sub> (mg O <sub>2</sub> /l)	0,185
Cloruri (mg/l)	0,33
Bicarbonați (mg/l)	14,3
Sulfati (mg/l)	10,7
Fier total dizolvat (mg/l)	0,028
Suspensii (mg/l)	29,1

**Temperatura apei.** Temperatura apelor de suprafață evoluează în strânsă legătură cu variațiile termice ale aerului de la altitudinea lacului de apă. În cazul Lacului Lala, acest fapt se materializează printr-o corelație sub formă de buclă datorată inerției termice a mediului lichid.

**Temperatura** este un indicator de bază pentru aprecierea apelor naturale. Ea influențează compoziția chimică a apei din lac, întrucât solubilitatea sărurilor depinde direct proporțional cu temperatura.

**Temperaturile** medii lunare (temperaturile cele mai scăzute sunt înregistrate în ianuarie, având valori medii de -7,4°C; iar cele mai ridicate se înregistrează în iulie, fiind de 9,4°C) și anuale scăzute specifice amplasamentului lacului reduc, foarte mult, metabolismul (media anuală a temperaturii aerului este de circa 1°C).

**Turbiditatea, transparenta și culoarea.** În apele Lacului Lala, turbiditatea poate fi generată de nămoluri, coloizi organici, bacterii, plancton, hidroxizii de fier și aluminiu. Factorii naturali determină o serie de variații ale turbidității, a căror cunoaștere este necesară.

**Turbiditatea** reprezintă un criteriu pentru aprecierea potabilității. Transparenta este legată de turbiditate întrucât ea depinde de cantitatea și dimensiunile substanțelor minerale și organice în

suspensie. Ea este mai mică în zonele de alimentare (0,4 m) și evacuare (0,6 m) a lacului și devine maximă spre mijlocul cuvelei (1,6 m).

**Practic,** discul Secchi se poate observa chiar și în aria cu cele mai mari adâncimi. Culoarea apelor naturale variază de la albastru marin până la brun, trecând prin tonuri de galben și verde. În schimb, apele lacului sunt incolore, datorită gradului scăzut de impurități.

Tabel 2. Parametrii fizico-chimici ai apei din Lacul glacial Lala Mare (august, 2004).

Parametrii descriptivi ai Lacului Lala Mare	Valoarea parametrului
<b>Transparentă</b>	
Discul Secchi (m)	0,77
Culoare (grade de culoare)	incolor
<b>Regimul termic</b>	
Temperatura apei (°C)	9,5
Temperatura aerului (°C)	15
<b>Condiții de oxigenare</b>	
Oxigen dizolvat (mg/l O <sub>2</sub> )	9,2
<b>Mineralizarea</b>	
Conductivitate electrică ( $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ )	52,3
<b>Starea acidificării</b>	
pH	8,15
Alcalinitate (mev/l)	0,22
<b>Nutrienti</b>	
Fosfor total (mgP/l)	0,0125
Fosfor din ortofosfați (mgP/l)	0,013
Azot total (mgN/l)	0,27





### Parametrii descriptivi ai Lacului Lala Mare

	Valoarea parametrului
Azot mineral total (mgN/l)	0,2
Azotați, $\text{NO}_3^-$ (mgN/l)	0,06
Azotiți, $\text{NO}_2^-$ (mgN/l)	0,0022
Amoniu, $\text{NH}_4^+$ (mgN/l)	0,12

### Altele

Materii în suspensie (mg/l)	12,5
-----------------------------	------

**Gustul și mirosul.** Gustul apelor din lac este condiționat de prezența și calitatea substanțelor de proveniență naturală pentru că cele de proveniență antropică lipsesc. Totuși, sărăcia chiar și în substanțe naturale face ca apele lacului să nu prezinte gust sau miros perceptibili.

**Conductivitatea.** Conductibilitatea electrică depinde de cantitatea sărurilor dizolvate care sub acțiunea curentului electric (electroliză) se disociază în ioni. Conductibilitatea electrică depinde de temperatura apelor, iar la o temperatură dată de concentrația de săruri, temperaturile scăzute și gradul de mineralizare redus determină valorile mici ale conductivității electrice. Media valorică a celor trei probe prelevate este de  $45,33 \mu\text{s}/\text{cm}^2$ .

**Substanțele solide dizolvate.** Substanțele solide rămase după evaporarea naturală a apelor sunt alcătuite, în cea mai mare parte, din săruri minerale.

**Suspensiile.** Materialele în suspensie reprezintă cantitatea de substanțe insolubile (mg/l). După greutatea specifică, suspensiile se împart în: sedimentabile, nesedimentabile și plutitoare (flotante). Materialele în suspensie din lac au dimensiuni variabile și sunt de proveniență organică sau anorganică. Cunoașterea conținutului de suspensiile are o deosebită importanță în aprecierea calității apelor.

**Concentrația ionilor de hidrogen (pH).** Concentrația ionilor de hidrogen poate atinge valori cuprinse între limite foarte largi. Majoritatea apelor naturale au pH-ul cuprins între 6 și 8,5. Concentrația ionilor de hidrogen în apele naturale depinde, în special, de raportul dintre cantitatea de bioxid de carbon liber și ionii  $\text{HCO}_3^-$  și  $\text{CO}_3^{2-}$ . Totodată, concentrația ionilor de hidrogen este direct proporțională

cu cantitatea de acid carbonic ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ) și invers proporțională cu cantitatea de  $\text{HCO}_3^-$ . Din acest motiv, în apele bogate în  $\text{CO}_2$ , pH-ul este scăzut, pe când în apele sărace în  $\text{CO}_2$ , pH-ul este ridicat.

**Valoarea pH-ului** poate fi influențată de conținutul mărit de substanțe humice, de carbonații bazici și hidroxizi care apar în urma eliberării bioxidului de carbon în procesul de fotosinteză. Valorile pH-ului apelor din lac indică în ce cantitate sunt conținute substanțele care provoacă aciditatea sau alcalinitatea apelor și determină condițiile dezvoltării viețuitoarelor.

**Aciditatea și alcalinitatea.** Aciditatea apelor din lac se explică prin capacitatea unor substanțe, aflate în compoziția ei, de a liga o cantitate echivalentă de bază tare. Într-un lac curat, aciditatea depinde numai de bioxidul de carbon dizolvat, liber. Alcalinitatea este dată, de regulă, numai de bicarbonații metalilor alcalino-pământoase. În această situație, valoarea pH-ului nu depășește 8,3. Prezența carbonaților solubili și a hidroxiziilor mărește valoarea pH-ului la peste 8,3.

**Analiza biologică.** Rezultatele analizei indicatorilor biologici, funcție de valorile biomasei fitoplanctonice și fitobentonice (tabel 3), au incadrat apa lacului în categoria lacurilor ultraoligotrofe.

**Fitoplanctonul** se caracterizează prin valori ale biomasei cuprinse între 0,48-0,54 mg/l, valori caracteristice lacurilor ultraoligotrofe. Apa lacului fiind foarte săracă în elemente nutritive, speciile identificate sunt nereprezentative și slab reprezentate cantitativ. Macronevertebratele, macrofitele lipsesc.





Tabel 3. Lacul Lala. Fitoplanton, componentă taxonomică  
(lista speciilor și numărul lor)

Lacul glaciar Lala zona de alimentare		Lacul Mare, zona de mijloc și de evacuare	
Componentă taxonomică	p. expl/l	Componentă taxonomică	p. expl/l
<i>Achnanthes linearis</i>	20000	<i>Achnanthes linearis</i>	20000
<i>Amphora normanii</i>	20000	<i>Achnanthes linearis</i>	80000
<i>Caloneis bacillum</i>	20000	<i>Amphora normanii</i>	20000
<i>Cyclotella comta</i>	40000	<i>Caloneis alpestris</i>	20000
<i>Cymbella ventricosa</i>	40000	<i>Cymbella ventricosa</i>	40000
<i>Fragilaria virescens</i>	40000	<i>Gomphonema olivaceum</i>	20000
<i>Gomphonema angustatum</i>	40000	<i>Navicula minuscula</i>	20000
<i>Navicula bacillum</i>	20000	<i>Stauroneis anceps</i>	40000
<i>Synedra vaucheriae</i>	40000	<i>Synedra vaucheriae</i>	40000
<b>Densitate, expl/l</b>		<b>Densitate, expl/l</b>	
345.000		160.000	
<b>Biomasă, mg/l</b>		<b>Biomasă, mg/l</b>	
0,50		0,52	



Tabel 4. Lacul Lala. Fitobentos, componentă taxonomică  
(lista speciilor și numărul lor)

Lacul Lala, zona de alimentare și evacuare		Lacul Mare, zona de mijloc	
Componentă taxonomică	p. mil. pl/l	Componentă taxonomică	p. mil. xpl/l
<i>Achnanthes lanceolata</i>	45	<i>Achnanthes linearis</i>	21
<i>Achnanthes linearis</i>	61	<i>Achnanthes minutissima</i>	38
<i>Achnanthes minutissima</i>	39	<i>Amphora normanii</i>	5,8
<i>Anabaena affinis</i>	28	<i>Anabaena affinis</i>	86
<i>Ceratoneis arcus</i>	60	<i>Caloneis bacillum</i>	26
<i>Cymbella affinis</i>	43	<i>Cymbella affinis</i>	24
<i>Cymbella gracilis</i>	78,5	<i>Cymbella helvetica</i>	22,5
<i>Cymbella helvetica</i>	45,5	<i>Cymbella ventricosa</i>	59,5
<i>Denticula tenuis</i>	11,5	<i>Desmidium swartzii</i>	37,5
<i>Desmidium swartzii</i>	34	<i>Fragilaria construens</i>	16,5
<i>Fragilaria virescens</i>	61	<i>Fragilaria virescens</i>	44,5
<i>Gomphonema clevelandi</i>	49,5	<i>Gomphonema olivaceum</i>	22
<i>Melosira italica</i>	38	<i>Meridion circulare</i>	22
<i>Meridion circulare</i>	44	<i>Navicula radiosa</i>	27
<i>Navicula exigua</i>	39,5	<i>Scenedesmus arcuatus</i>	22,5
<i>Navicula radiosa</i>	33,5	<i>Stauroneis anceps</i>	11,5
<i>Rhoicosphenia curvata</i>	39	<i>Synedra parasitica</i>	12



Lacul Lala, zona de alimentare și evacuare		Lacul Mare, zona de mijloc	
Componentă taxonomică	p, mil. pl/l	Componentă taxonomică	p, mil. xpl/l
<i>Surirella angusta</i>	56	<i>Synedra vaucheriae</i>	42,5
<i>Synedra acus</i>	22	<i>Ulothrix tenuissima</i>	33,5
<b>Densitate, expl/l</b>			
350000		165000	
<b>Biomasă, mg/l</b>			
0,51		0,525	

**Analiza comparativă a probelor de apă.** Analiza probelor din iulie 2004. Gradul de mineralizare a lacului este foarte scăzut. Aceasta se observă în primul rând din valoarea conductivității (43,4-48,2  $\mu\text{s}/\text{cm}^2$ ), precum și din concentrațiile mici ale  $\text{SO}_4^{2-}$  (9,17-11,98 mg/l), bicarbonaților (12,2-18,3 mg/l), clorurilor (0,1 mg/l), precum și a reziduului fix (29-32 mg/l).

**Indicatorii** din grupa regimului de oxigen arată că există o cantitate normală de oxigen dizolvat ( $>6 \text{ mg/l}$ ), o încărcare organică extrem de mică, cu valori subunitare la CCOMn și CBO<sub>5</sub>, ceea ce demonstrează că organismele consumatoare de oxigen sunt în cantități foarte mici.

**Valorile** oxigenului dizolvat 10,2-10,3 mg/l și ale gradului de saturatie au incadrat apa lacului în categoria I de calitate. Ca și în cazul altor indicatori de mai sus și la regimul azotului ( $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ , N total) valorile absolute sunt foarte mici, indicând o cantitate organică foarte mică.

Această încărcare organică cu valori scăzute este datorată, în primul rând, regimului temperaturilor și valorilor scăzute ale acestora. Spre exemplu, în sezonul rece procesele biologice sunt foarte lente, iar în unele perioade lipsesc cu desăvârșire.

Odată cu creșterea temperaturii apei, deși nu foarte semnificativ, se sesizează unele modificări în compoziția chimică a apei lacului. Analizele chimice ale probei de la sfârșitul verii au evidențiat următoarele:

- scade oxigenul dizolvat la valori chiar de sub 9 mg/l (între 9,46 și 8,99 mg/l);
- cresc valorile mineralizării, astfel încât conductivitatea electrică devine acum între 49,4-56,1  $\mu\text{s}/\text{cm}$ ;
- cresc valorile la indicatorul  $\text{NH}_4^+$ , dar scad cele ale  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ; acest proces fiind normal deoarece în orice proces de descompunere se pornește cu azotul, după care urmează descompunerea carbonului; indicatorul de „gardă” fiind  $\text{NH}_4^+$ , care sesizează și furnizează informații rapide și utile asupra calității apei;
- pH-ul, acum și la recoltarea anterioară, are o tendință ușor bazică (alcalină), încadrându-se, din acest punct de vedere, între limitele admise de STAS-urile în vigoare;
- valorile la încărcarea organică sunt mici, dar sensibil mai mari față de luna iunie; la fel se întâmplă și în cazul conținutului de CBO<sub>5</sub>. Atât încărcatura organică, cât și conținutul de CBO<sub>5</sub> (în cazul ambelor probe) confirmă, încă o dată, că apa lacului este extrem de curată.

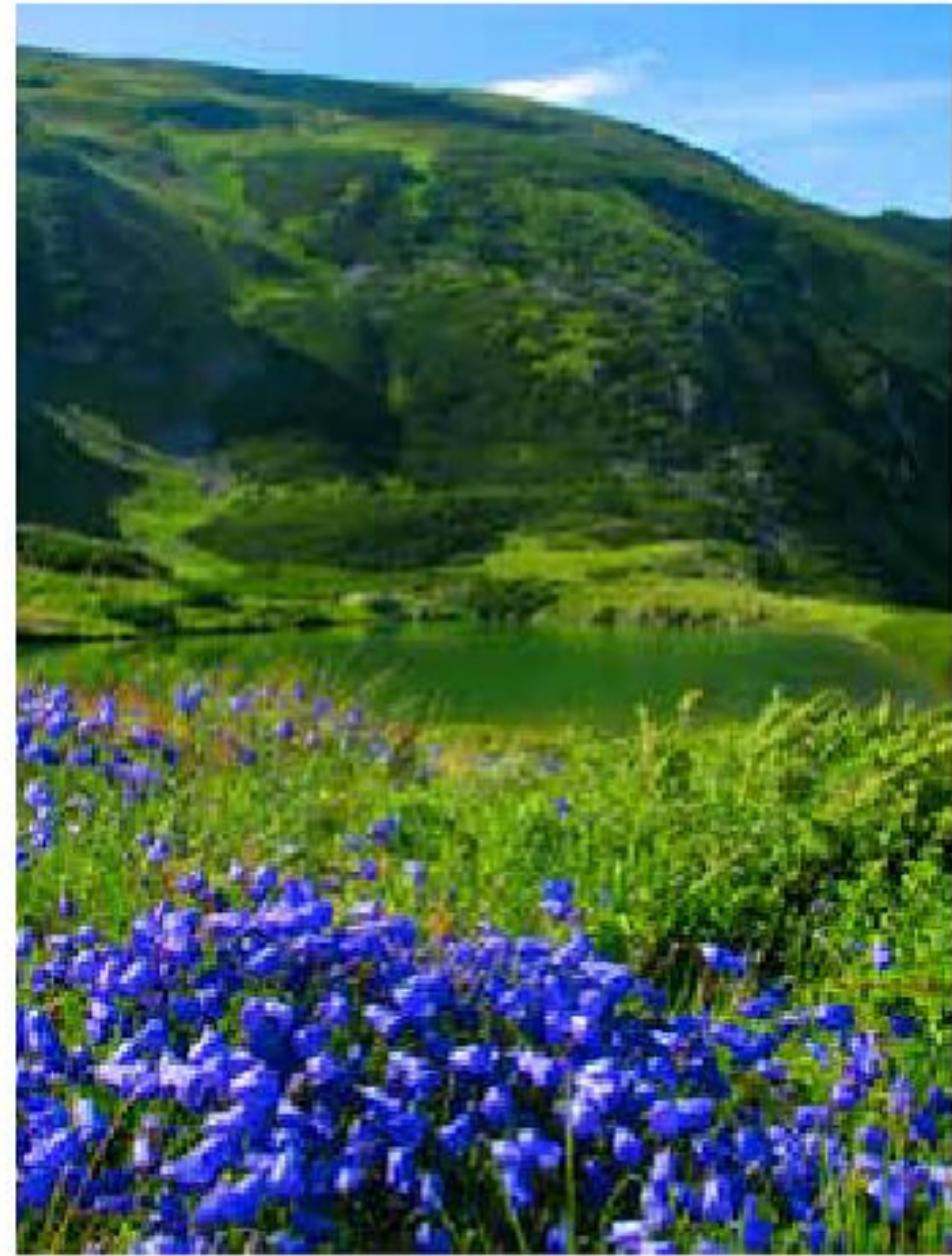
**Concluzii.** Din punct de vedere hidrobiologic, Lacul glaciar Lala Mare este **ultraoligotrof** având, totodată, și cel mai mare volum de apă, deosebit de curată, din zona alpină a Munților Rodnei.

**Speciile** identificate sunt în cantități relativ mici și au o diversitate redusă. În cazul ambelor prelevări de probe, atât din punct de vedere chimic, cât și biologic, valorile obținute sunt foarte mici și lacul poate fi considerat ca un reper pentru alte surse de apă.

În același timp, lacul poate fi privit ca o **reminiscentă hidrologică** a unei perioade în care apele erau mult mai ecologice decât astăzi. Caracteristicile la metale, considerate concentrații de fond, pentru că provin din fondul natural, sunt foarte mici; la fel se întâmplă și cu indicatorii pentru poluare precum detergenti, substanțe extractibile sau cianuri, care, datorită lipsei impactului antropic, nu sunt prezente (situație valabilă în cazul ambelor recoltări).



Bumbăcariță (*Eriophorum scheuchzeri*) în jurul Lacului glaciar Lala Mare. Foto: Claudiu Iușan.

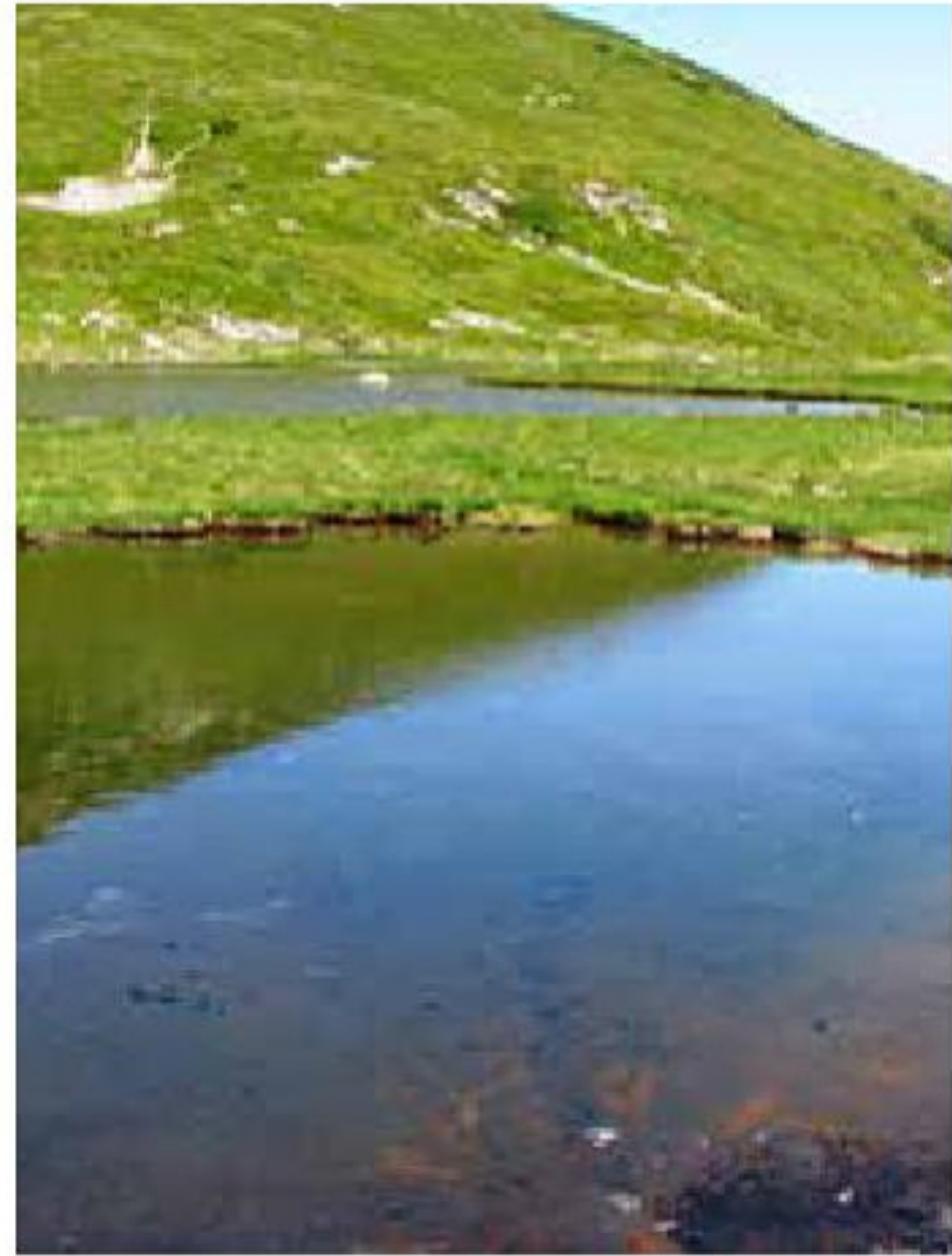


Clopoței de munte în jurul Lacului glaciar Lala Mare. Foto: Claudiu Iușan.



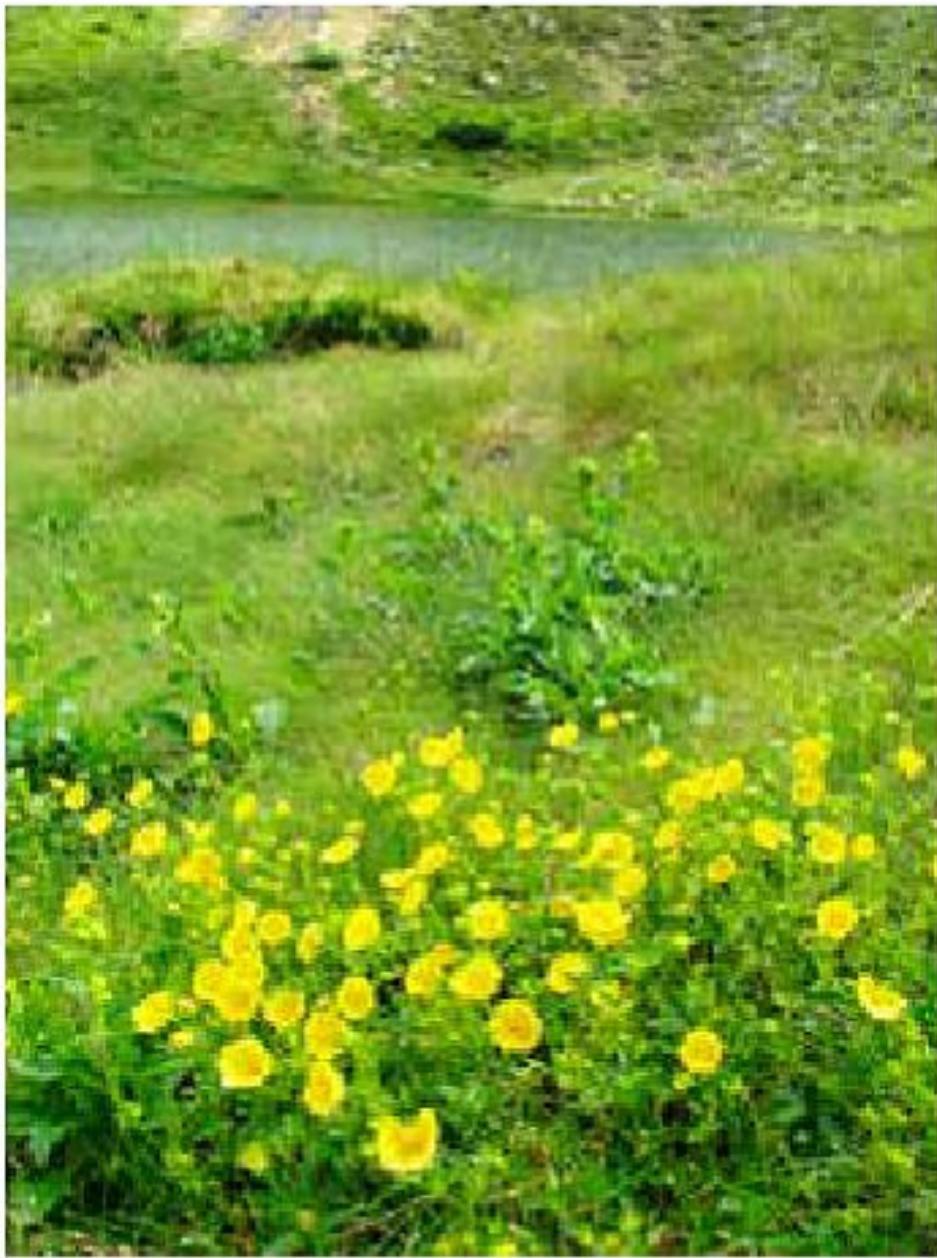
Complexul de lacuri glaciare Lala Mică.  
Foto: Claudiu Iușan.

Lacuri glaciare



Complexul de lacuri glaciare Lala Mică.  
Foto: Claudiu Iușan.

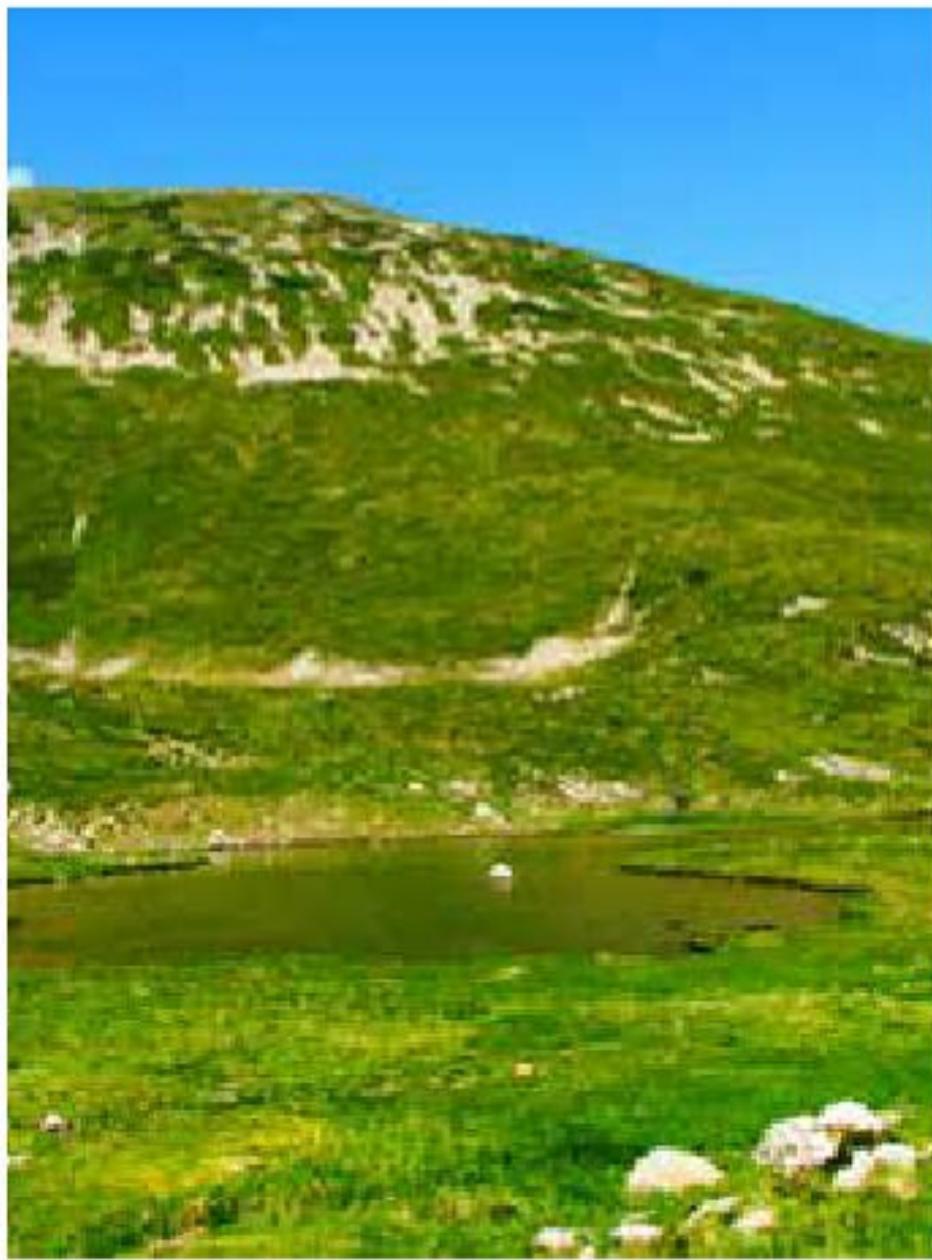
Parcul Național Munții Rodnei



Comunități higrofile de piciorul cocoșului în coada Lacului glaciar Lala Mare. Foto: Claudiu Iușan.



Covor de bumbăcarită (*Eriophorum scheuchzeri*) în jurul Lacului glaciar Lala Mică. Foto: Claudiu Iușan.



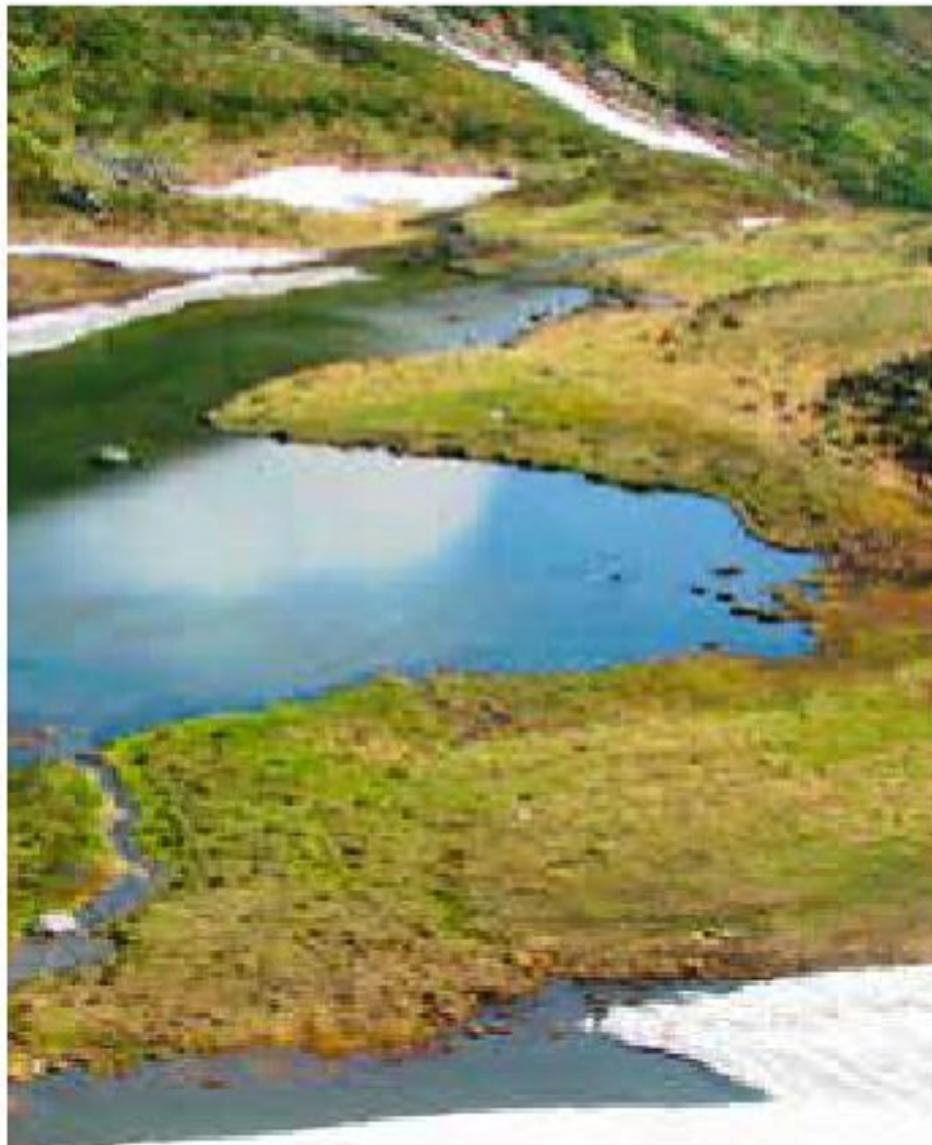
Culmea Pleșcuței și Lacul glaciar Lala Mică.  
Foto: Claudiu Iușan.

Lacuri glaciare



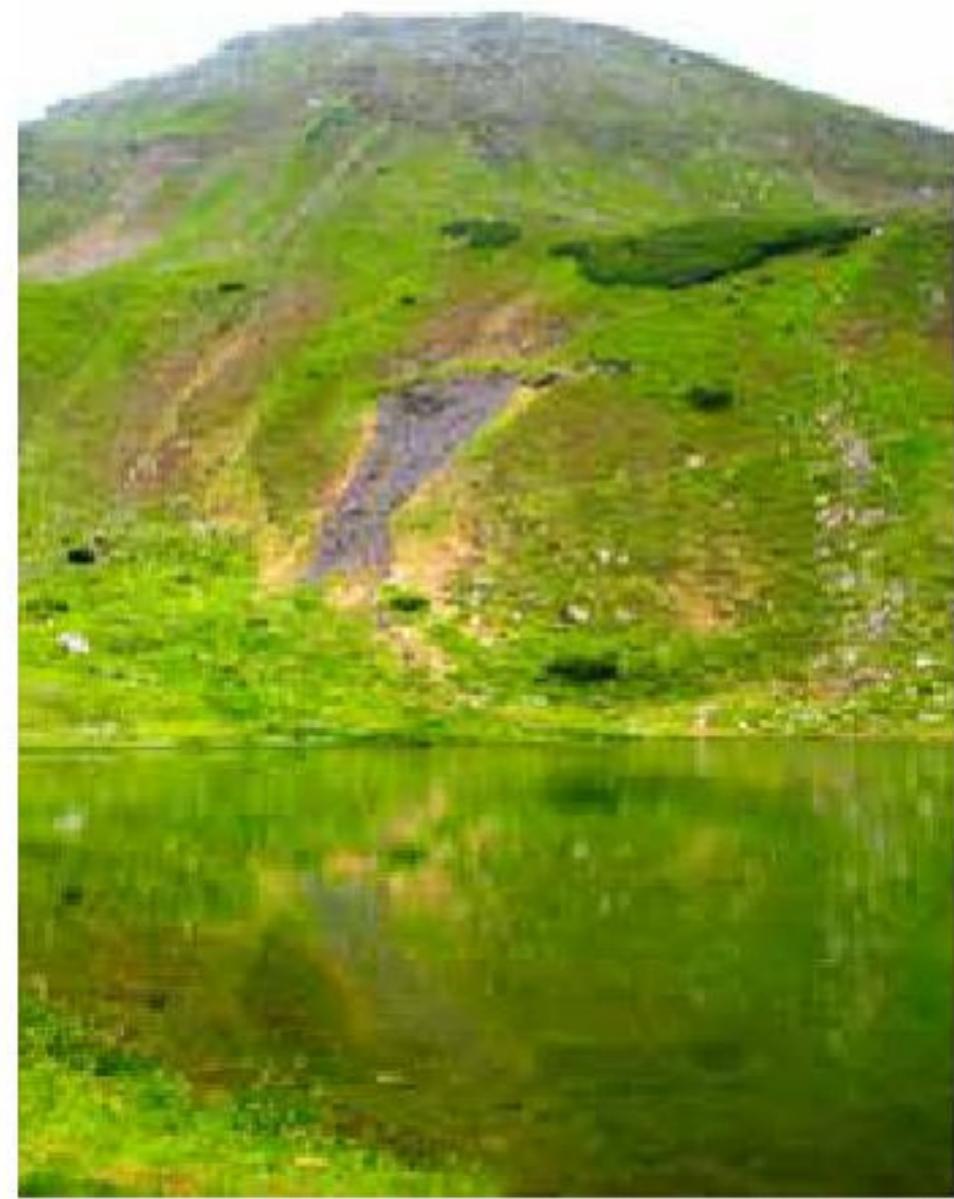
Lacul glaciar Lala Mică.  
Foto: Claudiu Iușan.

Parcul Național Munții Rodnei



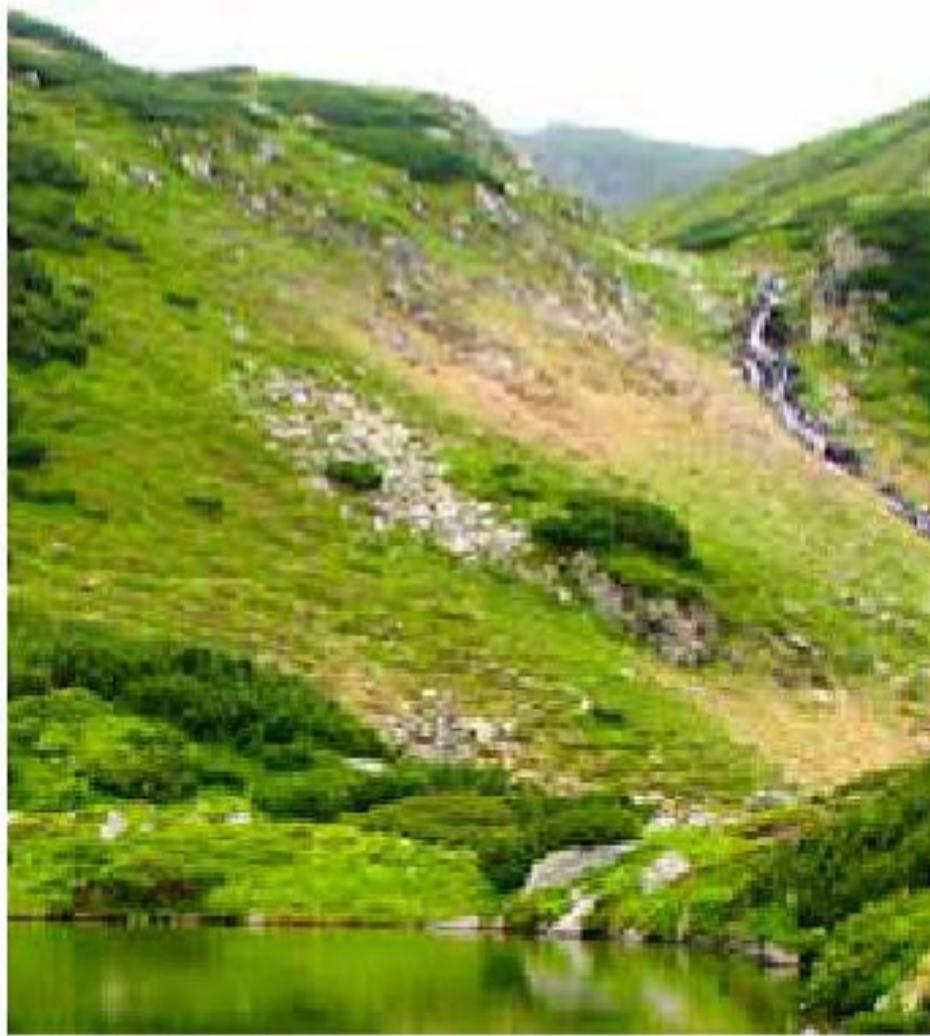
Lacul glacial Lala Mică în sezon vernal.  
Foto: Claudiu Iușan.

Lacuri glaciare



Lacul glacial Lala Mare.  
Foto: Claudiu Iușan.

Parcul Național Munții Rodnei



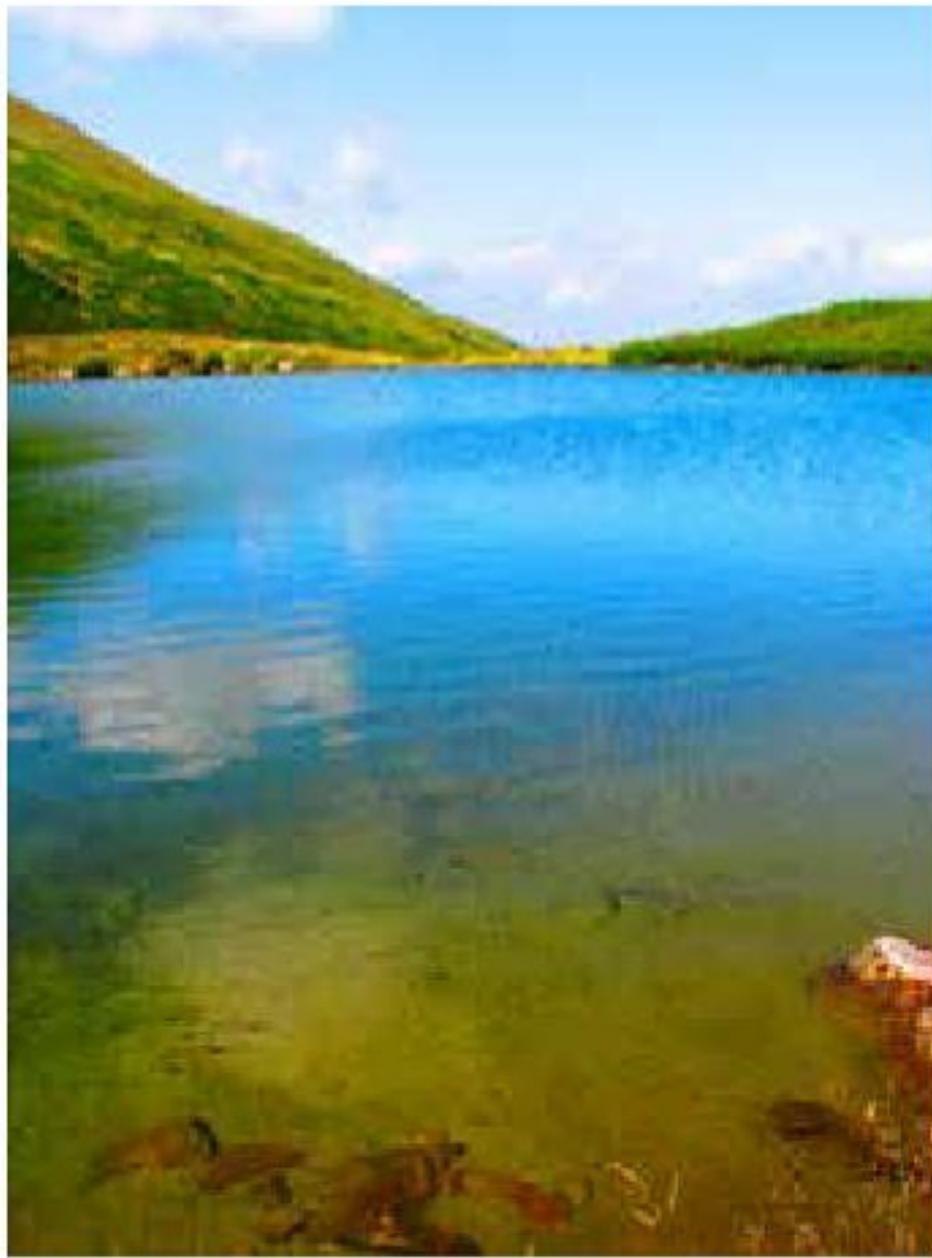
Lacul glacial Lala Mare.  
Foto: Claudiu Iușan.

Lacuri glaciare



Lacul glacial Lala Mare.  
Foto: Claudiu Iușan.

Parcul Național Munții Rodnei



Lacul glacial Lala Mare.  
Foto: Claudiu Iușan.

Lacuri glaciare



Lacul glacial Lala Mare.  
Foto: Claudiu Iușan.

Parcul Național Munții Rodnei



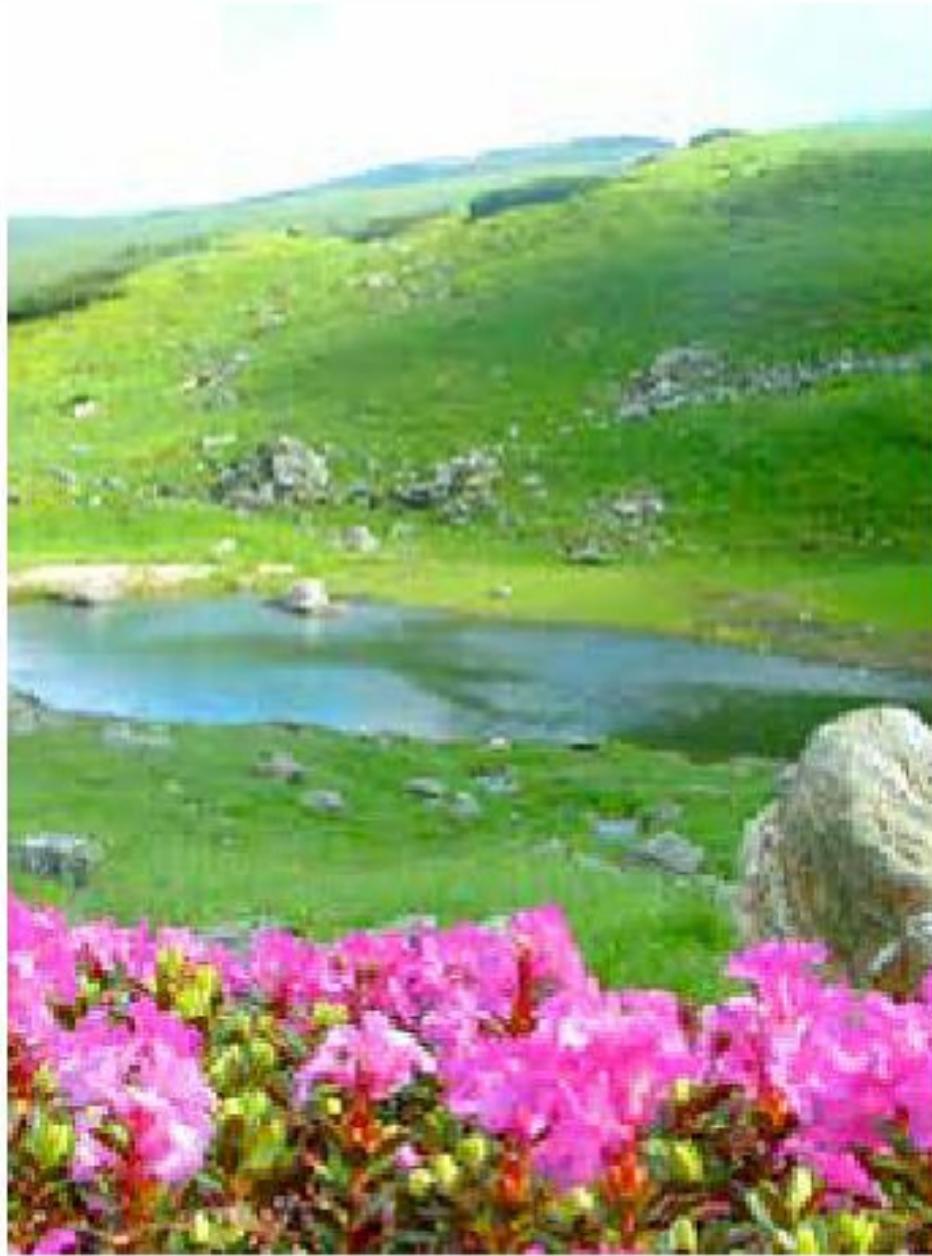
Lacul glacial Lala Mare.  
Foto: Claudiu Iușan.

Lacuri glaciare



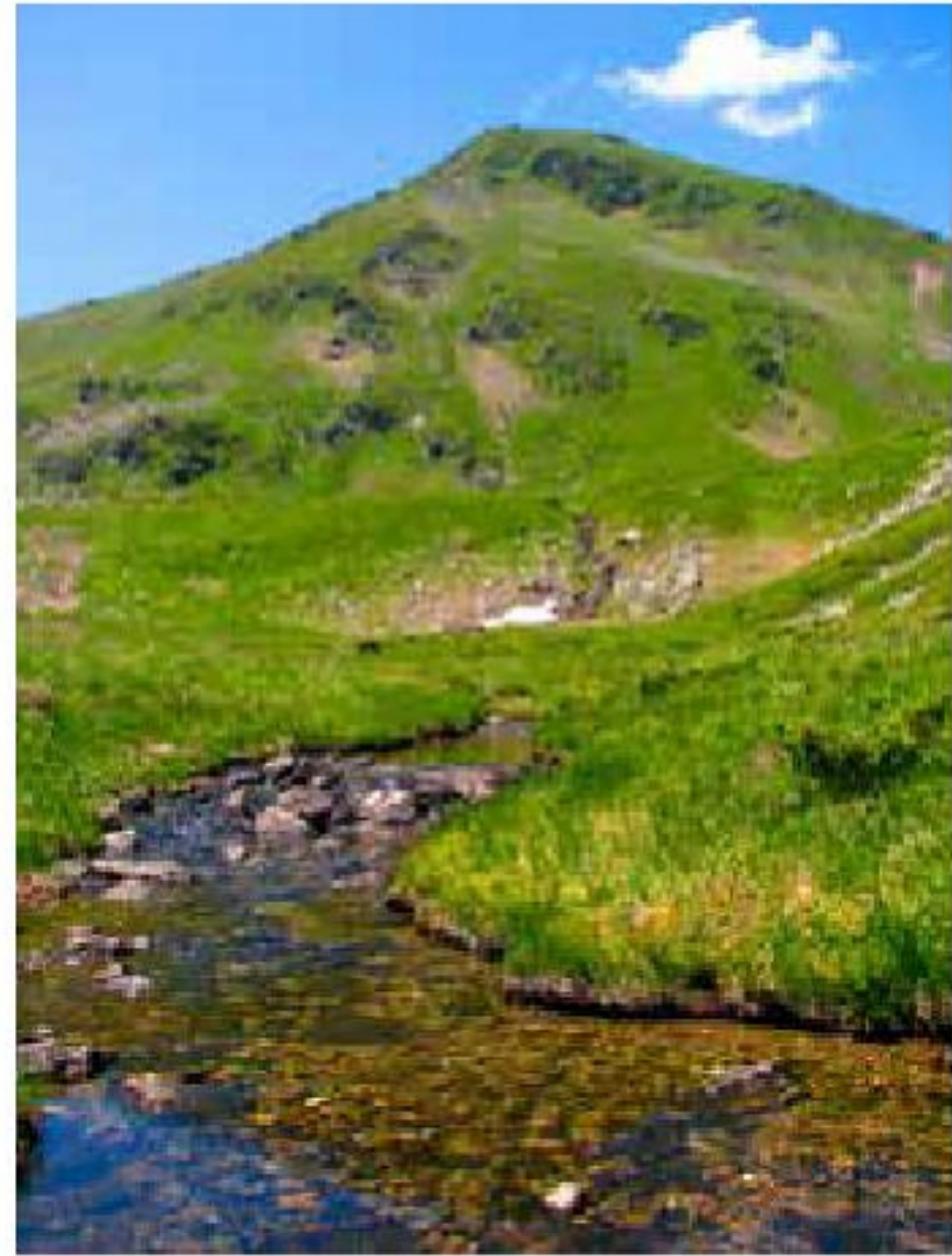
Lacul glacial Lala Mare.  
Foto: Claudiu Iușan.

Parcul Național Munții Rodnei



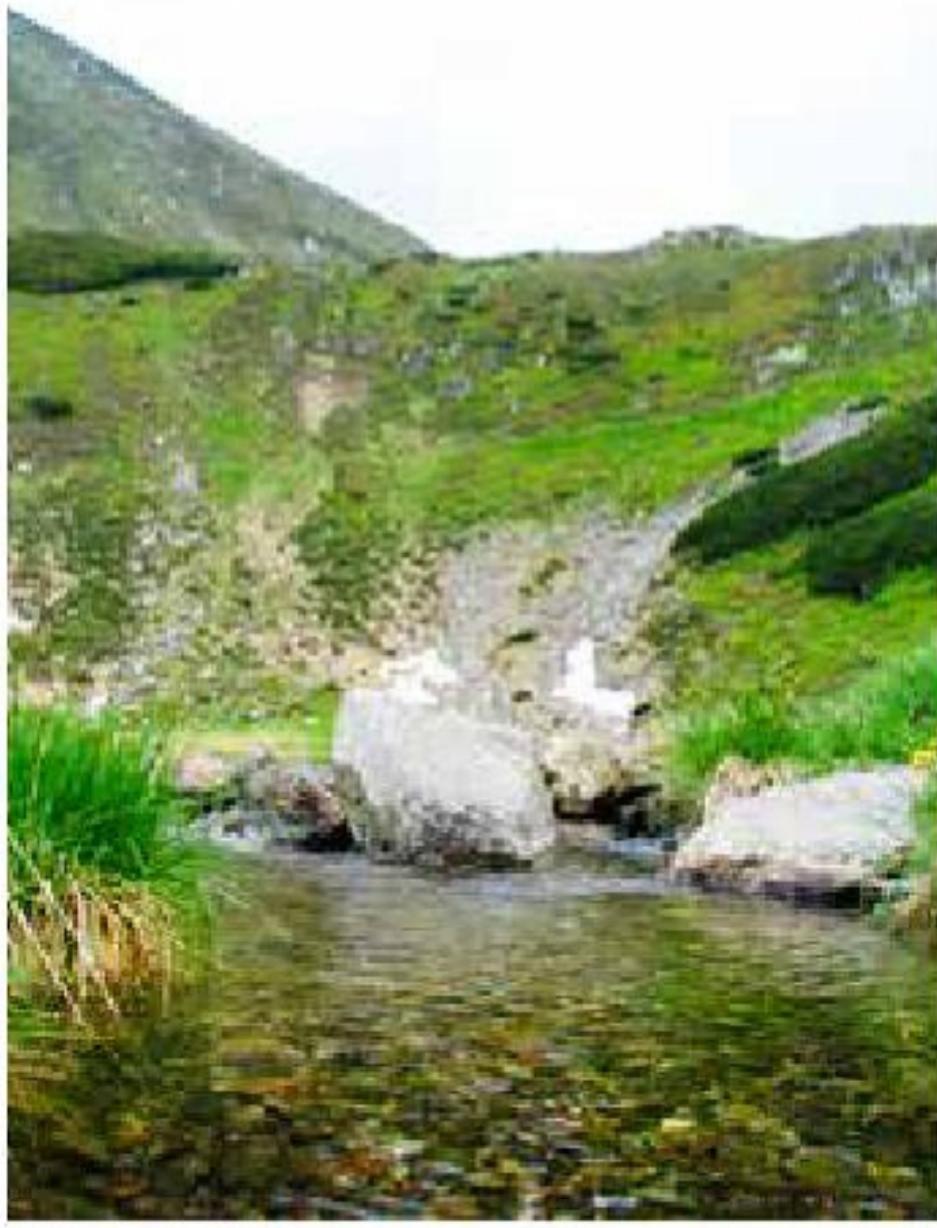
Lacul glacial Lala Mare.  
Foto: Claudiu Iușan.

Lacuri glaciare



Pâraie alpine ce leagă Lacurile glaciare Lala.  
Foto: Claudiu Iușan.

Parcul Național Munții Rodnei



Pârâul Lala la izvoare.  
Foto: Claudiu Iușan.



Știrigoale (*Veratrum album*) în coada Lacului glaciar Lala Mare. Foto: Claudiu Iușan.



Tufărișuri de bujar de munte în jurul Lacului glaciar Lala Mare. Foto: Claudiu Iușan.



Turisti pe malul Lacului glaciar Lala Mare. Foto: Claudiu Iușan.



## ■ 6.7 Lacul glaciар Izvorul Bistriței Aurii (Știol)

**Glaiciatunea** Pleistocenului nu a afectat numai nivelul mării, ci, de asemenea, și efectele lacului produse de agentii. Odată cu retragerea ghețarilor, au rămas în urmă numeroase corperi de apă în Carpații Românești. Unii, cum ar fi: Bucura și Lacurile Podragu, situate în Munții Retezat și Făgăraș (Alpii Transilvaniei), erau mari și adânci, dar cei mai mulți au fost pur și simplu mici scorbură umplute cu apă. Situate pe bază de depozite morenice sau rocă, aceste ecosisteme tinere, cum ar fi Lacul Știol, s-au maturizat în timpul Holocenului.

**Aceste** medii sunt foarte sensibile la schimbări. Există multe practici de utilizare a terenurilor în zonele montane (de exemplu: pășunatul, recoltarea fructelor, utilizarea de asociații de molidași de munte pentru lemnul de foc sau îndepărțarea jnepeștișurilor în trecut pentru a mări zonele de pășunat), care pot altera relația dintre un lac și bazinul său hidrografic. Cu toate acestea, impactul direct și semnificativ s-a observat în zona Lacului Știol încă din anul 2002.

**Sondajele** realizate și comparate pe parcursul mai multor ani, precum evaluarea volumului lacului, raportând la studiile lui Pișota (1968) au scos în evidență modificări considerabile privind batimetria și regimul sedimentar ce a dat naștere „noului” Lac Știol.

**Lacul** Știol a fost numărat printre lacurile glaciare mici situate în Munții Rodnei (Carpații Orientali). Deși este relativ mic, el este situat în unul din cele mai mari circuri glaciare din Carpații Românești, Circul Bistricioara Mare (Năndrescu, 2006).

**Lacul** Știol (Izvorul Bistriței Aurii) este situat la 1.650 m altitudine, în apropierea Vârfului Gârgălău (2.158 m). Se caracterizează prin prezența în aval a unui prag morenic slab rectiliniu, format din blocuri de piatră de diferite mărimi, împlântate într-o masă de nisip și fragmente mărunte de piatră (Sârcu 1978). Pragul morenic al lacului, care-i conferea specificul de lac glaciare, avea o adâncitură (ruptură) în partea estică prin care apa în exces se scurgea din lac și forma pârâului Bistrița Aurie (Pișotă 1968, Sârcu 1978).

**Elementele** morfometrice ale Lacului Bistriței Aurii în acea perioadă (Pișotă 1968) erau următoarele: 588 m<sup>2</sup> suprafața lacului, 610 m<sup>3</sup> volumul, 2 m adâncimea maximă, 40 m lungime, 25 m lățime și 120 m perimetrul lacului. Se menționează faptul că în amonte de lac și în imprejurimile lui există o zonă mlăștinoasă distinctă (Pișotă 1968). Numai în aval de lac, pe o suprafață de circa 150 m<sup>2</sup>, pe marginile

pârâului Bistrița Aurie se află o zonă mlăștinoasă (Resmeriță 1973, Coldea 1990).

**Filind** amplasat la o altitudine relativ scăzută pentru un lac glaciare, pe drum se află o serie de trasee turistice care se conectează la atracțiile din zonă (de exemplu Cascada Cailor, pârtia de schi din Borșa Complex), care a avut ca rezultat un semnificativ trafic turistic în jurul lui.

**Lacul** în sine reprezintă una dintre locațiile cele mai vizitate din Munții Rodnei, având un acces facil chiar și cu o mașină. În trecut a fost construit un drum din Pasul Prislop (1.416 m) direct spre lac. Mai mult decât atât, în septembrie 2002, Primăria Borșa a hotărât să ridice un baraj în aval de lac, cu scopul de a crește suprafața și volumul lui.

**Scopul** a fost acela de a crea o stațiune mică de munte, cu cabane de camping și facilități pentru plimbarea cu barca. Deși lacul este situat într-o zonă protejată (Parcul Național Munții Rodnei), acesta nu avea administrare decât în anul 2004.

**Barajul** a fost ridicat cu ajutorul buldozerelor, această acțiune modificând astfel caracteristicile fizice, sedimentare și acvatice ale lacului. Bazinul original al Lacului Știol a fost excavat în șisturi sericito-clor și depozite glaciare de la centrul de greutate al Circului Bistricioara Mare. Lacul este așezat în spatele unui bar de rocă și un baraj morenic depus în timpul Wurm (LGM- Last Glacial Maximum), la o altitudine de 1.673 m.

**Temperatura** medie anuală este între 1,2°C la 1.700-1.800 m, 0°C la 2.000 m și ajunge la -1,5°C la peste 2.200 m. Numărul mediu de zile de vară este de 25-30, iar cea a zilelor de iarnă ajunge la 130. La o altitudine de 1.800 m, precipitațiile au o medie anuală de 1.312 mm (din care 500 mm sunt înregistrate în timpul sezonului de iarnă), cu peste 130 de zile cu precipitații anual (Coldea 1990).

**Sondajul** batimetric din anul 1968 și angajațiile tehnice din aceea perioadă, utilizând o linie de plumb în domeniul au fost urmate de o interpolare grafică a punctelor de date pentru a produce o hartă a ceea ce este, de asemenea, cunoscut sub numele de Izvorul Bistriței. Se utilizează denumirea de Lacul Știol, aşa cum este utilizat și de către populația locală. Cu toate acestea, o confuzie cu mlăștinile de turbă din apropiere, numite Poiana Știol ar trebui evitată.

**Înainte**, barajul Lacului Știol a reprezentat un tipic circ glaciare, circular și cu adâncimi considerabile, care a fost format spre sfârșitul glaciațiunii cuaternare a Carpaților Orientali. Aceasta a luat formă



în spatele unui circ morenic, a cărui „aripă” stângă, apare azi ca o peninsulă în interiorul barajului Lacului Știol.

**Originea** sale au fost amestecate fiind un rezultat al ambelor procese de eroziune glaciare și morenice. Deși a fost format într-un mare circ glaciar, lacul de baraj a fost relativ mic înainte (circa 600 m<sup>2</sup> în 1968), iar bazinul său hidrografic a fost de numai 32% din suprafața exterioară a circului, situat deasupra lacului.

**Istoria** vegetației din zonă pe perioada Holocenului a fost determinată de un nucleu de turbărie situat în cadrul circului Bistrițioara Mare la Poiana Știol. La începutul Holocenului vegetația a fost dominată de ulm (*Ulmus*) împreună cu molid, jneapăn (*Pinus*) și mestecăan (*Betula*, Pop, 1960, Tanțău & Farcaș, 2004).

**Vegetația** bazinului este reprezentată de flora specifică zonelor muntoase înalte. În zonele din amonte de lac, jneapănul și ienupărul de munte sunt grupate în asociația *Rhododendro myrtifolii*:

- *Pinetum mugii*, caracteristic habitatelor subalpine. Întrucât defrișările pe scară largă a acestei asociații, care au avut loc în cursul secolului trecut, în scopul de a extinde zona de pășune, au redus considerabil distribuția lor actuală, aceste grupuri mari hidrografice au supraviețuit acolo unde accesul a fost dificil și terenul nepotrivit pentru pășunat. Zona alpină (peste 2.100 m), se caracterizează prin prezența terenurilor de luncă primare din alianța *Caricion curvulae* și arbustii mici, oligotermic care aparțin alianței *Cetrario-Loiselerio*, limitat la o zonă îngustă corespunzătoare Vf. Gărgălău (Coldea, 1990).

**Construirea** barajului în septembrie-octombrie 2002 a dus la creșterea artificială a nivelului apei din lac. Barajul este situat la o distanță de 80 de metri în aval de vechiul lac. Mai mult decât atât, materialele utilizate pentru construcția barajului au fost luate de la bazinul lacului.

O mare parte din drumul de acces construit de la Pasul Prislop a facilitat accesul la lac. În timp, lacul a devenit un loc nu numai pentru recreere, ci, de asemenea, o zonă pentru picnic și camping. Cu toate acestea, presiunea vizitatorilor s-a simțit din ce în ce mai pregnant.

**Tasarea** vegetației este una dintre cele mai răspândite repercusiuni degradante ale mediului de recreere în circul Bistrițioarei și poate duce, de asemenea, la eroziunea excesivă a solului. Numeroase studii au fost efectuate în alte parcuri naționale, care au ilustrat impactul

ecologic al vizitatorilor la locurile de camping și de picnic, trasee și poteci din natură.

În toate cazurile, compactarea solului, modificările ratelor de infiltrare, materia organică a solului, textura solului, umiditatea solului, precum și acoperirea cu vegetație au fost înregistrate ca indicatori de impact.

Exceptând pagubele cauzate de tasarea solului și eroziune, degradarea de lungă durată poate apărea ca urmare a arderii asociate cu recreere, de exemplu, grătare. Focul, în special atunci când sunt atinse temperaturi ridicate distrug biomasa de sol, lemnul și patul de vegetație, putând afecta potențialul de reproducere a plantelor prin reducerea băncii de semințe din sol (Mannion, 1991).

Alte studii (de exemplu, Cole & Fischer, 1983, Stohlgren & Parsons, 1986) au condus la concluzia că strategia de management cea mai potrivită pentru astfel de zone sălbatiche este de a restrânge camparea la câteva locuri stabiliți.

Prin construirea barajului, nu numai conturul original al lacului a fost distrus, ci, de asemenea și caracteristicile sale dimensionale au fost modificate. Chiar în timpul perioadei de construcție a barajului s-a dublat, aproape, suprafața lui ajungând la aproximativ 1.100 m<sup>2</sup>, în octombrie 2002. Cele mai mari modificări au fost la volumul apei (acesta a crescut de 33 de ori), precum și la măsura suprafeței sale (crescută de 18 ori).

În consecință, lacul glaciar, în formă de lacrimă și de dimensiuni mici, s-a transformat, efectiv, într-un iaz de mare altitudine, cu o formă neobișnuită și o distribuție haotică a punctelor de adâncime. Mai mult decât atât, lacul actual are variații semnificative de nivel, pentru că în adâncime este controlat de un canal artificial care, ca urmare a evenimentelor de mare debit, poate deveni periodic infundat.

Acest lucru a dus la o creștere a nivelului de suprafață a lacului și înundarea băncilor sale, care au fost acoperite cu pin pitic. La un nivel mai puțin marcat, adâncimea, lungimea și lățimea lacului au fost de asemenea modificate. Din punct de vedere batimetric, se disting două zone, una cu adâncimi mai mari, suprapuse pe locul lacului de dinainte de baraj, și cealaltă cu adâncimi mai mici (sub 2 m), situată adiacent pe peretele barajului.

Ca urmare a nivelului crescut al apei, forma lacului a fost modificată, de la una circulară la una neregulată și o mică insulă s-a format pe



creasta circului de morenă. Având în vedere noile sale dimensiuni, Lacul Știol a devenit cel mai mare lac de mare altitudine, din această parte a Carpaților Orientali, depășind Lacul glacial Vinderel din Munții Maramureșului de Nord (Măndrescu, 2004).

**Bazinele** lac care apar în zonele montane mari, cum ar fi Rodna, pot forma sedimente capcane excelente pentru materialele provenite de la denudare, de captare a lor. Materialul care este derivat din jurul unui lac sau care este furnizat de apele de munte este depozitat în lac în timp ce doar o mică parte se pierde din lac în suspensie (Brune, 1953).

Prin urmare, înregistrate aceste sedimente pot oferi, de exemplu, schimbări în vegetația acoperită din cauza unor factori naturali sau antropici. Ele pot acționa, prin urmare, ca o arhivă a condițiilor de mediu din nordul Carpaților Orientali, dinainte de glaciațiune (Mureșan, 2009).

Lacul Știol are un contact limitat cu orice pante active, fiind relativ îndepărtat de la peretele circului. În plus, livrarea de materiale erodate din aceste pante este redusă deoarece lacul este izolat de depozite morenice și de un pas stâncos situat deasupra circului lacului (între 1.750 și 1.800 m).

**Sedimentele** pot fi, de asemenea, livrate la lacul de baraj de prefluxul de reziduuri (acest ventilator de flux al resturilor se află acum pe malul drept al barajului de după Lacul Știol și a fost remarcat de Sârcu în 1978) și de zăpadă murdară, avalanșe și vânt. La Lacul Știol, impactul clădirii barajului artificial nu a modificat numai caracteristicile fizice ale lacului, ci, de asemenea, a afectat proprietățile sale de sedimente și rata de sedimentare.

**Vârful** subteran în parametrii de concentrare X (susceptibilitate magnetică), ARM (Anhysteretic Remanent Magnetization) și SIRM (Saturation Isothermal Remanent Magnetization) reflectă impactul majorării artificiale la nivelul lacului.

**Intrate** în subteran și curățate magnetic, materialele din malul lacului au erodat vegetația riverană, care a murit pe loc din cauza exploatarii forestiere de-a lungul apei, îngropând în mod eficient concentrația magnetică de bob, și anterior, suprafața de vârf a sedimentelor. O tehnică mineral-magnetică a demonstrat posibila influențare a poluărilor atmosferice asupra particulelor de sedimente de la șase lacuri din regiunea Maramureșului din Munții Carpați, observate în apropierea

vârfurilor de suprafață în concentrația magmatică (Hutchinson, 1995, 2008).

Între crearea barajului (octombrie 2002) și prelevarea sedimentelor în iulie 2006, s-a acumulat un strat de aproximativ 25 mm grosime de sedimente pe patul lacului. Rata de sedimentare din această perioadă poate fi calculată, prin urmare, ca 6,25 mm y-1.

**Construcția** barajului, de asemenea, a modificat și extins rețeaua de drenaj a lacului. Pentru Holocen o rată medie de circa 0,37 mm y-1 a fost obținută cu un maximum de la început de glaciațiune, precum și o valoare minimă aproape de sfârșitul perioadei analizate, când rata este de numai 0,044 m, Y-1 (Subaltantic).

În Munții Tatra, în secțiunea poloneză a gamei carpatico-glaciare Lacul Zielony Staw, situat în partea de cristalin, partea granitică a muntelui la o altitudine similară a Lacului Știol la 1.632 m, rata medie de sedimentare a fost în Holocen 0,21 mm Y-1, cele mai înalte rate fiind în Little Ice Age (0,36 mm y-1) și Subboreal timpuriu (0,20 mm y-1), în timp ce cele mai mici rate au fost în Subaltantic timpuriu (0,13 mm y-1) și în Oceanul Atlantic (0,18 mm y-1) (Kotarba, 1992, RădoaneștiRădoane, 2005).

**Randamentul** sedimentului obținut pentru turbăria Polenii Știol în ultimii 3.500 de ani este de 0,0435 t/ha/an. În comparație, pe o perioadă calculată între 2002-2006 pentru Lacul Știol este 0,658 t/ha/an. Făcând o comparație între cele două locuri, randamentul sedimentar a crescut de cel puțin 16 ori de la crearea barajului.

**Mediile** glaciare din Carpații Românești sunt foarte sensibile la schimbările de mediu și la activitatea umană semnificativă. Importanța lacurilor glaciare poate fi observată nu numai din punct de vedere al peisajului, ci și prin sedimentele lor, ca **archive importante ale condițiilor de mediu** care acoperă glaciația până în prezent.

**Construirea** unui baraj în fața Lacului Știol a determinat o modificare majoră a caracteristicilor sale. Cele mai mari modificări au fost la suprafață, în volumul de apă și amplitudinea acesteia. În consecință, lacul glacial original, în formă de lacrimă și de dimensiuni mici, efectiv s-a transformat într-un liaz de mare altitudine, cu o formă neobișnuită și o distribuție haotică a punctelor de adâncime.

**Analiza** sedimentelor sale a demonstrat depunerea unui strat de sedimente recente, destul de diferite la depozitele tipice de lacuri





glaciare nemodificate, sugerând o creștere a ratei de sedimentare și a randamentului sedimentelor.

**În**tre crearea barajului (octombrie 2002) și prelevarea sedimentelor în iulie 2006, s-a acumulat pe patul lacului un strat de aproximativ 25 mm de sedimente. Rata de sedimentare din această perioadă este calculată, prin urmare, ca fiind 6,25 mm/an și randamentul sedimentar a crescut de cel puțin 16 ori de la crearea barajului. Construcția barajului, de asemenea, a modificat și extins rețeaua de drenaj a lacului. Dimensiunea reală a bazinului lacului a crescut de 3 ori.

**În** urma expertizei floristico-geobotanice efectuate în perioada 5-6 iulie 2007, în zona Lacului Bistriței Aurii, de un colectiv de cercetători ecologici de la Institutul de Cercetări Biologice Cluj-Napoca au fost constatate o serie de modificări.

**Urmările** a lucrărilor de amenajare a Lacului glaciar Bistrița Aurie din 2002 pragul morenic al lacului a fost ridicat cu circa doi metri. Acest fapt a determinat mărirea suprafeței lacului de circa 5-6 ori și a crescut adâncimea lacului până la 5 m. Odată cu înălțarea digului suprafața lacului a crescut de la 588 m<sup>2</sup> la cca 4.200 m<sup>2</sup>, iar perimetruul lacului de la 120 m la cca 500 m. De asemenea, și volumul apei din lac a crescut foarte mult de la 610 m<sup>3</sup> la peste 5.100 m<sup>3</sup>. Lacul Știol nu are în prezent aspect de lac glaciar, cum era înainte de 2002, ci mai mult de un lac artificial construit recent.

**Prin** creșterea suprafeței lacului, aproximativ 200 m<sup>2</sup> din fitocenozele edificate de *Pinus mugo* (jneapăn) și *Rhododendron myrtifolium* (smârdar), aflate în partea sudică a lacului (spre vârful Gărgălău), au fost acoperite de apele lacului după ridicarea digului.

**În** structura floristică a acestor fitocenoze (comunități de plante) de jneapăn au fost prezente următoarele specii de plante: *Pinus mugo*, *Rhododendron myrtifolium*, *Salix silesiaca*, *Juniperus nana*, *Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Homogyne alpina*, *Luzula sylvatica*, *Calamagrostis villosa*, *Deschampsia flexuosa*, *Hypericum alpinum*, *Geum montanum*, *Luzula luzuloides*, *Athyrium distentifolium*, *Solidago virgaurea*, *Polygonum bistorta*, iar dintre speciile de biofite (mușchi) *Pleurozium schreberi*, *Dicranum scoparium* și *Rhytidiodelphus triquetrus* (Coldea 1990).

**De** asemenea, pe latura vestică și estică a lacului pe cca 300 m<sup>2</sup> se întindeau fitocenoze ierboase de *Nardus stricta* (țepoșică) însoțită de speciile: *Phleum commutatum*, *Festuca supina*, *Festuca nigrescens*,



*Poa chaixii*, *Geum montanum*, *Carex leporina*, *Potentilla ternata*, *Anthoxanthum odoratum*, *Campanula abietina*, *Ligusticum mutellina*, *Deschampsia flexuosa*, *Rumex alpinus*, *Momogyne alpina*, *Soldanella hungarica*, *Crocus heuffelianus* și *Polytrichum juniperinum*, care au fost acoperite de apele lacului.

**În** aval de pragul morenic, respectiv de digul ridicat în 2002 a fost și s-a păstrat pe un teren mic (cca 150 m<sup>2</sup>) și aproape plan o vegetație oligo-mezotrofă reprezentativă pentru vegetația montană edificată de speciile *Eriophorum vaginatum* (bumbăcarită) și *Carex rostrata* (rogoz).

**În** structura acestor fitocenoze mai sunt prezente speciile *Carex echinata*, *Carex paniciflora*, *Carex nigra*, *Luzula sudetica*, *Epilobium nutans*, *Epilobium anagallidifolium*, *Anthoxanthum odoratum*, *Deschampsia caespitosa*, iar dintre briofite *Polytrichum strictum* și *Sphagnum recurvum*. Acest tip de habitat și-a păstrat aspectul natural.

**Speciile** de faună prezente aici sunt: *Hydroporus planus*, *Hydroporus distinctus*, *Gaurodytes bipustulatus* (coleoptere acvatice), *Pterostichus pilosus*, *Calathus melanocephalus* (coleoptere terestre), *Lacerta vivipara* (șopârlă de munte), *Rana temporaria* (broasca roșie de munte), *Bombina variegata* (buhalul de baltă cu burta galbenă), *Phylloscopus collybita*, *Prunella modularis* (păsări).



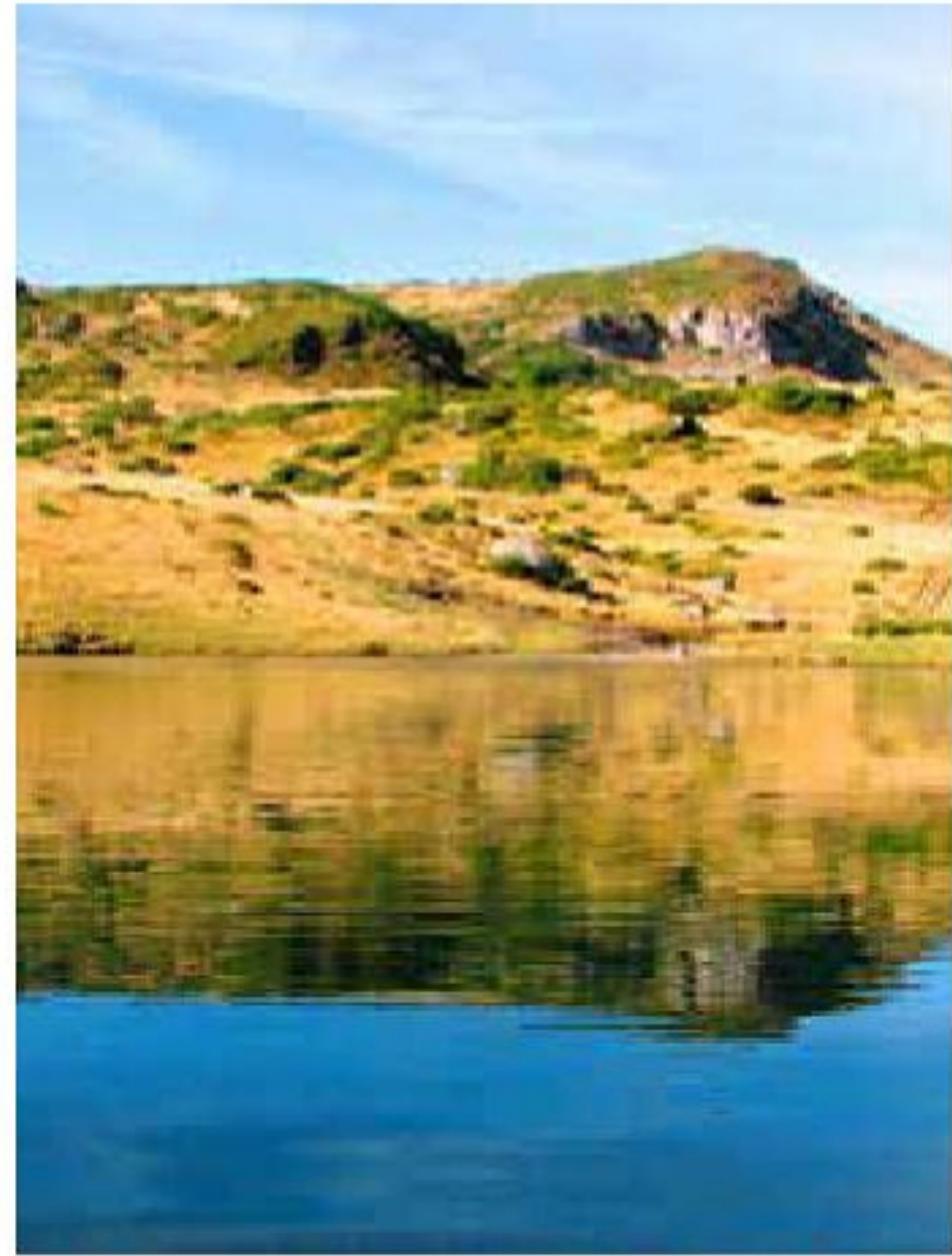
„Apă și cer” în zona Lacului glaciar Izvorul Bistriței Aurii (Știol). Foto: Claudiu Iușan.



Impact antropic ridicat în zona Lacului glaciar Izvorul Bistriței Aurii (Știol) de 1 mai. Foto: Claudiu Iușan.



Insula din Lacul glaciar Izvorul Bistriței Aurii (Știol).  
Foto: Claudiu Iușan.

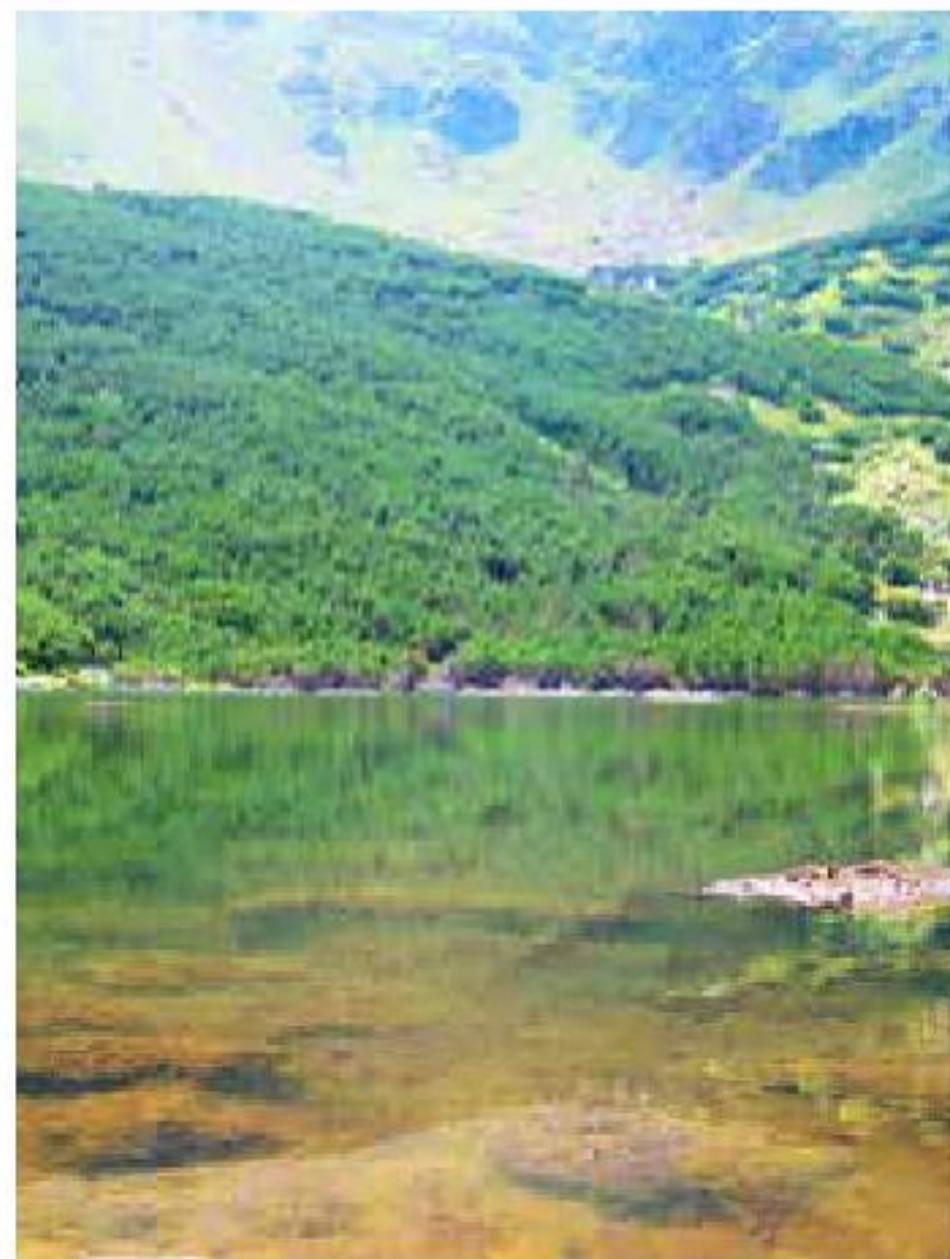


Lacul glaciar Izvorul Bistriței Aurii.  
Foto: Claudiu Iușan.



Lacul glacial Izvorul Bistriței Aurii.  
Foto: Claudiu Iușan.

Lacuri glaciare



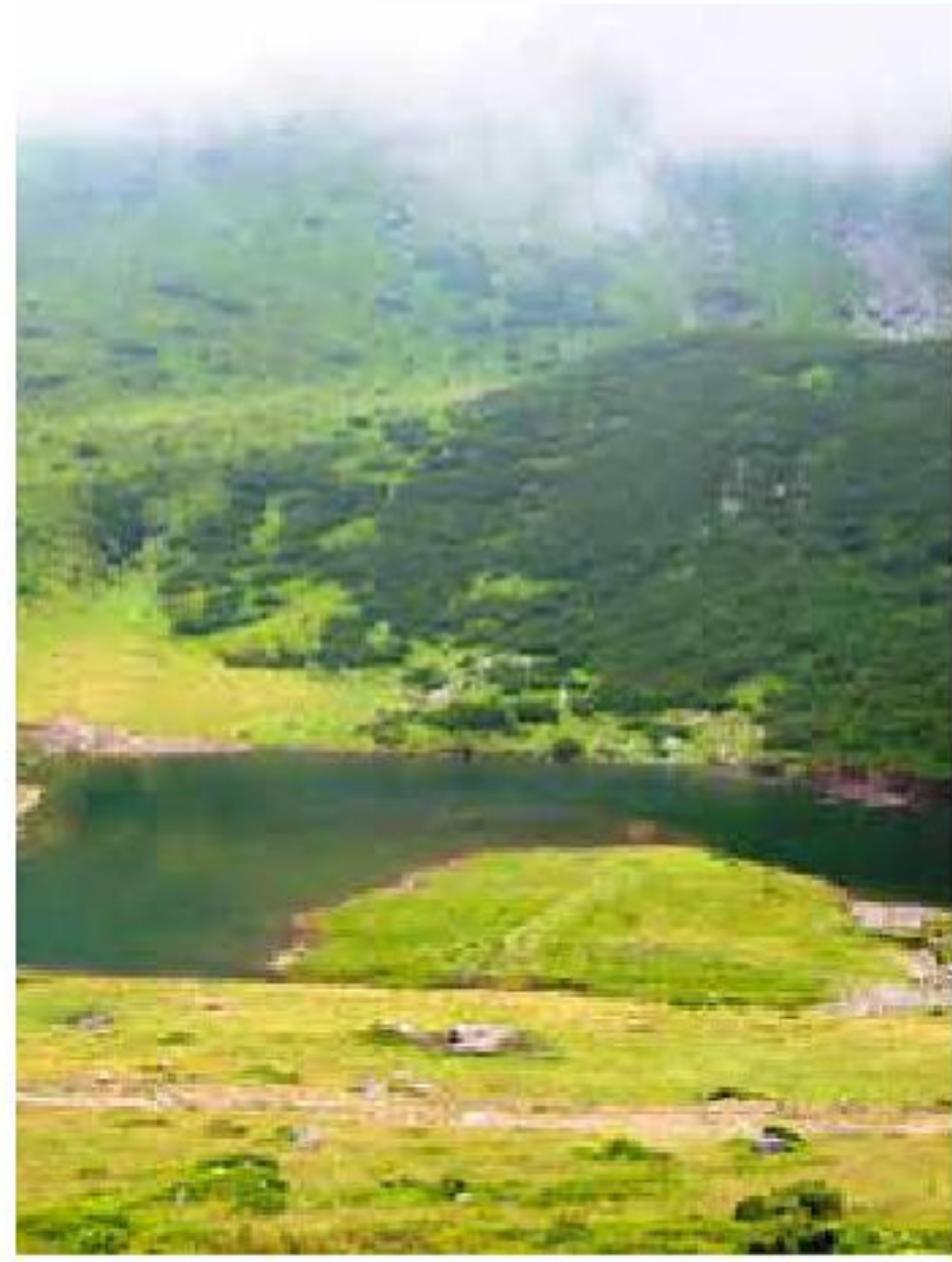
Lacul glacial Izvorul Bistriței Aurii.  
Foto: Claudiu Iușan.

Parcul Național Munții Rodnei



Lacul glaciar Izvorul Bistriței Aurii.  
Foto: Claudiu Iușan.

Lacuri glaciare



Lacul glaciar Izvorul Bistriței Aurii (Știol) după intervenția antropică. Foto: Claudiu Iușan.

Parcul Național Munții Rodnei



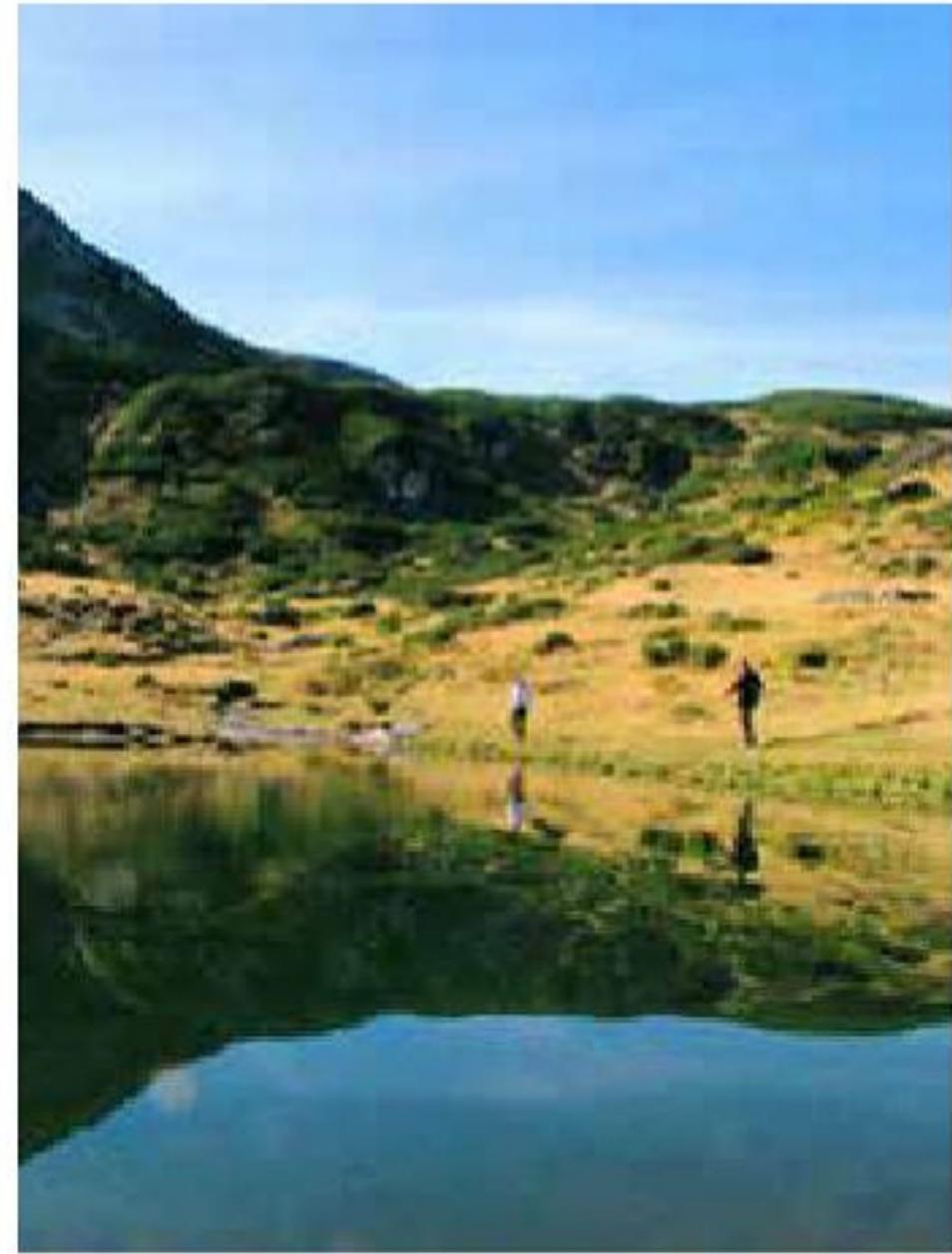
Lacul glacial Izvorul Bistriței Aurii (Știol) sub cerul „lunii lui cupitor”. Foto: Claudiu Iușan.



Luciu de apă al Lacului glacial Izvorul Bistriței Aurii (Știol). Foto: Claudiu Iușan.



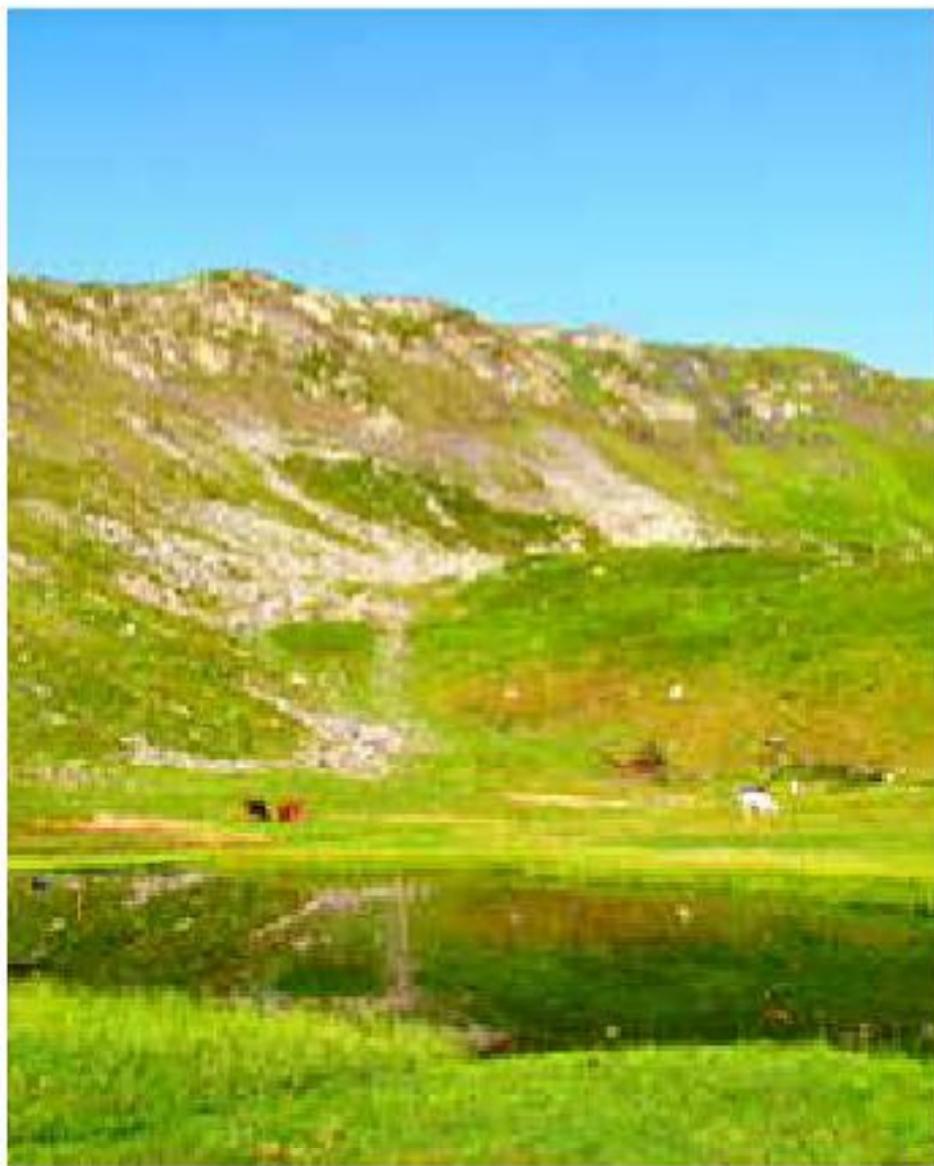
Maștini în coada Lacului glaciar Izvorul Bistriței Aurii.  
Foto: Claudiu Iușan.



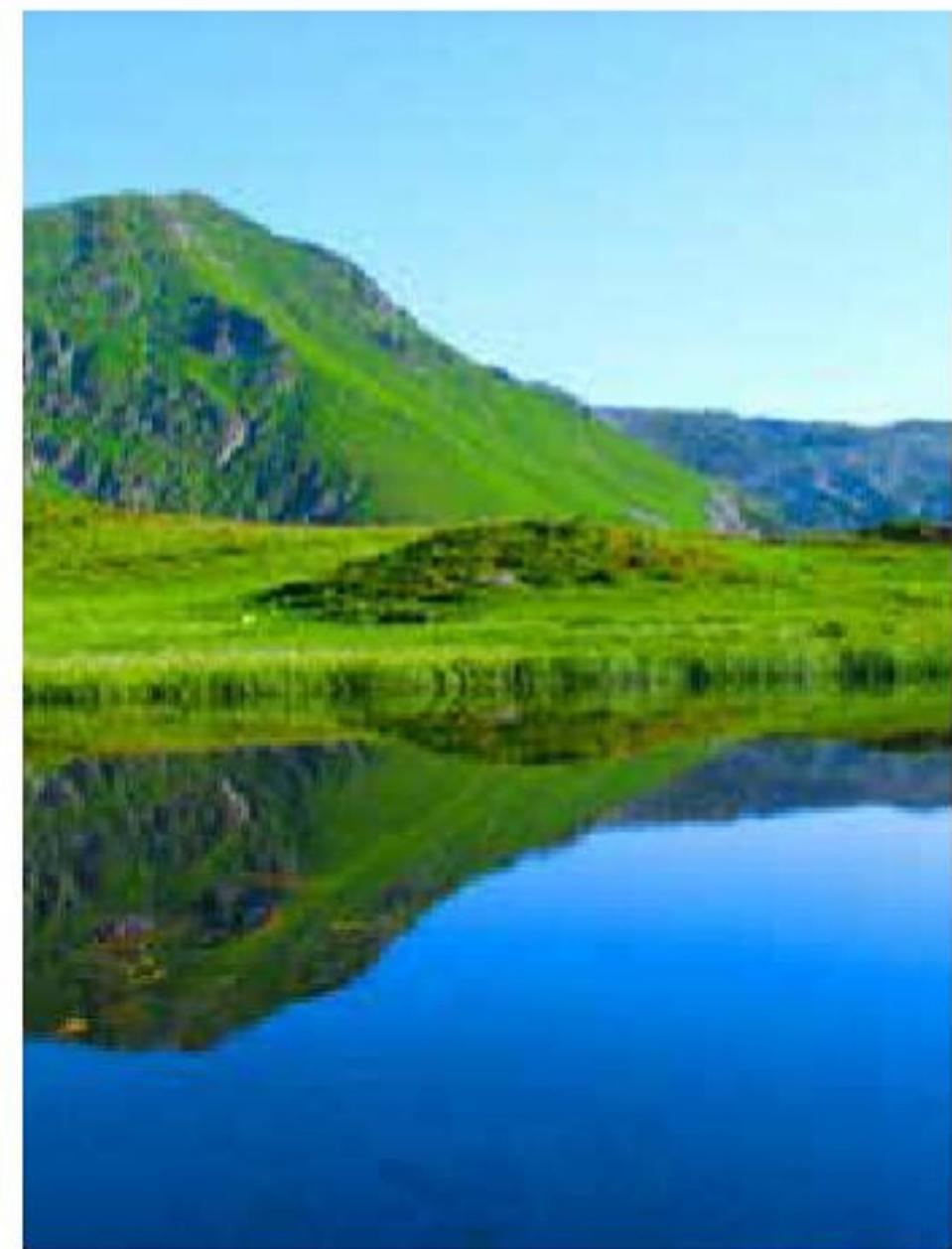
Turisti pe malul Lacului glaciar Izvorul Bistriței Aurii.  
Foto: Claudiu Iușan.



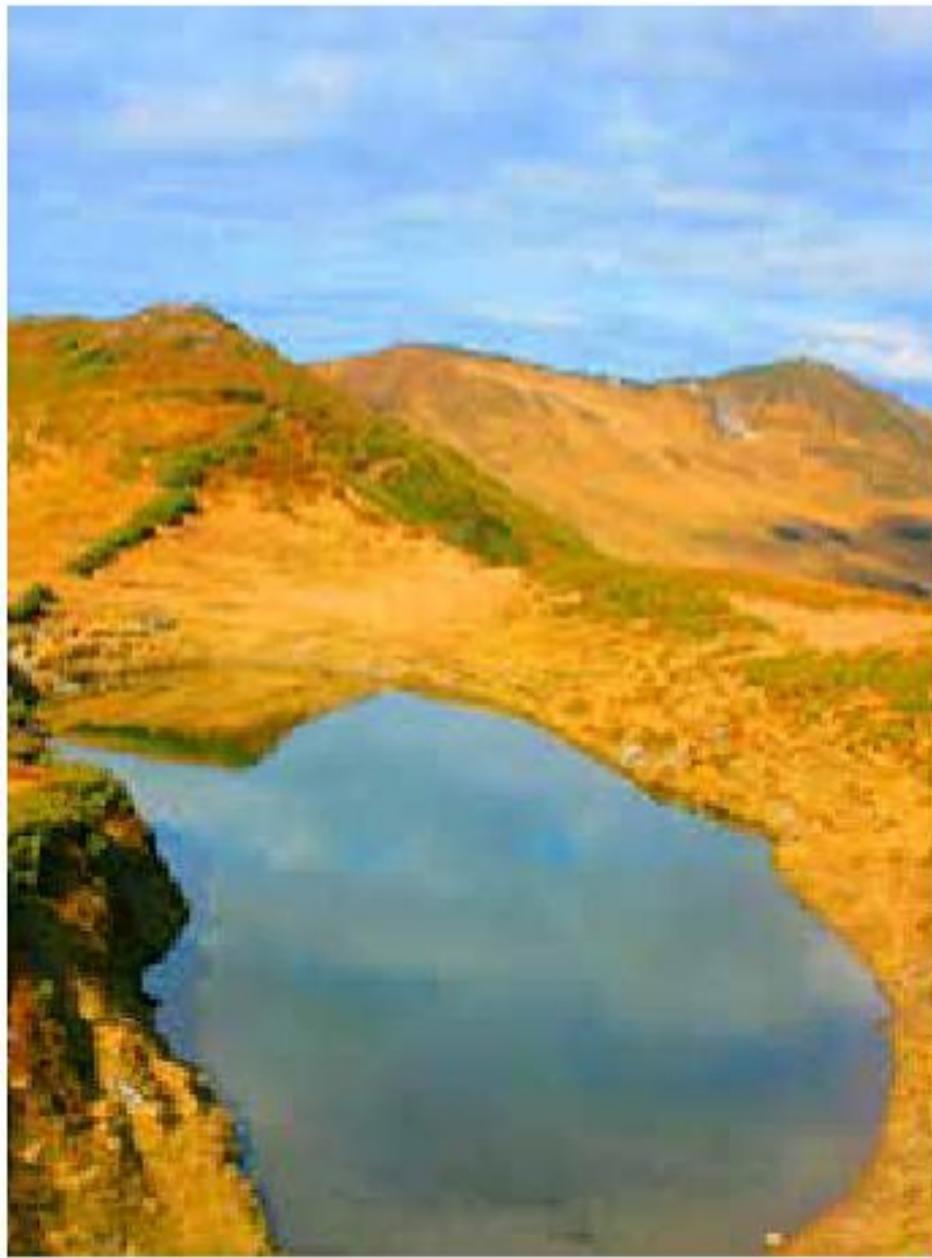
#### ■ 6.8 Alte lacuri glaciare din Parcul Național Munții Rodnei



Circul glacial Rebra cu Lacul glacial Rebra.  
Foto: Claudiu Iușan.

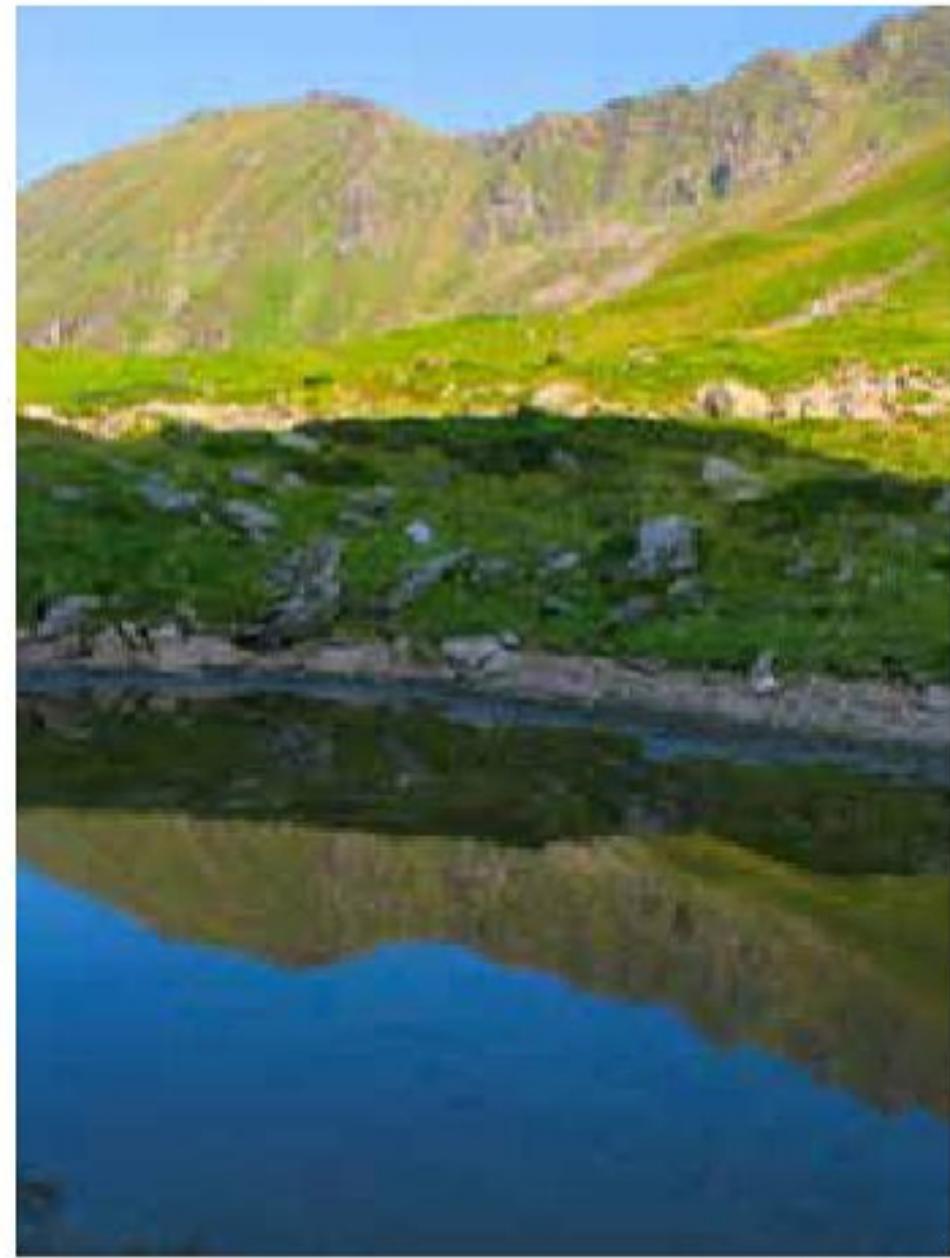


Coada Lacului glacial Rebra.  
Foto: Claudiu Iușan.



Lacul glacial Bila.  
Foto: Claudiu Iușan.

Lacuri glaciare



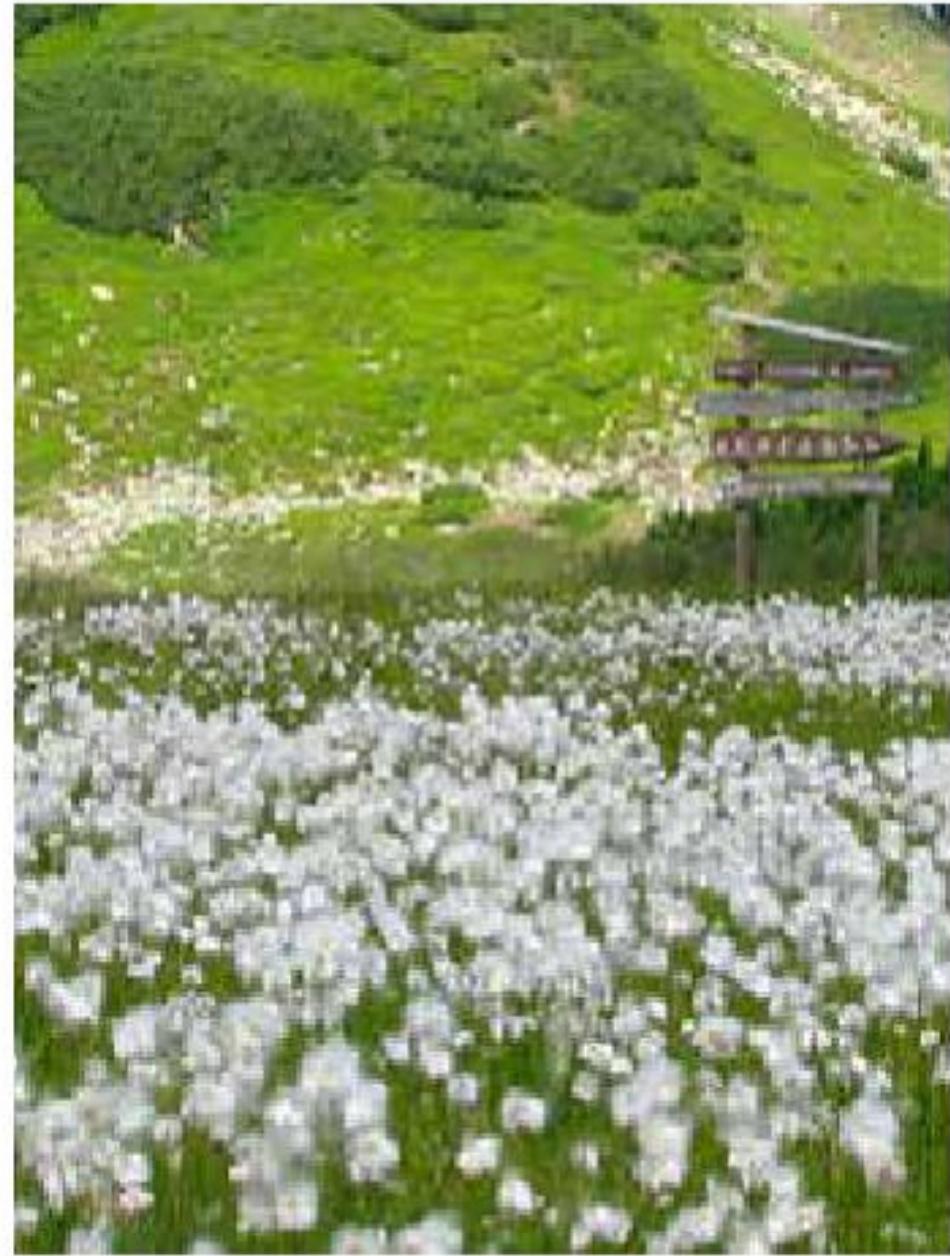
Lacul glacial Bila.  
Foto: Claudiu Iușan.

Parcul Național Munții Rodnei



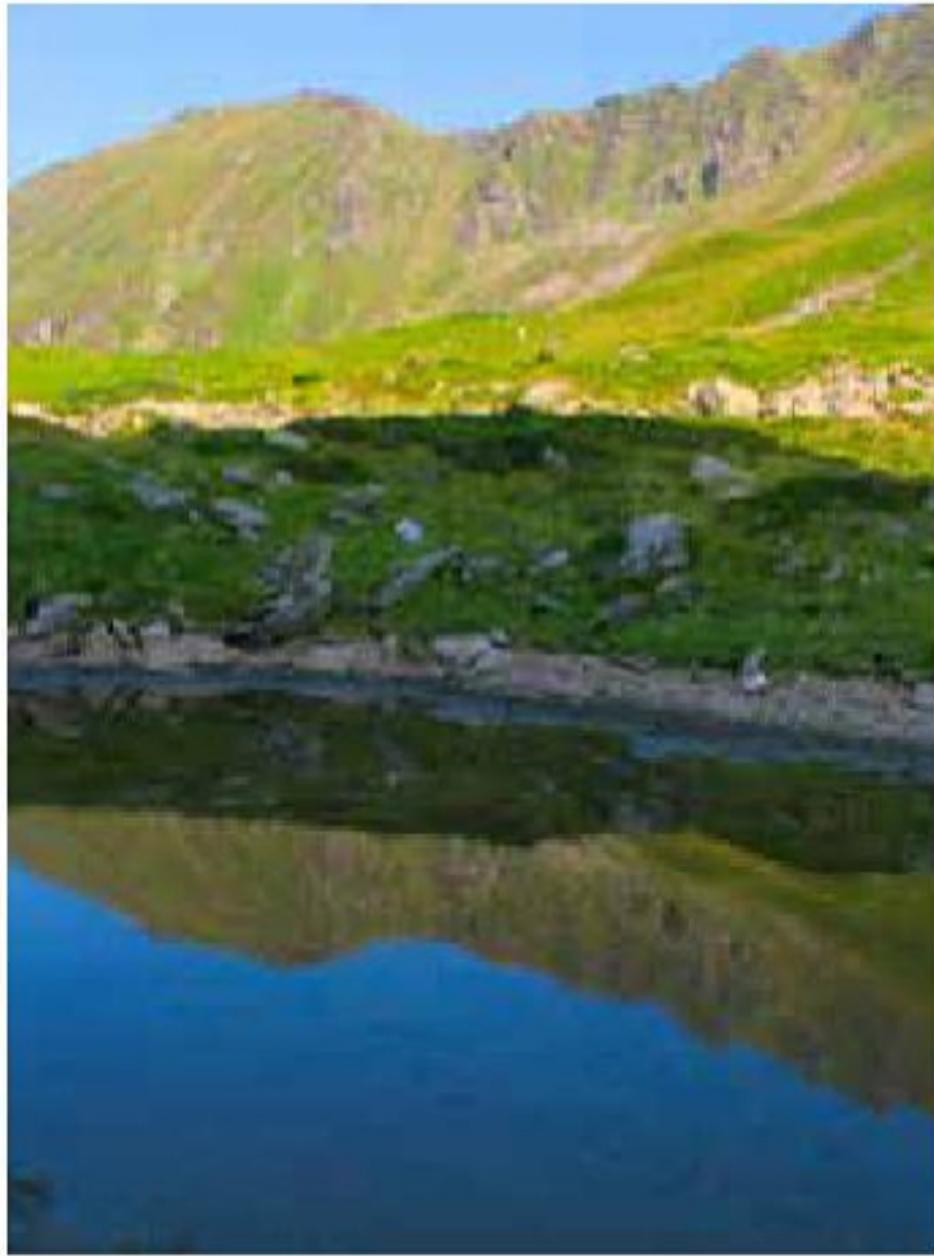
Comunități fontinale în jurul Lacului glaciar Putredu.  
Foto: Claudiu Iușan.

Lacuri glaciare



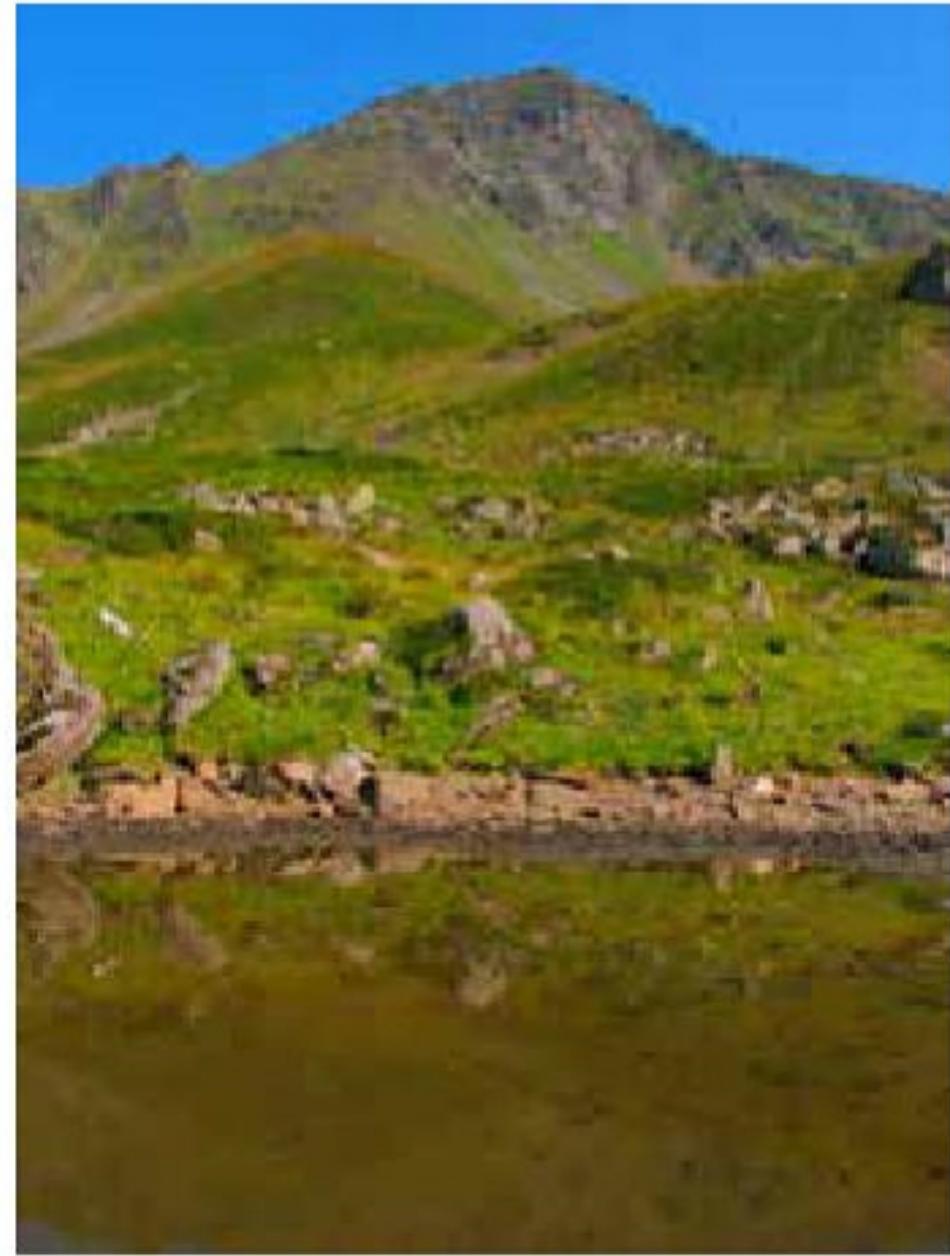
Habitat cu bumbăcariță (*Eriophorum scheuchzeri*).  
Foto: Claudiu Iușan.

Parcul Național Munții Rodnei



Lacul glacial Bila.  
Foto: Claudiu Iușan.

Lacuri glaciare

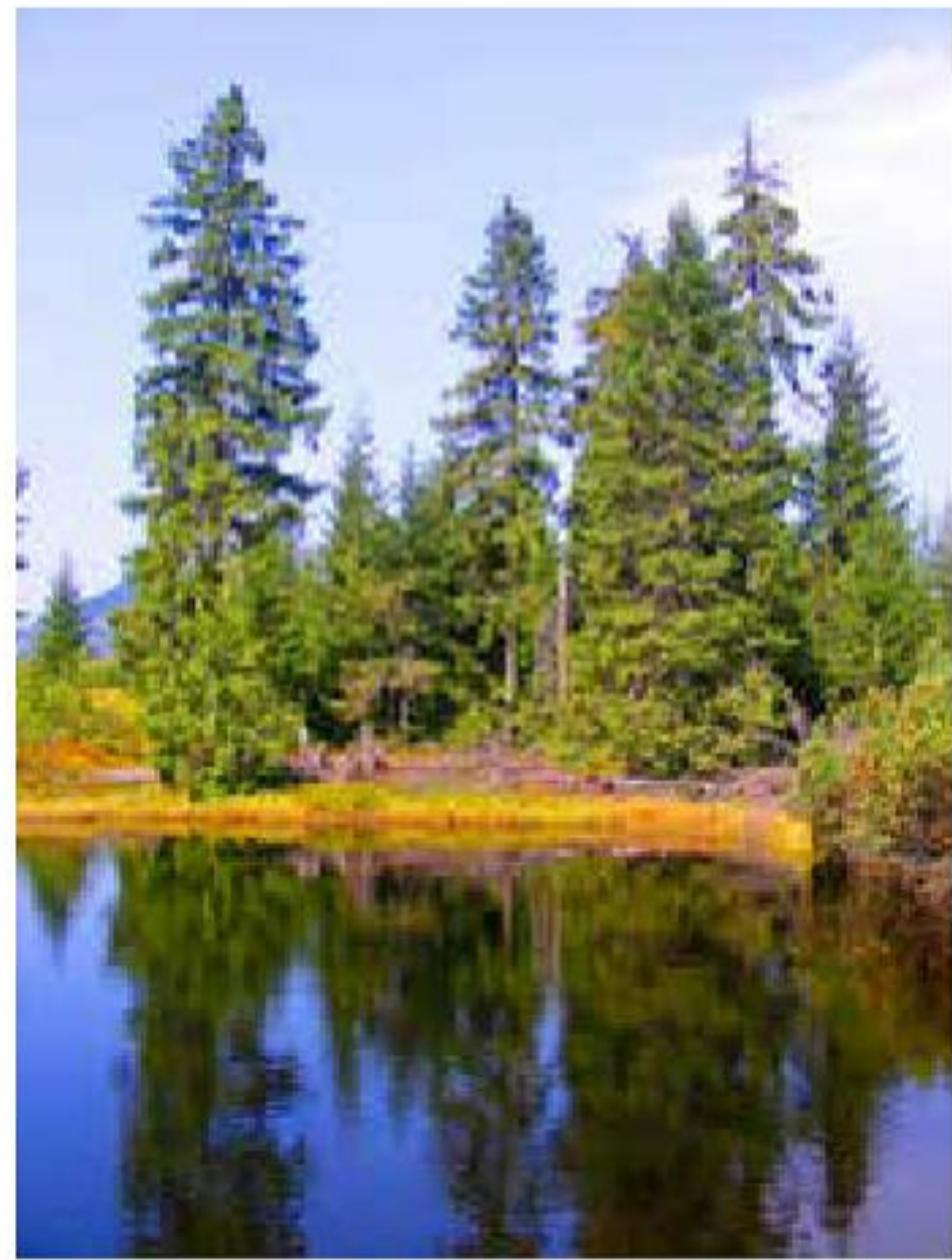


Lacul glacial Bila.  
Foto: Claudiu Iușan.

Parcul Național Munții Rodnei



Lacul glacial La Hardău.  
Foto: Claudiu Iușan.

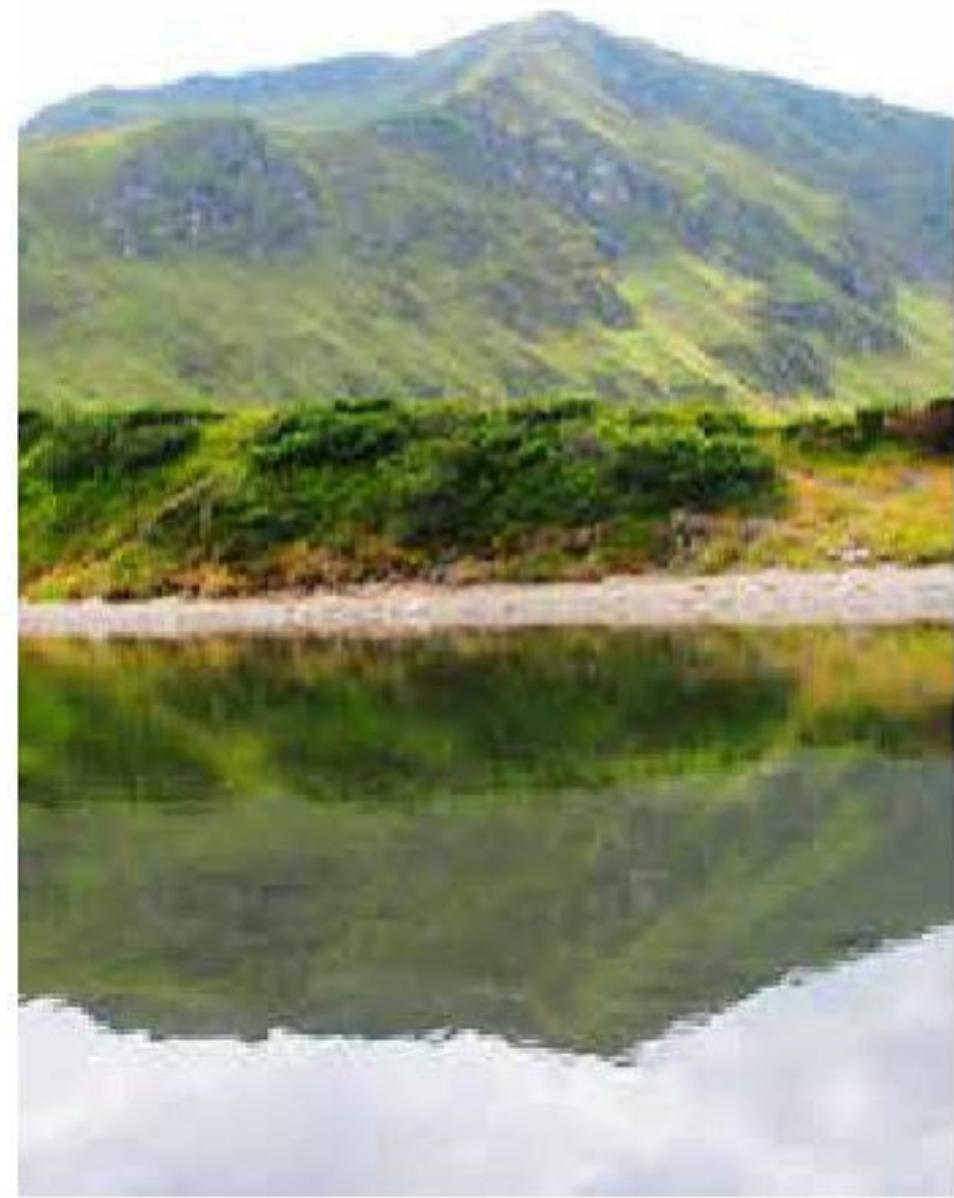


Lacul glacial La Hardău.  
Foto: Claudiu Iușan.



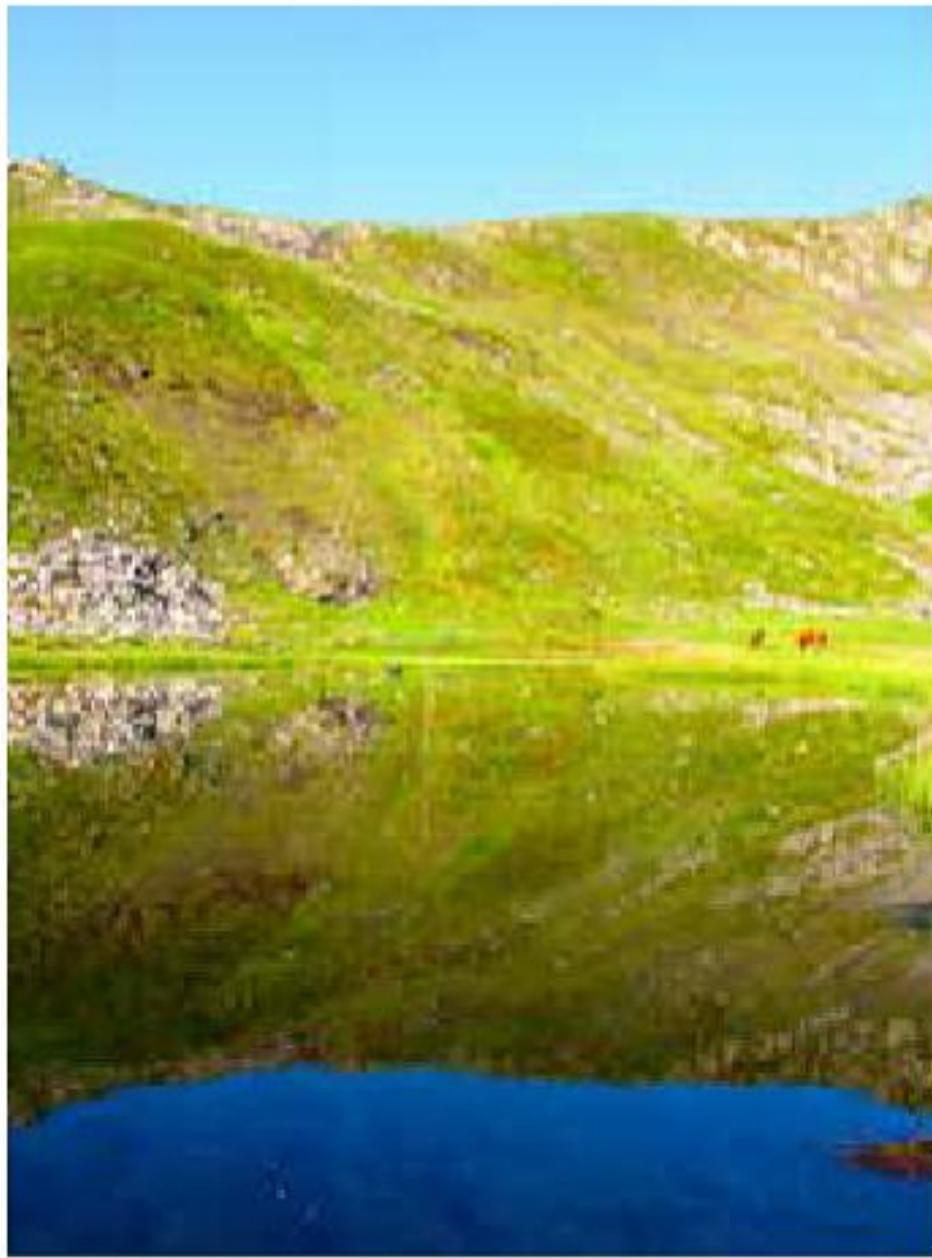
Lacul glacial La Hardău.  
Foto: Claudiu Iușan.

Lacuri glaciare



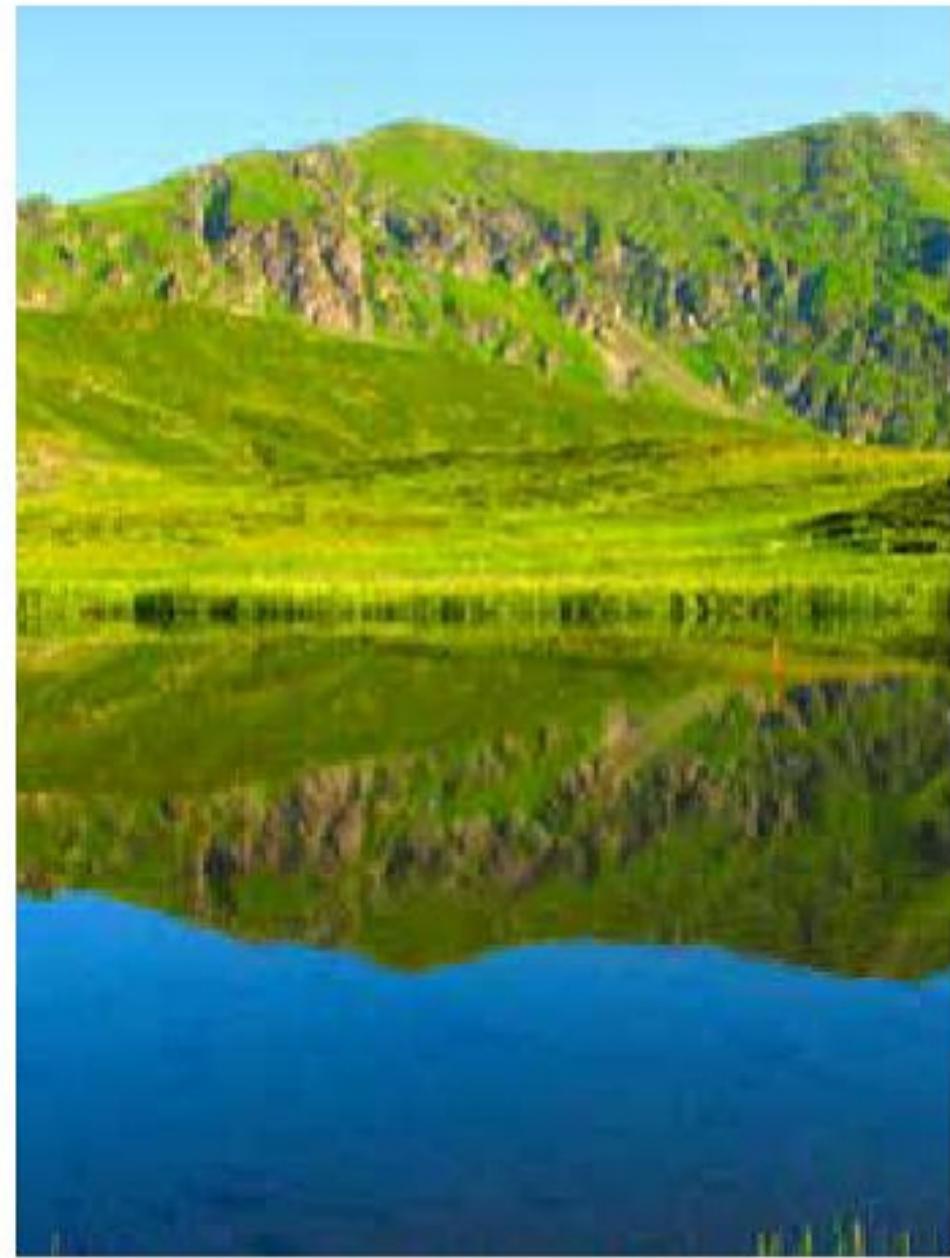
Lacul glacial Putredu.  
Foto: Claudiu Iușan.

Parcul Național Munții Rodnei



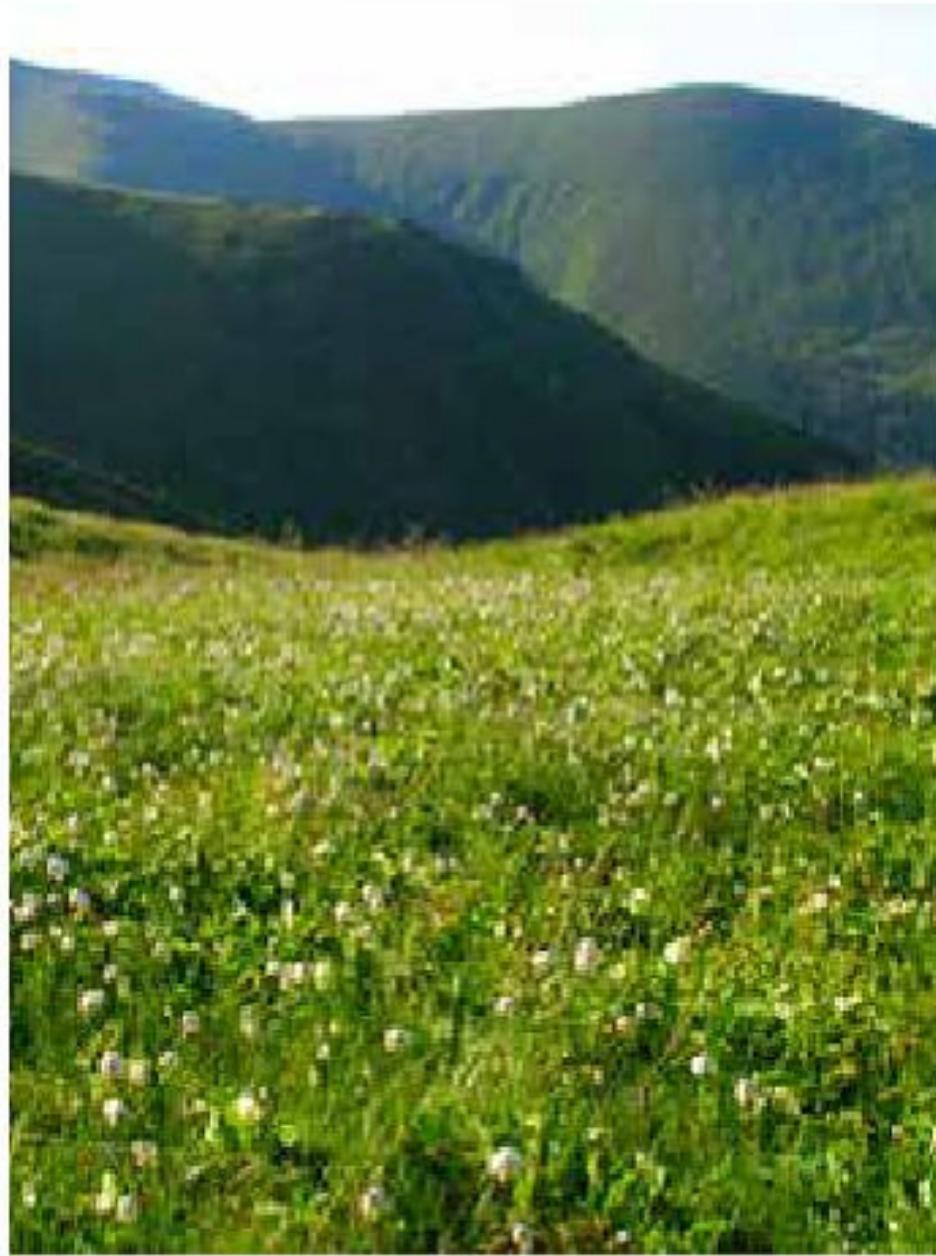
Lacul glacial Rebra.  
Foto: Claudiu Iușan.

Lacuri glaciare



Lacul glacial Rebra.  
Foto: Claudiu Iușan.

Parcul Național Munții Rodnei



Maștină cu bumbăcariță dezvoltată în urma eutrofizării  
unui lac glaciar (Negoișoasa). Foto: Claudiu Iușan.

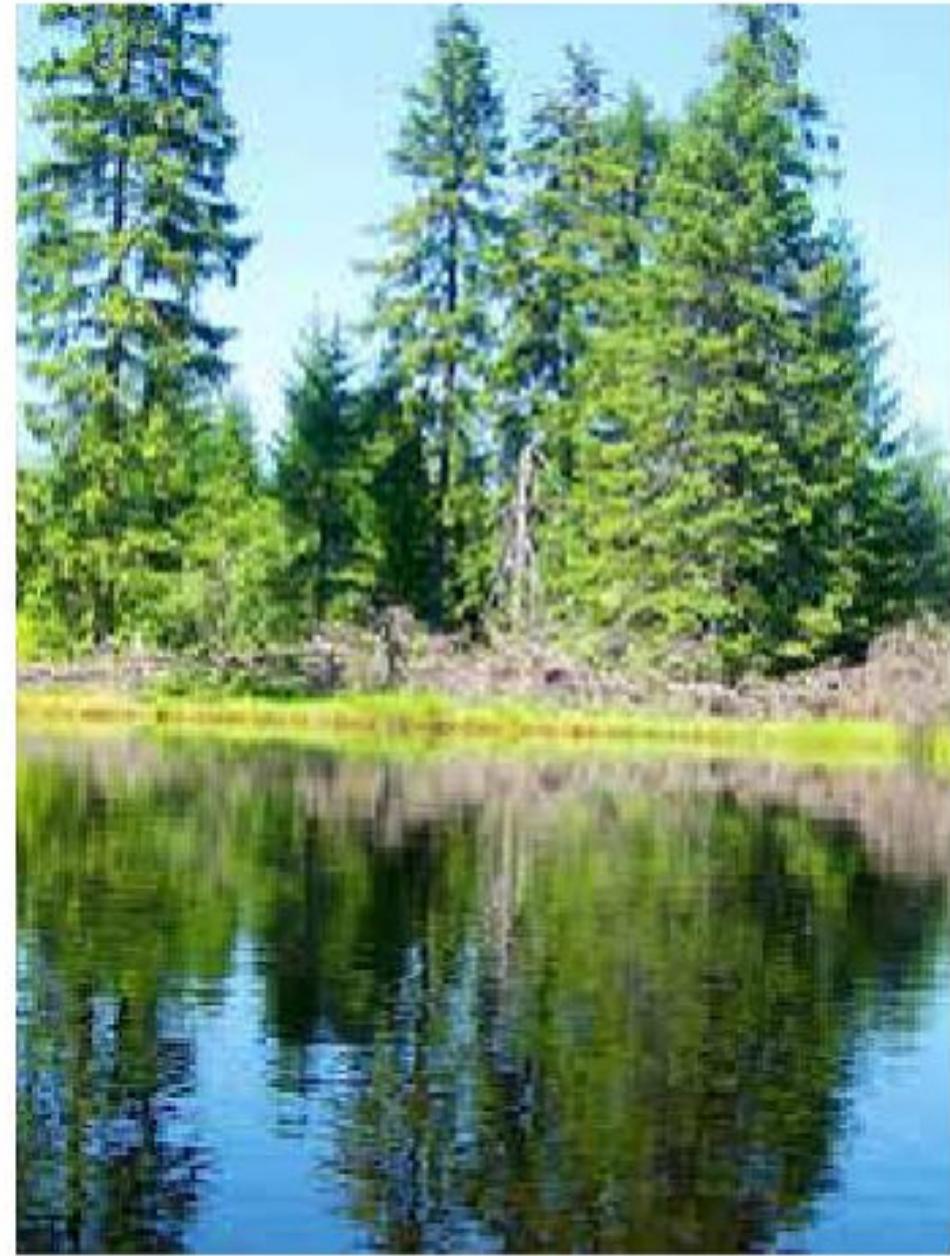


Pâraie ce se scurg din Lacul glaciar Bila - „Fundu Bilei”.  
Foto: Claudiu Iușan.



Tăul Corongișului.  
Foto: Claudiu Iușan.

Lacuri glaciare



Turbăria Tăul Muced.  
Foto: Claudiu Iușan.

Parcul Național Munții Rodnei



Unul din Lacurile Bila.  
Foto: Claudiu Iușan.

Lacuri glaciare



Usturoi de munte (*Allium schoenoprasum*) din marginea lacurilor glaciare. Foto: Claudiu Iușan.

Parcul Național Munții Rodnei



Bujor de munte (*Rhododendron myrtifolium*).  
Foto: Claudiu Iușan.



Opaițul Munților Rodnei (*Silene nivalis*).  
Foto: Claudiu Iușan.



Opaițul Munților Rodnei (*Silene nivalis*).  
Foto: Claudiu Iușan.



Bumbăcarită (*Eriophorum scheuchzeri*).  
Foto: Claudiu Iușan.



## ■ 7. BIBLIOGRAFIE

1. Alekin O. A., 1952: Hidrochimia, Traducere I.D.T. București.
2. Apăvăloaie M., Barbu, N., 1975: Considerații asupra cantităților de precipitații din partea de nord a Carpaților Orientali, Lucrările Stațiunii „Stejaru”, Piatra Neamț.
3. Athanasiu S., 1899: Geologische Studien in den nordmoldauische Karpathen, Jahrbuch der k. Geologischen Reichsanstalt, pag. 409.
4. Boelhouwers J., 1993: Bibliography: Research on Periglacial Geomorphology in Southern Africa, Southern African Association of Geomorphologists, Southern African Permafrost Group, Occasional Publication, nr. 3, pag. 11.
5. Cotet P., 1960: Căteva date noi asupra elementelor periglaciale în țara noastră, Anal. Șt. ale Univ. „Al. I. Cuza” Iași, Secț. II (Șt. nat.), t. VI, [supliment], fasc. 4, pag. 397- 411.
6. Cotet P., 1964: Formes de relief périglaciaire en Roumanie, Rev. roum. géol., géophys., géogr., Géographie, T. 8, pag. 111-119.
7. Cotet P., 1966: La répartition des cryostructures pléistocenes sur la territoire de la Roumanie, Biul. Perygl., nr. 15, pag. 35-38.
8. Cotet P., 1968: Probleme de periglaciare, Comunicări de geografie, Soc. Șt. Nat. Geogr., nr. 5, pag. 7-11.
9. Czirbusz G., 1896: Hegyen-völön. A Radnai havasokon, Erdély, t. V, fasc. 10-12.
10. Decel P., 1984: Lacuri de munte, Edit. Sport și Turism, București.
11. Diaconu C., Diaconu D., 2002: Prognoze hidrologice, Ed. Matrix Rom, București.
12. Diaconu D.C., 2003: Hidrologie aplicată. Lucrări de laborator, Ed. Univ. București.
13. Donisă I., 1964: Geomorfologia văii Bistriței în amonte de Vatra Dornei, Anal. Șt. Univ. „Al. I. Cuza” Iași, (Serie nouă), secția II (Șt. nat.) b. Geologie-geografie, t. X, pag. 115- 134.
14. Donisă I., 1965: Aspecte din evoluția pliocen-cuaternară a văii Bistriței, Anal. Șt. Univ. „Al. I. Cuza” Iași, (Serie nouă), secț. II (Șt. nat.) b. Geologie-geografie, t. XII, pag. 133-141.



15. Donisă I., 1968: Geomorfologia Văii Bistriței, Edit. Academiei, București, cap. „Relieful glaciar și periglaciar”, pag. 218-240.
16. Donisă I., 1993: Paleogeografia Cuaternarului, Univ. „Al. I. Cuza” Iași, Fac. de Geografie-Geologie, cap. „Paleogeografia cuaternară a teritoriului României”, pag. 212 („Depozitele glaciare și periglaciale”), pag. 221 („Modelarea glaciare și periglaciară”).
17. Drobot R., Ţerban P., 1999: Aplicații de Hidrologie și Gospodărirea Apelor, Editura H.G.A., București.
18. Iancu S., 1973: Realizări în studiul reliefului glaciar din Carpații românești, în Realizări în geografia României (culegere de studii), Edit. Științifică, București, pag. 55-64.
19. Ichim I., 1971: Le rôle des solifluxions dans le modelage du relief dans les monts au flysch (Carpates Orientales), Rev. roum. géol., géophys., Geographie, t. 5, nr. 2, pag. 153-162.
20. Ichim I., 1972: Le rôle des processus de mouvement de masse dans les modelage des monts du flysch (Carpates Orientales), Acta Geographica Debrecina, t. X, pag. 209-223.
21. Ichim I., 1973: Cu privire la unele fenomene periglaciale din Carpații Orientali, în „Realizări în geografia României” (culegere de studii), Edit. Științifică, București, pag. 65-75.
22. Ichim I., 1975: Considerații asupra condițiilor paleomorfoclimatice din Carpații Orientali, Lucr. Staționii de cerc. biol.-geol.-geogr. „Stejarul”, Seria Geologie-Geografie, vol. VII, pag. 126-135.
23. Ichim I., 1976: Aspects de la cryoplanation et de la cryopédimentation des Carpates Orientales roumaines, Rev. roum. géol., géophys., géogr., Géographie, t. 20, pag. 73-79.
24. Ichim I., 1978: Preliminary Observations on the Rock Glaciers Phenomenon in the Romanian Carpathians, Rev. roum. géol., Géophys., géogr., Géographie, t. 23, nr. 2, pag. 295-299.
25. Ichim I., 1980: Probleme ale cercetării periglaciarului din România, Stud. cerc. geol., geofiz., geogr., Geografie, t. XXVII, nr. 1, pag. 127-135.
26. Ichim I., 1983: Relieful periglaciar, în: Geografia României, I-Geografia fizică, Edit. Academiei, București, pag. 141-144.



27. Ichim I., Rădoane M., Rădoane N., 1979: Dinamica etajelor morfoclimatice din Munții Rodnei în postglacial, Ocrot. nat. med. inconj., t. XXIII, nr. 2, pag. 119-125.
28. Inkey B., 1892: Die Transsilvanischen Alpen vom Rotenturmpasse bis zum Eisernen Tor, Math. u. naturwissenschaftliche Berichte aus Ungarn, t. IX, pag. 20-53.
29. Jack R.L., Horne J., 1878: Glacial Drift in the North-Eastern Carpathians, The Quarterly Journal of the Geol. Society, London, pag. 673-681.
30. Klimaszewski M., 1973: Conditions Essential to the Pleistocene Glaciation of the Carpathians, Folia Geographica, t. VII, pag. 5-26.
31. Klimaszewski M., 1993: Conditions of the Pleistocene Glaciation of Mountainous Regions, Zeitschr. f. Geomorph., N.F., Bd. 37, Heft 1, pag. 1-18.
32. Kondracki, J. (1932) - O zlodowacenie pasma Nieneski w Karpatach Marmorskich, Przegl. geogr., pag. 17.
33. Kondracki J., 1937: Karpaty Marmaroskie, Wierchy, Krakow, vol. XV, pag. 104-117.
34. Kräutner Th., 1938: Das Kristalline Massiv von Rodna (Ostkarpathen), An. Inst. Geol al Rom., vol. XIX, pag. 161-292.
35. Lehmann P.W., 1891: Der ehemalige Gletscher des Lalatales im Rodnaergebirge, Petermanns geogr. Mitteilungen, t. XXXVI, pag. 98-99.
36. Lehmann P.W., 1905: Schneeverhältnisse und Gletscherspuren in den Transsilvanischen Alpen, Jahresbericht der. Geogr. Gesellschaft Greifswald, t. IX (1903-1905), pag. 1-26.
37. Macarovici N., 1963: Unele observații în legătură cu problema glaciațiunii cuaternare din Carpații Orientali, Natura, Seria Geografie-Geologie, anul XV, vol. IX, nr. 4, pag. 8-15.
38. Marin C., 1973: Observații asupra chimismului apelor naturale, Bul. cerc. speol. „Emil Racoviță”, nr. 2.
39. Martonne Emm., 1907: Recherches sur l'évolution morphologique des Alpes de Transylvanie (Karpates méridionales), Rev. de géogr. annuelle, t. I (1906-1907), Paris, 286 pag., vezi și „Lucrări geografice despre România”, vol. I, Edit. Academiei, București, 1981, pag. 271.



40. Mihăilescu V., 1966: L'état actuel de nos connaissances sur le relief des Carpates Roumaines pendant le Quaternaire, *Geographica Polonica*, vol. 10, pag. 9-33.
41. Măndrescu M., 2001: Lacul Vinderel. Caracterizare hidrogeomorfologică (Munții Maramureșului), *Analele Univ. "Ștefan cel Mare" Suceava, secțiunea Geografie-Geologie*, nr. X.
42. Măndrescu M., 2001: Fotoliul glacial Lala (Masivul Rodnei), *Analele Univ. "Ștefan cel Mare" Suceava, secțiunea Geografie-Geologie*, nr. X.
43. Măndrescu M., 2003: Lacul Livia. Studiu morfohidrologic, *Analele Universității "Ștefan cel Mare" Suceava, secțiunea Geografie - Geologie*, nr. XI-XII.
44. Morariu T., 1940: Contribuții la glaciațiunea din Munții Rodnei, *Rev. Geografică română*, an. III, fasc. I, pag. 60-72.
45. Morariu T., 1981: Le relief glaciaire des Carpates Orientales de Roumanie, *Rech. Géographique à Strasbourg*, nr. 16-17, pag. 67-69.
46. Morariu T., Mihăilescu V., Dragomirescu S., Posea Gr., 1960: Le stade actuel des recherches sur le périglaciale de la R.P.Roumaine, in: *Recueil d'étude géographiques concernant le territoire de la République Populaire Roumaine*, Edit. Academiei, București, pag. 45-53.
47. Morariu T., Savu Al., 1964: Nouvelle contribution à l'étude du périglaciale en Roumanie, *Rev. roum. géol. -géophys. -géogr. Géographie*, t. 8, pag. 103-110.
48. Morariu T., Savu Al., 1964: Quelques problèmes du modèle périglaciaires en Roumanie, *Bull. de l'Association des géogr. français*, nr. 322-323, pag. 52-62.
49. Niculescu Gh., 1994: La recherche du relief glaciaire et cryo-nival dans les Carpates Roumaines - résultats et perspectives, *Rev. roum. de géographie*, t. 38, pag. 11-20.
50. Niculescu Gh., 1996: Relieful glacial și crio-nival (On the Glacial and Cryo-Nival Relief), *Revista de Geomorfologie*, t. I, pag. 75-82.
51. Niculescu Gh., Nedelcu E., Iancu S., 1960: Nouvelle contribution à l'étude de la morphologie glaciaire des Carpates roumaines, in *Recueil d'études géographiques concernant le territoire de la*



- République Populaire Roumaine, Edit. Academiei, București, pag. 29-43.
52. Niculescu Gh., Nedelcu E., Iancu S., 1983: Glaciația și relieful glacial, in *Geografia României*, I-Geografia fizică, Edit. Academiei, București, pag. 136-141.
53. Orghidan N., 1910: Urme de ghețari în Munții Rodnei. Valea Bistrițioarei, *Anuar de geografie și antropogeografie*, vol. I, pag. 77-84.
54. Pișota I., 1968: Lacurile glaciare din Munții Rodnei, *Anal. Univ. București, (Şt. nat.)*, Geologie-Geografie, vol. XVII, nr. 2, pag. 113-124.
55. Pișota I., 1971: Lacurile glaciare din Carpații Meridionali. Studiu hidrologic, Edit. Academiei, București, cap. „Geneza, morfologia și morfometria cuvetelor lacustre”, pag. 26-73, „Caracterizarea generală hidrologică a lacurilor glaciare din principalele grupuri muntoase ale Carpaților Meridionali”, pag. 129-146, „Atlasul lacurilor glaciare din Carpații Meridionali”.
56. Popescu-Argeșel I., 1981: Microrelieful periglaciar din Masivul Suhard, *Stud. com. șcrot. nat.*, vol. V, Suceava, pag. 189-205.
57. Posea Gr., 1982: O singură glaciațiune în Carpați, *Stud. cerc. geol., geofiz., geogr., Geografie*, t. XXVIII, pag. 87-102.
58. Posea Gr., 2002: Geomorfologia României, Edit. Fundației România de Mâine, București, cap. „Relieful glacial din Carpați”, pag. 325-332, cap. „Relieful periglaciar”, pag. 333-344.
59. Posea Gr., 2002: Geografia fizică a României, Edit. Fundației România de Mâine, București, cap. „Relieful glacial”, pag. 160-165, cap. „Relieful periglaciar”, pag. 165-170.
60. Posea Gr., Ielenicz M., Popescu N., 1969: La carte des unité périglaciaire de la Roumanie, *Studia Geomorph. Carpatho-Balcanica*, vol. III, pag. 91-98.
61. Posea Gr., Popescu N., Ielenicz M., 1974: Relieful României, Edit. Științifică, București, cap. „Glaciațiunea și relieful glacial din Carpați”, pag. 186-197 și cap. „Modelarea periglaciară din ultima parte a Pleistocenului”, pag. 198-207.
62. Romanescu Gh., 2003: Dicționar de hidrologie, Edit. Didactică și Pedagogică, București.



63. Sawicki L., 1909: Die jüngeren Krustenbewegungen in den Karpaten, *Mitt. Geol. Ges. Wien*, t. II, pag. 81-117.
64. Sawicki L., 1911: Die glazialen Züge der Rodnaer Alpen und der Marmaroscher Karpaten, *Mitt. d. k. k. Geogr. Gesellschaft in Wien*, t. X-XI, pag. 510-571.
65. Sawicki L., 1912: Les études glaciaires dans les Carpates. Aperçu historique et critique, *Ann. de Géographie*, Paris, vol. XXI, pag. 230-250.
66. Schréter Z., 1908: A Párengh-hegység orografiai és glaciológiai viszonyairól, *Földrajzi Közlemények*, t. XXXVI, pag. 135-150.
67. Siegmeth K., 1882: Reiseskizzen aus der Marmarosch, *Jahrbuch des ungarische Karpatenvereins*, pag. 65-94.
68. Sârcu I., 1962: Rolul alunecărilor și prăbușirilor de mase de rocă în formarea reliefului Munților cristalini ai Rodnei, *Anal. Șt. Univ. „Al. I. Cuza” Iași*, (Serie nouă), secț. II (Șt. nat.), b. Geologie t. VIII, pag. 81-94.
69. Sârcu I., 1963: Le problème de la glaciation quaternaire dans les montagnes du Maramureş, *Anal. Șt. Univ. „Al. I. Cuza” Iași*, (Serie nouă), secț. II (Șt. nat.) b. Geologie-Geografie, t. IX, pag. 125-134.
70. Sârcu I., 1964: Câteva precizări în legătură cu glaciacia cuaternară din Carpații Orientali Românești, *Natura*, Seria Geologie-Geografie, nr. 3, pag. 24-31.
71. Sârcu I., 1976: Unele probleme privind relieful Carpaților, *An. Muzeu Șt. Nat. Piatra Neamț*, Seria Geologie-Geografie, vol. III, pag. 235-241.
72. Sârcu I., 1977: Quelques considerations sur les phénomènes périglaciaires de la Roumanie et le problème du phénomène de permafrost, *Anal. Șt. Univ. „Al. I. Cuza” Iași*, (Serie nouă), secț. II, Geologie-Geografie, t. XXIII, pag. 119-121.
73. Sârcu I., 1978: Munții Rodnei. Studiu morfogeografic, Edit. Academiei, București, cap. „Relieful glaciar”, pag. 49-80 și cap. „Relieful periglaciar”, pag. 80-92.
74. Szilády Z., 1907: A Nagy-Pietrosz czirkus-völgyei, *Földrajzi Közlemények*, t. XXXV f. 1, pag. 6-8.
75. Șerban P., 1995: Modele hidrologice deterministe, Edit. Didactică și Pedagogică, București, pag. 19.
76. Tietze K., 1878: Über das Vorkommen der Eiszeitspuren in den Ost-Karpaten, *Verhandl. der geolog. Reichsanstalt*, Wien, pag. 142-146.
77. Trufaș V., Trufaș C., 2003: Hidrochimie, Edit. Agora, Călărași, pag. 89.
78. Tufescu V., 1940: Contribuții la glaciaciunea din Munții Rodnei, *Revista geografică română*, vol. III, nr. 1, pag. 62-72.
79. Tufescu V., 1966: Modelarea naturală a reliefului și eroziunea accelerată, Edit. Academiei, București, cap. „Forme glaciare relicte în România”, pag. 407-410.
80. Ujvári J., 1972: Geografia apelor României, Edit. Științifică, București.
81. Urdea P., 1993: Permafrost and Periglacial Forms in the Romanian Carpathians, *Proceedings of Sixth International Conference on Permafrost*, Beijing, July 5-9, South China University of Technology Press, vol. I, pag. 631-637.
82. Urdea P., 1995: Some Considerations Concerning Morphoclimatic Conditions of the Romanian Carpathians, *Acta Climatologica Szegediensis*, t. 28-29, pag. 23-40.
83. Varga L., 1927: A Radnai havasok keleti felének glacialis jelenségei, *Földrajzi Közlemények*, t. LV, pag. 4-6.
84. Velcea V., 1973: De l'existence d'une glaciation de type carpatique, *Rev. géogr. alpine*, t. LXI, nr. 2, pag. 223-230.
85. Velcea V., 2001: Geografia fizică a României, Edit. Universității „Lucian Blaga” Sibiu, cap. 3.4.2. „Sistemul de modelare glacial și periglacial”, pag. 122-132.
86. Zapłowicz H., 1912: Okres lodowy w Karpatach Pokucko-Marmaroskich, Kosmos, Lemberg, pag. 579-854.
87. Zapłowicz H., 1913: Dyluwjalny okres w Karpatach Pokucko-Marmaroskich, Kosmos, Lemberg, pag. 642-740.
88. \*\*\* Monografia geografică a R.P.R., Edit. Academiei, București, subcap. „Relieful glaciar din Carpați” și „Alte aspecte ale morfologiei climatice pleistocene”, pag. 165-168.



Harta lacurilor glaciare din Parcul National Munții Rodnei





