



Universitatea Tehnică a Moldovei

**URMĂRIREA ÎN TIMP A STĂRII LACURILOR
DE ACUMULARE PUBLICE PRIN TEHNOLOGIA
DE TELEDETECTIE ÎN CONTEXTUL
SCHIMBĂRILOR CLIMATICE**

Masterand:

Gheciu Cătălin

Conducător: conf. univ., dr. ing. Grama Vasile

Chișinău, 2025

MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII AL REPUBLICII MOLDOVA

Universitatea Tehnică a Moldovei

Facultatea Construcții, Geodezie și Cadastru

Departamentul Inginerie Civilă și Geodezie

Admis la susținere:

Șef departament ICG, conf. univ., dr. ing.

_____ Taranenco Anatolie

" ____ " _____ 2025

**URMĂRIREA ÎN TIMP A STĂRII LACURILOR DE
ACUMULARE PUBLICE PRIN TEHNOLOGIA DE
TELEDETECTIE ÎN CONTEXTUL SCHIMBĂRILOR
CLIMATICE**

Teză de master

Masterand: Gheciu Cătălin (_____)

Conducător: Gramă Vasile (_____)

Chișinău, 2025

REZUMAT

la teza de master cu tema „URMĂRIREA ÎN TIMP A STĂRII LACURILOR DE ACUMULARE PUBLICE PRIN TEHNOLOGIA DE TELEDETECTIE ÎN CONTEXTUL SCHIMBĂRILOR CLIMATICE”, autor Gheciu Cătălin

În prezenta teză de master se analizează utilizarea tehnologiilor de teledetectie pentru monitorizarea lacurilor de acumulare publice, în scopul evaluării stării acestora în contextul schimbărilor climatice. Lucrarea integrează metode de analiză spațială, prelucrarea datelor satelitare și dezvoltarea de soluții digitale pentru managementul resurselor hidrografice.

Introducerea oferă o privire de ansamblu asupra impactului schimbărilor climatice asupra corpurilor de apă din Republica Moldova și relevanța utilizării tehnologiilor moderne în procesul de monitorizare și gestionare a lacurilor.

Capitolul 1 prezintă importanța lacurilor de acumulare în contextul schimbărilor climatice, caracteristicile rețelei hidrografice a Republicii Moldova și cadrul legal pentru administrarea acestora. De asemenea, sunt analizate efectele climatice asupra calității și cantității apei, precum și măsurile necesare pentru prevenirea riscurilor asociate.

Capitolul 2 descrie tehnologiile și metodele utilizate pentru monitorizarea lacurilor, cu accent pe programul Copernicus și tehnologiile de teledetectie. Sunt abordate principiile de analiză spațială și metodologia pentru prelucrarea datelor satelitare și a altor surse geospațiale relevante.

Capitolul 3 detaliază studiul de caz realizat pe lacurile de acumulare publice din Republica Moldova. Acesta include analiza datelor colectate, integrarea lor într-o hartă digitală, crearea unei aplicații geoinformaționale și interpretarea rezultatelor obținute.

Teza se încheie cu concluzii bazate pe evaluarea metodologiilor aplicate, rezultatele analizei spațiale și potențialul de utilizare a soluțiilor propuse pentru îmbunătățirea managementului resurselor de apă în contextul schimbărilor climatice.

ABSTRACT

to the master's thesis on " MONITORING THE STATE OF PUBLIC LAKES OVER TIME USING REMOTE SENSING TECHNOLOGY IN THE CONTEXT OF CLIMATE CHANGE", author Gheciu Cătălin

This master's thesis analyzes the use of remote sensing technologies for monitoring public reservoir lakes to evaluate their condition in the context of climate change. The work integrates spatial analysis methods, satellite data processing, and the development of digital solutions for the management of hydrological resources.

The Introduction provides an overview of the impact of climate change on water bodies in the Republic of Moldova and highlights the relevance of modern technologies in the process of monitoring and managing lakes.

Chapter 1 presents the importance of reservoir lakes in the context of climate change, the characteristics of the hydrographic network of the Republic of Moldova, and the legal framework for their management. Additionally, the chapter analyzes the effects of climate change on water quality and quantity, as well as measures needed to mitigate associated risks.

Chapter 2 describes the technologies and methods used for lake monitoring, with an emphasis on the Copernicus program and remote sensing technologies. It addresses the principles of spatial analysis and the methodology for processing satellite data and other relevant geospatial sources.

Chapter 3 details the case study conducted on public reservoir lakes in the Republic of Moldova. It includes data analysis, integration into a digital map, the creation of a geoinformation application, and the interpretation of the results obtained.

The thesis concludes with findings based on the evaluation of the applied methodologies, the results of spatial analysis, and the potential for utilizing the proposed solutions to improve water resource management in the context of climate change.

CUPRINS

INTRODUCERE	8
1. HIDROLOGIE ȘI IMPORTANȚA LACURILOR DE ACUMULARE PUBLICE ÎN CONTEXTUL SCHIMBĂRILOR CLIMATICE.....	10
1.1 Generalități privind rețeaua hidrografică a RM	10
1.2 Iazuri, lacuri de acumulare aspecte tehnice și legale.....	12
1.3 Rolul și importnța iazurilor, lacurilor de acumulare în managementul apelor.....	17
1.4 Sisteme naționale și internaționale de monitorizare a lacurilor de acumulare	19
1.5 Efectul schimbarilor climate asupra corpurilor de ape și acțiuni de prevenire	21
2. INSTRUMENTE, ECHIPAMENTE ȘI TEHNOLOGII DE MONITORIZARE A LACURILOR DE ACUMULARE	25
2.1 Principii și metodologii de monitorizare a corpurilor acvatice	25
2.2 Programul Copernicus EO Browser. Utilizarea tehnologiilor de teledeteție în monitorizarea lacurilor	29
2.3 Caracteristici ale solului, apei, vegetației determinate prin metode de teledeteție.....	36
2.4 Aplicații geoinformaționale Open Source privind evidenta și monitorizarea corpurilor acvatice	40
2.5 Dezvoltarea aplicației BlogSpot pe platforma Google Maps	43
3. STUDIU DE CAZ: MONITORIZAREA LACURILOR DE ACUMULARE DIN REPUBLICA MOLDOVA	47
3.1 Caracteristici ale studiului de caz.....	47
3.2 Tehnici și metodologii de colectare a datelor.....	48
3.3 Integrarea datelor și analize spațiale a lacurilor utilizând datele colectate și din Copernicus EU Browse	54
3.4 Crearea unei hărți digitale a lacurilor de acumulare.....	59
3.5 Proiectarea aplicației BLOGSPOT	65
CONCLUZII	69
BIBLIOGRAFIE.....	70

INTRODUCERE

„Istoria organizării sociale în jurul bazinelor hidrografice și al cursurilor de apă este cea mai bogată dovadă a umanității despre dialogul nostru cu natura. Caracteristicile spațiale și funcționale ale bazinelor hidrografice au influențat așezarea și interacțiunea umană cu mult înainte ca ideea de bazin hidrografic să înceapă să fie oficializată în termeni juridici și administrativi. Direcția curgerii râurilor a influențat mișcarea civilizației. Râurile au fost esențiale pentru mijloacele de comunicare care au condus la formarea de unități politice-administrative” (Delli Priscoli, J. 1998, „Apă și civilizație: conflict, cooperare și rădăcinile unui nou realism ecologic”). Procesul de poluare a apelor (râurilor și lacurilor) poate avea loc ca urmare a **activității umane**, principalele riscuri fiind: 1) poluarea cu agenți patogeni; 2) poluarea chimică și 3) poluarea termică. Totodată, modificările asupra apelor de suprafață bine vizibile în ultima perioadă este cauzată de efectul schimbărilor climatice, creșterea temperaturii globale și a intensității dezastrelor naturale. Astfel este bine venită familiarizarea populației, în special al tinerilor, cu aspecte ale schimbărilor climatice, rolul cursurilor de apă în acest fenomen, dar și locul și rolul fiecărui dintre noi în diminuarea proceselor negative generate de schimbările climatice. Din aceste considerente este bine informatia despre, mediu, corpurile de apă să fie ușor disponibile pentru cei interesați, inclusiv pentru autorități.

Analizele efectuate pentru diferite perioade de timp scot în evidență procesele de **risc geomorfologic** (*ansamblul de amenințări datorate proceselor care conduc la modificarea caracteristicilor suprafeței terestre (a formelor de relief) și care au impact negativ asupra corpurilor de apă, corespunzător asupra populației*) (Grecu, Palmentola, 2003)). Există un risc geomorfologic în natură și un risc pentru societate. Ambele pot afecta populația atât direct cât și indirect prin dereglările induse mediului de subzistență inclusiv la mal precum: 1) eroziunea la mal; 2) colmatarea prin depunerea de sedimente aduse prin scurgerea de versant; și 3) procesele gravitaționale la mal (surpări, prăbușiri, alunecări etc.). La fenomenele naturale expuse se mai adaugă aspectele de stare tehnică a construcțiilor hidrotehnice (baraje, sisteme de regularizare, diguri etc.), ce constituie bunul dominant al unui lac/iaz, care în lipsa unei mentenanțe conforme constituie obiective de risc din punct de vedere a siguranței.

La 21 iunie 2022 RM obține statutul de țară Candidat la UE, în context STRATEGIA NAȚIONALĂ DE DEZVOLTARE „MOLDOVA EUROPEANĂ 2030” [1], include 10 obiective prioritare, unul din ele fiind - **Asigurarea unui mediu sănătos și sigur**, care la rândul său include următoarele:

- *Îmbunătățirea calității apei, și a aerului și a solurilor;*
- *Asigurarea consumului responsabil al resurselor naturale;*
- *Asigurarea rezistenței la schimbările climatice, prin reducerea riscurilor legate de schimbările climatice;*
- *Creșterea durabilă a suprafeței pădurilor și a ariilor protejate;*
- *Tranziția activă spre economia verde și circulară.*

Legea nr. 272/2011 „apelor” [2], publicată la 26.04.2012 în Monitorul Oficial nr. 81, art. nr: 264 are ca scop, crearea unui cadru legal pentru gestionarea, protecția și folosința eficientă a apelor de suprafață și a apelor subterane, deasemenea și asigurarea cadrului regulatoriu în domeniul apelor. Urmare a implementării legii apelor și a cadrului normative conexe se urmăresc a fii atinse obiectivele evaluării stării mediului precum:

- evaluarea proprietăților fundamentale ale mediului: starea normală, resursele și serviciile existente, variabilitatea, variația, schimbarea, relațiile de interdependență dintre componente și relațiile cu sistemele din jur. Se i-a în considerare parametrii fizico-geografici, hidrogeologici, hidrologici și bioecologici.

- scoaterea în evidență a problemelor de calitate a mediului existente și disfuncționalitățile fâșiilor de protecție (ex. sursele existente/potențiale de poluare și sursele de sedimente);

- elaborarea de propuneri privind îmbunătățirea stării fâșiilor de protecție a lacurilor, astfel ca acestea să corespundă funcțiilor pentru care sunt preconizate (inclusiv privind nivelul de protecție naturală și potențialul de autoepurare a resurselor de apă).

Cu referință la starea lacurilor de acumulare la zi, atenția a fost atrasă în urma ploilor torențiale din perioada lunii septembrie current, care la nivel regional au provocat mari pagube materiale, i-ar în țara vecină, România, chiar și victime omenești. Corespunzător subiectul a fost discutat în Ședința Guvernului din 18.09.2024, urmând ca autoritățile de profil să demareze activitatea de inventariere-evaluare a corpurilor de apă de suprafață (a lacurilor/iazurilor) proprietate publică. Acțiunile includ inventarierea lacurilor de acumulare, evaluarea modului în care acestea sunt utilizate, verificarea structurii și a integrității digurilor, pentru identificarea și implementarea, după caz, a măsurilor de remediere a situației. În context întreprinderii de Stat “Direcția Bazinieră de Gospodărire a Apelor”, agent economic din subordinea Agenției Proprietății Publice, ce își desfășoară activitatea de întreprinzător în baza gospodăririi proprietății publice a statului, ce i-a fost transmisă în gestiune 34 lacuri locale, desfășurării practicii de documentare a prezentei teze, a demarat acțiunea de inventariere, la care am fost implicat, în special pentru partea de dezvoltare a unei aplicații geoinformaționale on line. Sarcina tehnică elaborată de conducerea întreprinderii a fost ajustată la platformele geoinformaționale deschise. Scopul include sistematizarea în acest sens a materialelor relevante precum documentația tehnică (de proiect, expertize, rapoarte etc.) de asemenea și a unei acțiuni de măsurare a caracteristicilor lacurilor și a barajelor (cotele NNR, NFR, NMR, cotele coronamentului barajului) și conformitatea lor cu datele din pașaportul tehnic.

Sinteza realizărilor de aplicații geoinformaționale, practicile și cunoștințele colectate pe perioada studiilor a rezultat în crearea și dezvoltarea unei aplicații pe platforma Google Earth, bolog-spot, ușor de realizat și simplu de aplicat, care reflectă starea lacurilor, a construcțiilor hidrotehnice la zi.

BIBLIOGRAFIE

- [1] „<https://www.gov.md/ro/moldova2030>,” [Interactiv].
Disponibil: https://gov.md/sites/default/files/document/attachments/snd2030_obiectiv10.pdf.
- [2] "Registrul de stat al actelor juridice," 23 12 2011. [Online].
Disponibil: https://www.legis.md/cautare/getResults?doc_id=23003&lang=ro.
- [3] "Harta Bazinelor Hidrografice," [Online].
Disponibil: <https://apelemoldovei.gov.md/pageview.php?l=ro&idc=134&id=438>.
- [4] "Harta Bazinelor Hidrografice," [Online].
Disponibil: <https://apelemoldovei.gov.md/pageview.php?id=187&idc=134&>.
- [5] "BULETIN INFORMATIV-EDUCAȚIONAL №56," 23 12 2011 . [Online]. Available:
<http://www.amac.md/public/files/buletinformativ567eeb5.pdf>.
- [6] "Legea-apelor-nr.-272-din-23-decembrie-2011," 23 12 2011. [Online].
Disponibil: <https://wineofmoldova.com/wp-content/uploads/2020/12/Legea-apelor-nr.-272-din-23-decembrie-2011.-min.pdf>.
- [7] "Rețeaua Națională de Monitoring," [Online].
Disponibil: <https://www.meteo.md/index.php/hidrologie/receaua-naional-de-monitoring/>.
- [8] "Notă cu privire la starea și evoluția resurselor de apă de suprafață," [Online].
Disponibil: https://www.meteo.md/images/uploads/gis/hydro/hydro_description.pdf.
- [9] "PROGRAMUL NAȚIONAL DE ADAPTARE LA SCHIMBĂRILE CLIMATICE PÂNĂ ÎN ANUL 2030 ȘI PLANUL DE ACȚIUNI PENTRU IMPLEMENTAREA ACESTUIA," [Online].
Disponibil: https://cancelaria.gov.md/sites/default/files/document/attachments/nu-242-mm-2023_0.pdf.
- [10] "Programme of the European Union Copernicus," [Online].
Disponibil: <https://sentiwiki.copernicus.eu/web/sentiwiki>.
- [11] "NDWI Normalized Difference Water Index," [Online].
Disponibil: <https://custom-scripts.sentinel-hub.com/custom-scripts/sentinel-2/ndwi/>.
- [12] "Moisture index," [Online]. Disponibil: <https://custom-scripts.sentinel-hub.com/custom-scripts/sentinel-2/msi/>.

- [13] "Reprezentanții MAIA și ANIF, alături de agricultori întreprind o vizită de studiu în Franța pentru a învăța soluții moderne de gestionare a infrastructurii hidrotehnice și a irigațiilor," [Online].
Disponibil: <https://www.maia.gov.md/ro/content/5810>.
- [14] "Sentinel-2 MSI – Level 2A Products Algorithm Theoretical Basis," [Online].
Disponibil: <https://step.esa.int/thirdparties/sen2cor/2.3.0/%5BL2A-ATBD%5D%20S2PAD-ATBD-0001%20%5B2.0%5D.pdf?>
- [15] "Normalized Difference Moisture Index (NDMI)," [Online].
Disponibil: <https://custom-scripts.sentinel-hub.com/custom-scripts/sentinel-2/ndmi/?>.
- [16] "Copernicus Open Access Hub," [Online]. Disponibil: <https://scihub.copernicus.eu/>.
- [17] "Water Bodies' Mapping - WBM Script," [Online]. Disponibil: https://custom-scripts.sentinel-hub.com/custom-scripts/sentinel-2/water_bodies_mapping-wbm/?.
- [18] "Satellite Derived Bathymetry Mapping - SDBM Script," [Online].
Disponibil: https://custom-scripts.sentinel-hub.com/custom-scripts/sentinel-2/satellite_derived_bathymetry_mapping-sdbm/?.
- [19] "EO Browser," [Online]. Disponibil: <https://www.sentinel-hub.com/explore/eobrowser/>.
- [20] "Blogger (service)," [Online]. Disponibil: [https://en.wikipedia.org/wiki/Blogger_\(service\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Blogger_(service)).
- [21] [Online]. Disponibil: <https://www.blogger.com/about/>.