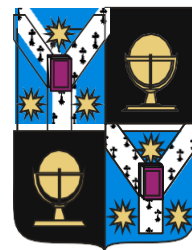


UNIVERSITATEA „ALEXANDRU IOAN CUZA” DIN
IAȘI
FACULTATEA DE GEOGRAFIE ȘI GEOLOGIE
ȘCOALA DOCTORALĂ DE GEOȘTIINȚE



*Analiza factorilor care influențează serviciile
ecosistemice din Situl Natura 2000 ROSCI0434 Siretul
Mijlociu*
REZUMATUL TEZEI DE DOCTORAT

Conducător de doctorat:

Prof. univ.dr. habil. BREABĂN Iuliana-Gabriela

Student-doctorand:

ARDELEANU Nicoleta-Nona

Președintele comisiei de doctorat: CS I dr. habil. Róbert Eugen SZÉP

Conducător de doctorat: Prof. univ.dr. habil. Iuliana-Gabriela BREABĂN

Referenți oficiali: Prof. univ.dr. Călin Laurențiu BACIU

Conf. Univ. Dr. Dorel URECHE

Prof. univ.dr. habil. Mircea Nicușor NICOARĂ

Comisia de îndrumare și integritate academică

Conf. dr. Adrian URSU - Universitatea „Al.I.Cuza” din Iași

Conf.dr. Cristian Constantin STOLERIU - Universitatea „Al.I.Cuza” din Iași

Lect.dr. Vasile JITARIU - Universitatea „Al.I.Cuza” din Iași

Dr. Răzvan Florian DEJU - ANANP – Serviciul teritorial Iași

2025

Cuprins

Mulțumiri	5
Abrevieri utilizate	6
Cuvinte cheie	7
Introducere	8
<i>Contextul științific internațional și național</i>	9
<i>Premisele cercetării: motivația temei, interdisciplinaritate, concept și ipoteze</i>	14
<i>Scopul și obiectivele studiului</i>	17
Capitolul I. Metodologie	19
<i>I.1. Delimitarea spațială a cercetărilor: ROSCI0434 Siretul Mijlociu</i>	23
<i>I.1.1. Contextul spațial și normativ al ariei de studiu</i>	23
<i>I.1.2. Materiale utilizate</i>	24
<i>I.1.3. Metode de cercetare și evaluare</i>	24
<i>I.2. Colectarea datelor privind serviciile ecosistemice</i>	27
<i>I.2.1 Materiale utilizate și surse de date</i>	27
<i>I.2.2. Parametri ecologici și baza de date</i>	29
<i>I.2.3. Metode de colectare și analiză a datelor</i>	29
<i>I.3. Analiza factorilor care influențează serviciile ecosistemice</i>	31
<i>I.3.1. Materiale și surse de date utilizate</i>	31
<i>I.3.2. Metode utilizate pentru analiză</i>	31
<i>I.4. Limitele cercetării</i>	34
Capitolul II. Caracterizarea factorilor naturali ai sitului Natura	
2000 ROSCI0434 Siretul Mijlociu și zonei limitrofe	36
<i>II.1. Tipuri de habitate din situl Natura 2000</i>	36
<i>II.2. Analiza componentelor abiotice și biotice în arealul ROSCI0434 Siretul Mijlociu</i>	40
<i>II.2.1 Climatul și condițiile naturale locale</i>	40
<i>II.2.2. Biodiversitatea speciilor prezente</i>	75
Capitolul III. Factori antropici care influențează serviciile	
ecosistemice	90
<i>III.1. Activități umane în zonă</i>	90
<i>III.2. Poluarea și degradarea mediului</i>	100
<i>III.3. Amprenta de apă și impactul asupra ecosistemelor</i>	105
<i>III.4. Măsuri de conservare și protecție aplicate</i>	114

Capitolul IV. Impactul factorilor antropici asupra serviciilor ecosistemice	121
Concluzii	153
<i>Implicațiile rezultatelor pentru conservarea biodiversității și a serviciilor ecosistemice .</i>	154
<i>Direcții pentru viitoare cercetări și acțiuni de conservare.....</i>	158
Anexa I	174
ANEXA II	174
Bibliografie	166

Mulțumiri

Doresc să adresez cele mai sincere mulțumiri colectivului de cadre didactice al Școlii Doctorale de Geoștiințe din cadrul Facultății de Geografie și Geologie a Universității „Alexandru Ioan Cuza” din Iași, pentru sprijinul acordat în realizarea acestei lucrări și pentru formarea mea profesională pe parcursul studiilor doctorale.

Exprim întreaga mea gratitudine doamnei prof. univ. dr. habil. Iuliana-Gabriela Breabăn, coordonatorul științific al tezei de doctorat, pentru îndrumarea competentă, răbdarea și susținerea constantă pe întreaga durată a acestui parcurs academic.

Mulțumiri deosebite domnului prof. dr., CS I Dumitru Bulgariu, din cadrul Centrului de Cercetări Geografice, Filiala Iași a Academiei Române, mentorul meu în cadrul proiectului POCU „Suport educațional și formativ pentru doctoranzi și tineri cercetători în pregătirea inserției în piața muncii”, pentru implicarea activă, încurajările și sprijinul acordat în dezvoltarea mea profesională și personală.

Adresez mulțumiri doamnei ing. Maria Rebegea, Secretar Șef al Facultății de Geografie și Geologie din Iași, pentru sprijinul oferit în gestionarea aspectelor administrative și pentru disponibilitatea permanentă.

În perioada 11.10.2022 - 12.10.2023, am beneficiat de facilitățile oferite de proiectul

„Suport educațional și formativ pentru doctoranzi și tineri cercetători în pregătirea inserției în piața muncii”. Proiectul a fost accesat de către Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” Iași și Academia Română Filiala Iași în cadrul Programului Operațional Capital Uman 2014-2020, Axa prioritară 6: Educație și competențe (cod POCU/993/6/13/153322).

Abrevieri utilizate

A.B.A.	Administrația Bazinală de Apă
A.N.A.N.P.	Agencia Națională pentru Aree Naturale Protejate
A.P.M.	Agencia pentru Protecția Mediului
CICES	Clasificare Comună Internațională a Serviciilor Ecosistemice
CLC	CORINE Land Cover
E.E.A.	Agencia Europeană de Mediu
EUNIS	the European Nature Information System
EA	Evaluare adecvată
GPS	Global Positioning System
I.N.S.	Institutul Național de Statistică
InVEST	Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs
IPBES	Platforma interguvernamentală privind biodiversitatea și serviciile ecosistemice
MA	Evaluarea Ecosistemelor Mileniului
MAES	Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services
M.M.A.P.	Ministerul Mediului, Apelor și Pădurilor
ONU	Organizația Națiunilor Unite
O.S.P.A.	Oficiul de Studii Pedologice și Agrochimice
ROSCI	sit de importanță comunitară, integrat în rețeaua ecologică Natura 2000
ROSPA	arie de protecție specială avifaunistică, integrată în rețeaua ecologică europeană Natura 2000
SEAU	Stație de tratare și epurare a apelor uzate
TEEB	The Economics of Ecosystems and Biodiversity
UE	Uniunea Europeană
QGIS	Quantum Geographic Information System

Cuvinte cheie

Servicii ecosistemice, servicii de reglare, servicii de aprovizionare, servicii culturale, Natura 2000, ROSCI0434 Siretul Mijlociu, specii de interes comunitar, habitat acvatic, habitate ripariene, instrumente de conservare, clasificare CICES, modelul ierarhic, modelul „cascadă”, poluare, amprenta de apă, InVEST, fragmentarea habitatelor, activități antropice, calitatea apei, ecosistem, biodiversitate, reziliența, conservarea capitalului natural, Strategia UE pentru Biodiversitate, abordare ecosistemică, agricultură și utilizarea apei, dezvoltare durabilă, conectivitate ecologică, management integrat, planificare teritorială, adaptarea la schimbări climatice

Introducere

În ultimele decenii, problematica serviciilor ecosistemice a dobândit o importanță majoră în științele mediului, în special în contextul degradării accentuate a capitalului natural și al intensificării presiunilor antropice. Ecosistemele naturale furnizează beneficii esențiale pentru societate – hrană, apă, reglarea climei, purificarea aerului și apei, recreere – însă aceste servicii sunt adesea subevaluate în procesul decizional.

Rețeaua **Natura 2000**, instituită la nivel european, reprezintă cel mai important instrument de conservare a biodiversității, integrând habitate și specii de interes comunitar. În România, această rețea s-a extins după 2007, însă situri Natura 2000 se confruntă cu lipsa planurilor de management, date insuficiente și dificultăți în armonizarea conservării cu dezvoltarea socio-economică.

Obiectivul general al lucrării este evaluarea complexă și corelativă a serviciilor ecosistemice și a presiunilor antropice din cadrul sitului Natura 2000 ROSCI0434 Siretul Mijlociu, în vederea înțelegerii interdependențelor dintre acestea.

Obiectivele specifice vizează:

- cartarea habitatelor și speciilor de interes conservativ;
- evaluarea calitativă și cantitativă a serviciilor ecosistemice;
- analiza relațiilor dintre starea ecosistemelor și activitățile umane;
- identificarea zonelor vulnerabile și evaluarea monetară prin modelare InVEST;
- formularea de propuneri de management durabil și planificare teritorială integrată.

Cercetarea urmărește să ofere o **abordare integrată**, capabilă să surprindă complexitatea relațiilor dintre biodiversitate, servicii ecosistemice și activități umane, cu scopul de a propune soluții pentru conservarea capitalului natural și utilizarea durabilă a resurselor.

Capitolul I. Metodologie

Conceptul de **servicii ecosistemice** s-a impus la nivel internațional odată cu Millennium Ecosystem Assessment (Organizația Națiunilor Unite, 2005), care a demonstrat dependența fundamentală a bunăstării umane de funcționarea ecosistemelor. Serviciile ecosistemice au fost grupate în patru mari categorii:

1. servicii de aprovizionare
2. servicii de reglare
3. servicii culturale
4. servicii de suport.

Ecosistemele oferă habitate esențiale pentru ciclul de viață al speciilor, iar conservarea diversității genetice susține adaptabilitatea și reziliența acestora, unele zone fiind recunoscute ca „puncte fierbinți” de biodiversitate. În acest context, politicile europene și internaționale au integrat conceptul de servicii ecosistemice în strategiile de conservare, un moment important fiind lansarea inițiativei The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB, 2010).

Pentru standardizare și comparabilitate între evaluări, a fost creată Common International Classification of Ecosystem Services (CICES), dezvoltată de Agenția Europeană de Mediu, care în versiunea actualizată (V5.2) clasifică serviciile ecosistemice în trei mari categorii:

1. aprovizionare (hrană, apă, lemn),
2. reglare și menținere (reglarea climei, polenizare),
3. culturale (recreere, valori simbolice).

Agenția Europeană de Mediu (EEA) a publicat în 2018 o hartă a ecosistemelor și habitatelor din 39 de țări europene (clasificarea EUNIS), un pas înainte în realizarea unor abordări definite și standardizate pentru identificarea serviciilor ecosistemice.

În cadrul inițiativei MAES, a fost elaborat un ghid metodologic care propune o clasificare unitară a ecosistemelor ca sisteme formate din componente biotice și abiotice, grupate în trei mari categorii: terestre, marine și de apă dulce. Delimitarea acestora se bazează pe criterii ecologice și geografice, iar metodologia permite aplicarea unitară în toate statele UE.

În contextul diversității de sisteme existente, se subliniază necesitatea unei caracterizări și corelări unitare a habitatelor, inclusiv cu cele din rețeaua Natura 2000, pentru a asigura comparabilitatea și integrarea datelor.

În România, cartografierea ecosistemelor a fost realizată prin corelarea claselor CORINE Land Cover (CLC) cu tipurile de ecosisteme identificate conform clasificării EUNIS și prin integrarea acestora cu Sistemul de Identificare a Parcelelor Agricole (LPIS), oferind un cadru unitar de analiză și comparabilitate.

Metodologia lucrării de față se bazează pe aceste cadre internaționale (MA, TEEB, MAES, CICES) și combină metode calitative și cantitative pentru a surprinde relațiile dintre starea ecosistemelor, presiunile antropice și beneficiile furnizate, oferind un cadru integrat și adaptat la contextul național și local.

I.1. Delimitarea spațială a cercetărilor: ROSCI0434 Siretul Mijlociu

I.1.1. Contextul spațial și normativ al ariei de studiu

Zona de studiu este reprezentată de situl ROSCI0434 Siretul Mijlociu, desemnat în 2016 și localizat în nord-estul județului Bacău. Acesta cuprinde habitate ripariene de interes comunitar (92A0 Zăvoaie cu *Salix alba* și *Populus alba*) precum și specii de faună de interes conservativ, printre care se numără: pești (avat, mreană, zvârlugă, porcușor de nisip, câră), reptile (testoasa de apă europeană) și mamifere (vidra).

Situl îndeplinește funcții multiple: habitat pentru specii de interes comunitar, sursă de resurse naturale (apă, agregate minerale, resurse piscicole) și zonă cu potențial recreativ, fiind relevant pentru analiza interacțiunilor dintre activitățile umane și conservarea biodiversității.

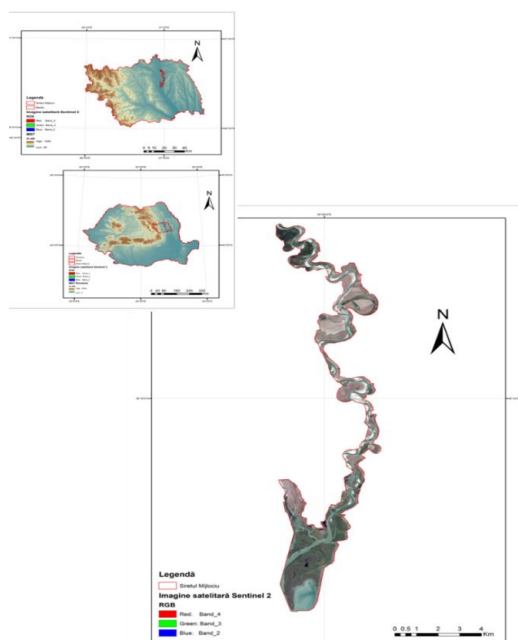


Fig. I.1. Localizarea ROSCI0434 Siretul Mijlociu

I.1.2. Materiale utilizate

Pentru realizarea cercetării au fost utilizate observații directe pe teren (2021–2023), echipamente de cartare GPS și aparat foto, interviuri locale și o varietate de surse documentare și baze de date instituționale (Agenția pentru Protecția Mediului, Agenția Națională pentru Aree Naturale Protejate, Administrația Bazinală de Apă, Administrația Națională de Meteorologie, date CORINE Land Cover, platforma cu date spațiale oficiale publicată de Ministerul Mediului, Apelor și Pădurilor).

I.1.3. Metode de cercetare și evaluare

Evaluarea serviciilor ecosistemice din situl ROSCI0434 Siretul Mijlociu a fost fundamentată pe cadre conceptuale recunoscute la nivel internațional, în special modelul „Cascadă” și DPSIR (Driving forces-Pressures-State-Impact-Responses), care permit integrarea relațiilor dintre starea ecosistemelor, presiunile antropice și beneficiile furnizate societății. Analiza a avut ca punct de plecare evaluarea stării habitatelor și speciilor, considerate indicatori direcți ai capacității ecosistemelor de a furniza servicii.

Au fost identificate și analizate zonele de interes conform limitelor oficiale ale ariei protejate, incluzând și zone adiacente relevante ecologic. Activitățile de teren au vizat identificarea habitatului 92A0 Zăvoaie cu *Salix alba* și *Populus alba* și monitorizarea speciilor de interes comunitar, prin observații directe, identificarea microhabitatelor și preluarea datelor din rapoarte de monitorizare și surse locale.

Pentru a surprinde relația dintre presiunile antropice și starea ecosistemelor, au fost aplicate tehnici de analiză spațială și metoda „doză–răspuns”, ce permite cuantificarea efectelor modificărilor de mediu asupra biodiversității. Datele colectate în teren (2021–2023) au fost corelate cu informații din baze de date instituționale, construind astfel o imagine integrată asupra funcționalității ecosistemelor și a capacității lor de a furniza servicii ecosistemice.

I.2. Colectarea datelor privind serviciile ecosistemice

Colectarea datelor necesare evaluării serviciilor ecosistemice a fost realizată printr-o abordare mixtă, care a combinat surse de date primare și secundare, în vederea asigurării unei acoperiri riguroase și o fundamentare metodologică riguroasă.

I.2.1 Materiale utilizate și surse de date

Datele primare au fost obținute prin observații directe și documentare fotografică, cartare GPS a zonelor de interes și aplicarea unui chestionar adresat populației locale.

Datele secundare au provenit din literatura științifică de specialitate, documente strategice și legislative europene și naționale, date statistice oficiale (Institutul Național de

Statistică), baze geospațiale (CLC (Corine Land Cover), ortofotoplanuri, limite Natura 2000), ghiduri și rapoarte de monitorizare publicate de Agenția Națională pentru Arii Naturale Protejate, precum și din informații furnizate de Administrația Bazinală de Apă Siret, Administrația Națională de Meteorologie și Agenția pentru Protecția Mediului Bacău.

Parametrii ecologici selectați au vizat habitate forestiere și acvatice, specii de pești (*Aspius aspius*, *Romanogobio vladykovi*, *Cobitis taenia*, *Sabanejewia balcanica*), reptile (*Emys orbicularis*) și mamifere (*Lutra lutra*), fiind corelați cu serviciile ecosistemice furnizate și cu starea ecologică a ecosistemelor.

I.2.2. Parametri ecologici și baza de date

A fost constituită o bază de date integrată, incluzând componente biotice și abiotice, activități economice locale, utilizarea resurselor de apă și caracteristici hidrologice relevante (precipitații, debite).

Indicatorii ecologici utilizați au fost extrași din documentele oficiale privind obiectivele de conservare ale sitului ROSCI0434 Siretul Mijlociu și au servit ca repere pentru evaluarea funcționalității ecosistemelor și a serviciilor ecosistemice furnizate.

I.2.3. Metode de colectare și analiză a datelor

Componenta socială a cercetării a constat în aplicarea unui chestionar standardizat pentru evaluarea gradului de cunoaștere, percepție și atitudine a comunității locale față de aria protejată și serviciile ecosistemice.

Chestionarul, aplicat unui eșantion de 850 de persoane din localitățile din jurul sitului, a vizat: nivelul de cunoaștere a ariilor protejate, percepții asupra beneficiilor și atitudini privind conservarea biodiversității. Datele obținute au fost analizate statistic și corelate cu indicatorii ecologici, contribuind la integrarea dimensiunii sociale în evaluarea serviciilor ecosistemice.

Această abordare a permis caracterizarea complexă a relației dintre starea ecosistemelor și beneficiile oferite comunității locale de situl ROSCI0434 Siretul Mijlociu.

I.3. Analiza factorilor care influențează serviciile ecosistemice

Analiza a vizat identificarea și evaluarea principalilor factori naturali și antropici care influențează capacitatea ecosistemelor din situl ROSCI0434 Siretul Mijlociu de a furniza servicii ecosistemice, utilizând o metodologie integrată ce combină date ecologice, hidrologice, pedologice și socio-economice.

I.3.1. Materiale și surse de date utilizate

Analiza s-a bazat pe un set divers de date climatice, hidrologice, pedologice, ecologice și socio-economice, obținute din observații directe, chestionare aplicate

localnicilor și surse instituționale (Administrația Națională de Meteorologie, Administrația Bazinală de Apă Siret, Oficiul de Studii Pedologice și Agrochimice Bacău), completate cu date geospațiale Corine Land Cover și informații din documente strategice și surse științifice.

I.3.2. Metode utilizate pentru analiză

Analiza a integrat metode spațiale (interpolare Inverse Distance Weighting, clasificare Corine Land Cover, cartare GIS), metode de analiză ecologice și chimice (metoda „doză–răspuns”, evaluarea calității apei, indici biotici, modelul InVEST – Habitat Quality, calculul amprente de apă) și metode de analiză calitativă instituțională (analiza de conținut a documentelor strategice și legislative), pentru a evalua relațiile dintre presiunile antropice, starea ecosistemelor și serviciile furnizate.

I.4. Limitele cercetării

Cercetarea a fost afectată de: lipsa unui sistem funcțional de monitorizare a activităților ilegale, absența unui cadru standardizat de colectare a datelor de mediu, deficitul de informații actualizate despre speciile de interes comunitar, acces limitat la unele baze de date instituționale și un grad relativ ridicat de subiectivitate al anumitor observații directe.

Capitolul II. Caracterizarea factorilor naturali ai sitului Natura 2000 ROSCI0434 Siretul Mijlociu și zonei limitrofe

Evaluarea serviciilor ecosistemice se bazează pe cadrul natural al sitului: tipuri de habitate, biodiversitate specifică, regimul climatic și condițiile edafice și hidrologice locale, geologie, relief. Împreună, acestea explică capacitatea ecosistemelor de a furniza servicii de aprovizionare, de reglare și suport și culturale.

II.1. Tipuri de habitate din situl Natura 2000

Situl ROSCI0434 Siretul Mijlociu, cu o suprafață de 2.969 ha și lungimea de circa 26 km, este situat în regiunea biogeografică continentală și include o diversitate de habitate: ecosisteme acvatice (râuri și lacuri: 43,04%), ecosisteme umede (mlaștini și turbării: 21,91%), pășuni (18,68%), terenuri agricole (10,5%) și păduri de foioase (5,4%).

Habitatul de interes comunitar 92A0 Zăvoaie cu *Salix alba* și *Populus alba* este reprezentativ pentru sit, fiind localizat în sectorul nordic (Schineni și Prăjești) pe grinduri fluviale joase (156–160 m), supuse periodic inundațiilor. Se dezvoltă pe depozite aluvionare cu soluri fertile și bine aprovizionate cu apă, având o structură dominată de plop alb (50–70%), asociat cu plop negru, salcie și alte specii de foioase. Stratul arbuștilor și cel erbaceu sunt bine dezvoltate, incluzând numeroase specii caracteristice zonelor umede.

Acest habitat are o valoare conservativă ridicată, asigurând microhabitate esențiale pentru fauna acvatică și semiacvatică. În prezent, starea de conservare este apreciată ca medie spre nefavorabilă, în contextul presiunilor hidromorfologice și antropice.

II.2. Analiza componentelor abiotice și biotice în arealul ROSCI0434 Siretul Mijlociu

II.2.1 Climatul și condițiile naturale locale

Clima zonei studiate este temperat-continentală, cu maxime estivale ale precipitațiilor și o sezonabilitate termică pronunțată; regim eolian activ, în general cu intensități moderate.

Regimul precipitațiilor și caracteristici climatice specifice. Analiza climatologică pentru Bacău (1992–2022) evidențiază un regim pluviometric cu maxim estival și variabilitate sezonieră ridicată, caracterizat prin precipitații abundente și fenomene extreme în lunile calde, umiditate relativă medie de circa 66% și apariția unui deficit hidric la finalul sezonului de vegetație.

Regimul eolian. Regimul eolian din zona Bacău este activ, dominat de vânturi frecvente din nord, nord-vest și sud, cu intensități moderate (1,2–4,1 m/s) și maxime iarna, când crivățul contribuie la deficitul de umiditate din sol prin reducerea umidității aerului și intensificarea evapotranspirației.

Relief. Relieful zonei ROSCI0434 Siretul Mijlociu este predominant de câmpie joasă, cu altitudini între 122 și 250 m, caracterizat prin lunci și versanți slab fragmentați, în timp ce spre est și vest apar unități colinare ce ating până la 717 m, creând un contrast morfologic util în analiza proceselor geomorfologice și a potențialului ecologic al sitului.

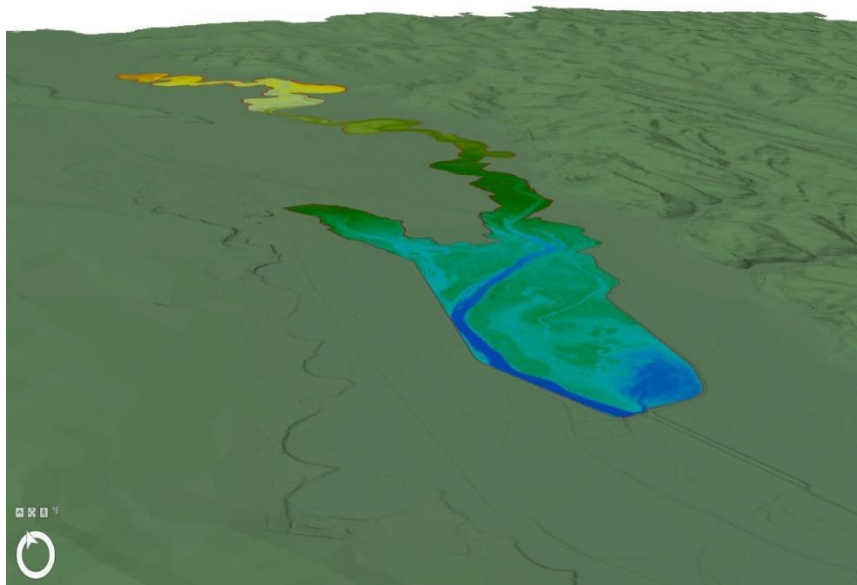


Fig.II.1. Modelul tridimensional al zonei studiate

Peisajul din situl ROSCI0434 Siretul Mijlociu este modelat de dinamica naturală a râurilor, caracterizată prin alternanța proceselor de eroziune și depunere, care generează o diversitate de habitate. Această structură peisagistică are o dimensiune multidimensională, definită de: continuitatea cursului de apă de la izvor la vărsare, tranziția laterală dintre mediul acvatic și cel terestru (inclusiv câmpia inundabilă), schimburile verticale de apă, sedimente și organisme între albie și stratul subteran, precum și variabilitatea temporală indusă de inundații și secete, ce influențează hidrologia, vegetația și fauna zonei.

Geologie, geomorfologie. Situl ROSCI0434 Siretul Mijlociu este localizat în Platforma Moldovenească, parte a Podișul Central Moldovenesc, și se suprapune peste depozite sedimentare neogene și cuaternare. Din punct de vedere geomorfologic, se află în culoarul Roman-Adjud, o zonă depresionară modelată de râul Siret, caracterizată prin lunci joase, terase fluviale și glacisuri, care reflectă procesele de eroziune, sedimentare și evoluția morfogenetică recentă a zonei.

Hidrologie. Aria naturală protejată se află în bazinul hidrografic Siret, cel mai extins din România, care colectează circa 17% din resursele de apă ale țării și are ca emisar fluviul Dunărea. Rețeaua hidrografică a zonei studiate este dominată de cursul Siretului și de afluentul său principal, râul Bistrița, completată de corpuri de apă de suprafață (lacuri, acumulări) și de corpul de apă subterană ROSI03, dezvoltat în depozite aluvionare poros-permeabile. Analizele hidrologice indică o stare ecologică bună, dar și procese active de transport și sedimentare a aluviunilor, în timp ce parametrii fizico-chimici și biologici (fitoplancton,

macronevertebrate) reflectă un echilibru relativ fragil, influențat atât de procese naturale, cât și de presiuni antropice, cu implicații directe asupra calității apei și biodiversității acvatice.

Învelișul de soluri. În ROSCI0434 domină solurile aluviale, luvosolurile și preluvosolurile, cu sectoare de cernoziomuri; humusul este redus–mediu ($\approx 1,5\text{--}3,3\%$), pH-ul în general neutru–slab alcalin (cu pete acide la V–SV), iar permeabilitatea mai ridicată în luncă favorizează percolarea până la pânza freatică. Încărcarea cu metale grele este moderată și sub pragurile de alertă (cu creșteri locale la Cu, Pb, Co, Ni), în timp ce P și N sunt mai ridicate în proximitatea zonelor agricole și urbane (Bacău, Traian, Cleja), ceea ce face ca solurile să rămână, per ansamblu, favorabile conservării și serviciilor ecosistemice.

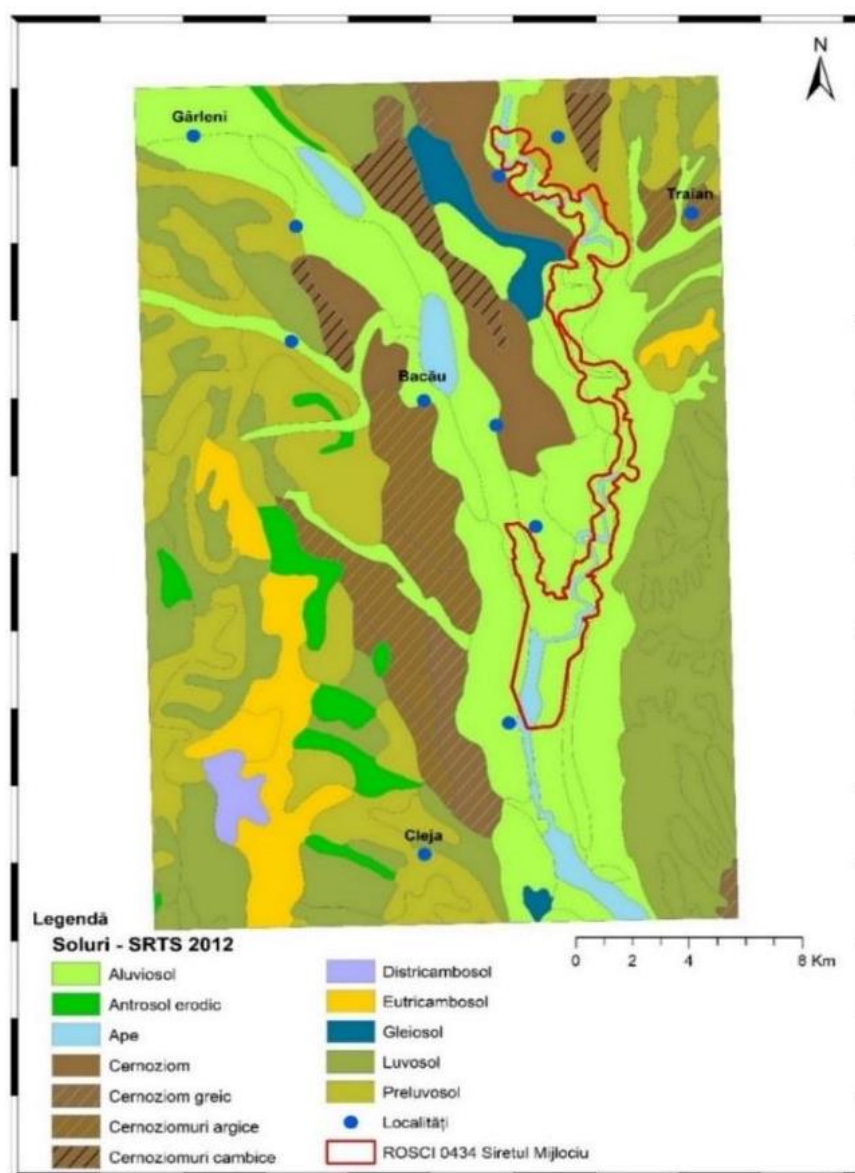


Fig. II.2. Repartiția tipurilor de sol în aria naturală protejată ROSCI0434

II.2.2. Biodiversitatea speciilor prezente

Ecosistemele acvatice (râuri și lacuri) domină situl ROSCI0434 Siretul Mijlociu, acoperind peste 43% din suprafață și oferind habitat pentru specii de interes comunitar, precum vidra (*Lutra lutra*), țestoasa de apă europeană (*Emys orbicularis*) și mai multe specii de pești protejați (*Aspius aspius*, *Barbus petenyi*, *Cobitis taenia*, *Romanogobio kesslerii*, *Sabanejewia balcanica*, *Rhodeus amarus*). Situl se suprapune, totodată, peste o rută de migrație avifaunistică de importanță continentală, fiind frecventat de specii acvatice și palustre din familiile *Ardeidae*, *Threskiornithidae*, *Anatidae*, *Rallidae*, *Charadriiformes*, *Laridae* și *Sternidae*.

Datele de monitorizare evidențiază variații în dinamica populațională a ihtiofaunei în perioada 2020–2021, sugerând o sensibilitate crescută a anumitor specii (de exemplu, *Aspius aspius*, *Sabanejewia balcanica*) la modificările de habitat. În contrast, specii precum *Rhodeus amarus* și *Cobitis taenia* prezintă abundențe constante și valori ridicate de frecvență, aspect ce susține ipoteza unei relative stabilități a comunităților acvatice.

Prezența vidrei și a țestoasei de apă europeană subliniază valoarea conservativă a sitului, acestea funcționând ca specii-indicator ale calității habitatelor.

Astfel, biodiversitatea ridicată și complexitatea comunităților biologice din sit reflectă interdependența dintre factorii abiotici, structura habitatelor și funcțiile ecosistemice, consolidând rolul ariei ca zonă de importanță ecologică și conservativă la nivel național și european.

Capitolul III. Factori antropici care influențează serviciile ecosistemice

III.1. Activități umane în zonă

Pe o lungime de circa 26 km, situl ROSCI0434 Siretul Mijlociu este puternic influențat de activitățile umane, care generează presiuni asupra habitatelor și speciilor de interes comunitar. Printre acestea, cea mai semnificativă este exploatarea agregatelor minerale (balastiere în albie și terasă), ce afectează morfologia albiilor, dinamica sedimentelor și resursele trofice ale ihtiofaunei. Alte presiuni majore sunt agricultura intensivă, cu aport de nutrienți și pesticide, pescuitul recreativ (peste 23.000 kg anual), expansiunea urbană și proiectele de infrastructură (ex. Varianta de Ocolire Bacău), care fragmentează habitatele și reduc coerența ecologică.

În plus, stațiile de epurare și tratare a deșeurilor (SEAU Tamași, TMB Letea Veche) contribuie la riscuri de poluare punctuală și difuză, iar schimbarea categoriei de folosință a terenurilor amplifică vulnerabilitatea sitului la urbanizare. Deși includerea în rețeaua Natura 2000 impune măsuri de protecție, presiunile antropice rămân considerabile, necesitând monitorizare constantă și strategii integrate pentru menținerea funcționalității ecosistemelor și a serviciilor ecosistemice asociate.

III.2. Poluarea și degradarea mediului

O imagine a tuturor activităților umane desfășurate în aria naturală protejată este redată mai jos.

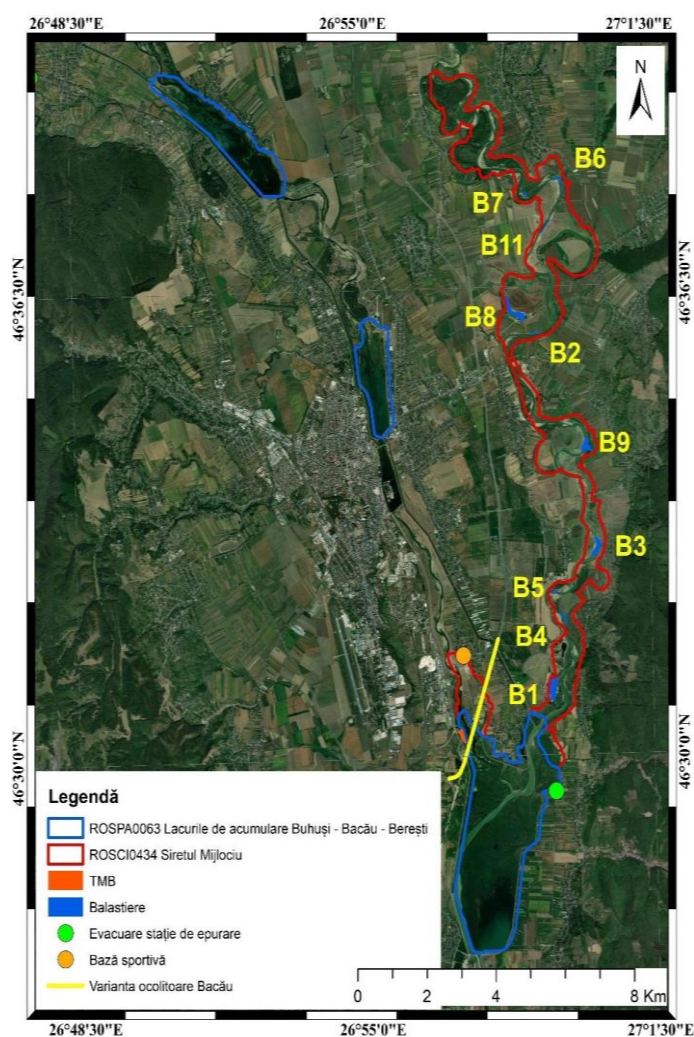


Fig. III. 1. Harta activităților cu impact asupra ariei

Activitățile antropice desfășurate în situl ROSCI0434 Siretul Mijlociu, în special exploatarea agregatelor minerale, agricultura, infrastructura rutieră și urbanizarea, generează forme complexe de poluare și degradare a mediului. Balastierele din albia minoră și terasă afectează calitatea apei, regimul hidrologic și stabilitatea substratului, conducând la pierderea biodiversității acvatice și terestre. Proiectele de infrastructură

(ex. Varianta de Ocolire Bacău, baza sportivă) fragmentează habitatele și reduc conectivitatea ecologică, în timp ce stațiile de epurare și tratare a deșeurilor contribuie la riscuri de poluare punctuală și difuză.

Agricultura intensivă și pescuitul recreativ amplifică presiunile prin aport de nutrienți, capturi excesive și perturbarea lanțului trofic, ceea ce afectează serviciile ecosistemice de suport, reglare și aprovizionare. Suprapunerea acestor presiuni în zonele limitrofe urbanizate accentuează vulnerabilitatea sitului, necesitând măsuri de monitorizare și management integrat pentru menținerea calității mediului și conservarea biodiversității.

III.3. Amprenta de apă și impactul asupra ecosistemelor

Amprenta de apă, concept introdus de Arjen Hoekstra în anul 2002, în contextul analizării consumului de „apă virtuală” asociat cu producerea și comerțul global de bunuri, definită prin componentele albastră, verde și gri, constituie un instrument esențial pentru evaluarea sustenabilității utilizării resurselor hidrice și a impactului activităților umane asupra ecosistemelor acvatice și terestre. În situl ROSCI0434 Siretul Mijlociu, analiza ampretei de apă pentru perioada 1992–2022 evidențiază o creștere a consumului direct și indirect de apă, determinată de expansiunea populației, intensificarea practicilor agricole și modificarea preferințelor alimentare.

Rezultatele indică faptul că amprenta de apă gri, asociată poluării cu nutrienți și ape uzate, exercită cel mai mare impact asupra calității apei râului Siret și, implicit, asupra stării de conservare a speciilor și habitatelor de interes comunitar. Variabilitatea climatică și episoadele hidrologice extreme accentuează presiunile asupra resurselor de apă, iar menținerea echilibrului ecologic depinde de o gestionare integrată care să asigure atât nevoile comunităților locale, cât și obiectivele de conservare a biodiversității.

III.4. Măsuri de conservare și protecție aplicate

Activitățile antropice cu potențial impact asupra mediului din situl ROSCI0434 Siretul Mijlociu sunt reglementate printr-un cadru juridic complex, bazat pe avize, acorduri și autorizații de mediu, precum și pe evaluarea adecvată obligatorie pentru proiectele care pot afecta speciile și habitatele de interes comunitar. Obiectivele de conservare vizează menținerea conectivității ecologice, limitarea turbidității, protecția vegetației ripariene și asigurarea unor parametri biologici și abiotici favorabili speciilor protejate.

Măsurile aplicate includ: restricții asupra exploatării agregatelor minerale (limitarea perioadelor de lucru, interdicția defrișărilor și a speciilor invazive), reguli pentru amenajările piscicole (populare doar cu specii native, controlul apelor evacuate), condiții stricte pentru infrastructură și lucrări edilitare (pasaje ecologice, refacerea vegetației, prevenirea poluării),

precum și reglementarea pescuitului recreativ prin respectarea prohibiției și limitarea capturilor. Pentru habitatul prioritar 92A0 și speciile de interes comunitar (*Lutra lutra*, *Aspius aspius*, *Emys orbicularis* etc.), sunt prevăzute interdicții și măsuri specifice care să prevină degradarea ireversibilă a ecosistemelor.

Rezultatele obținute argumentează necesitatea consolidării măsurilor de protecție și implementării unui management adaptativ, fundamentat pe date științifice, care să asigure menținerea stării de conservare favorabile a habitatelor și speciilor, în paralel cu utilizarea sustenabilă a resurselor naturale.

Capitolul IV. Impactul factorilor antropici asupra serviciilor ecosistemice

În situl Natura 2000 ROSCI0434 Siretul Mijlociu, ecosistemele acvatice, ripariene și forestiere furnizează servicii esențiale pentru calitatea apei, biodiversitate, stocarea carbonului și beneficii culturale. Activitățile antropice, exploatarea agregatelor minerale, agricultura, infrastructura și urbanizarea, reduc capacitatea ecosistemelor de a susține aceste funcții. Prin abordări integrate, incluzând modelarea InVEST și evaluări monetare, au fost identificate zonele vulnerabile și cuantificate pierderile generate de degradarea habitatelor.

IV.1. Evaluarea calității și cantității serviciilor ecosistemice

În situl Natura 2000 ROSCI0434 Siretul Mijlociu, calitatea serviciilor ecosistemice este influențată de eficiența, continuitatea și reziliența habitatelor acvatice și ripariene, dar și de percepția comunității locale, în general scăzută. Analizele au arătat o filtrare redusă a nutrienților și o vulnerabilitate la variațiile climatice și hidrologice, ceea ce afectează capacitatea de autoreglare a ecosistemelor.

Din punct de vedere cantitativ, serviciile de reglare și suport sunt afectate de variabilitatea debitelor, concentrațiile crescute de nutrienți, stresul termic care pot altera ciclurile de dezvoltare ale vegetației și pot contribui la pierderea speciilor sensibile sau la apariția unor specii tolerante la uscăciune și pierderea unor specii sensibile, în timp ce serviciile de aprovizionare includ resurse piscicole, agregate minerale și apă pentru consum și agricultură.

Serviciile culturale, deși prezente, sunt slab valorificate din cauza informării reduse a populației. Presiunile naturale și antropice acționează cumulativ, diminuând atât calitatea, cât și cantitatea serviciilor ecosistemice.

IV.2. Identificarea celor mai vulnerabile servicii ecosistemice

Cele mai vulnerabile servicii ecosistemice din aria naturală protejată sunt cele de reglare și suport, dependente de apă (filtrarea și purificarea, reglarea regimului hidrologic, menținerea habitatelor umede). Acestea sunt afectate de poluare, exploatarea agregatelor minerale, scăderea nivelului freatic și fragmentarea habitatelor.

Serviciile de aprovizionare (apă pentru consum și irigații, resurse piscicole) și cele culturale (recreere, valoare peisagistică) sunt de asemenea supuse presiunilor, în contextul creșterii prognozate a cererii de apă și al dezvoltării infrastructurii. Intervențiile planificate, precum extinderea rețelelor de canalizare sau modernizarea stațiilor de epurare, pot aduce beneficii pentru calitatea apei, în timp ce îndiguirile și exploatarea balastierelor pot reduce conectivitatea hidrologică și reziliența habitatelor umede.

Astfel, factorul apă rămâne elementul critic al vulnerabilității ecosistemice în sit, influențând direct stabilitatea și funcționalitatea serviciilor furnizate.

IV.3. Abordări și instrumente de evaluare a serviciilor ecosistemice

Prin utilizarea modelului InVEST-Habitat Quality, a fost calculat un scor de calitate ecologică a habitatului, care este un indicator al capacității ecosistemului de a furniza în mod general servicii. Valoarea ecosistemică totală a sitului ROSCI0434 Siretul Mijlociu a fost estimată la aproximativ 2,37 miliarde lei/an, valoare orientativă, atribuită în funcție de scorul de calitate a habitatului, iar în cazul acestui model este o estimare monetară agregată a potențialului ecologic, dar nu echivalentă cu o evaluare completă a tuturor serviciilor ecosistemice oferite de un sit.

Un exemplu este valoarea serviciului ecosistemic asociat resursei piscicole, cu o valoare potențială de cca. 362,7 milioane lei/an, redusă însă de presiunile antropice cu peste 500.000 lei/an. Aceste valori au caracter orientativ, dar evidențiază clar importanța economică a capitalului natural și necesitatea conservării habitatelor.

IV.4. Integrarea serviciilor ecosistemice în politici publice și oportunități de restaurare ecologică

Strategiile europene și naționale (Biodiversitate 2030, Pactul Ecologic European, Strategia Națională pentru Conservarea Biodiversității și Planul de Acțiune) recunosc rolul central al ecosistemelor în bunăstare și economie, promovând infrastructura verde și obiective de restaurare ecologică.

În practică însă, integrarea serviciilor ecosistemice în politici sectoriale rămâne limitată, iar în ROSCI0434 Siretul Mijlociu lipsa unui management bazat pe acest concept reduce eficiența conservării.

Instrumente precum plățile pentru servicii ecosistemice (PES), infrastructura verde și planificarea spațială integrată pot conecta protecția naturii cu beneficiile pentru comunități. Integrarea acestor servicii în politici publice transformă ariile Natura 2000 din constrângeri în active naturale valoroase pentru dezvoltarea durabilă.

IV.5. Recomandări pentru îmbunătățirea gestionării sitului

Pentru menținerea serviciilor ecosistemice și a rezilienței ecologice în ROSCI0434 Siretul Mijlociu, este necesar un model de guvernare integrată, bazat pe evaluări multidimensionale.

Prioritățile vizează: reducerea presiunilor din extracțiile de agregate prin perioade de interdicție și reconstrucții ecologice; gestionarea sustenabilă a resurselor de apă prin monitorizare integrată, epurare extinsă și plăți pentru servicii ecosistemice; conservarea habitatului de interes comunitar și a conectivității prin controlul speciilor invazive și crearea de coridoare ecologice; limitarea expansiunii antropice prin evaluarea impactului cumulativ și integrarea infrastructurii verzi în planificare.

Totodată, implicarea comunităților locale prin educație, ecoturism și guvernare participativă este esențială pentru consolidarea capitalului social. Implementarea acestor măsuri, susținută de instrumente precum InVEST, CICES și MAES, poate transforma situl într-un exemplu de bună practică pentru conservarea bazată pe servicii ecosistemice.

Analiza integrată sugerează că menținerea serviciilor ecosistemice în ROSCI0434 Siretul Mijlociu este condiționată de reducerea presiunilor antropice și de o mai bună integrare a valorii naturii în politicile publice, aspecte care vor fi dezvoltate în concluziile generale ale tezei.

Concluzii

Analiza realizată în situl Natura 2000 ROSCI0434 Siretul Mijlociu a confirmat valoarea ridicată a biodiversității și rolul ecosistemelor acvatice, ripariene și umede în furnizarea serviciilor ecosistemice. Habitatul 92A0 Zăvoaie cu *Salix alba* și *Populus alba*, alături de speciile de interes comunitar, constituie elemente-cheie pentru menținerea funcționalității ecologice.

Evaluările calitative și cantitative au arătat însă o vulnerabilitate crescută, determinată de presiuni antropice (exploatarea agregatelor, urbanizare, infrastructură) și factori naturali (schimbări climatice, specii invazive). Rezultatele modelării InVEST și monitorizările de teren indică o funcționalitate ecologică moderată, cu eficiență medie în purificarea apei și o reziliență redusă.

Ipoteza de lucru, că intensificarea presiunilor antropice reduce funcționalitatea ecosistemelor și capacitatea lor de a furniza servicii ecosistemice, a fost confirmată. Diferențele în parametri fizico-chimici ai apei și indicii biologici, precum și dezechilibrele identificate prin amprenta de apă, subliniază scăderea capacității de reglare și suport. În același timp, analiza serviciilor de aprovizionare a arătat dezechilibrul dintre exploatarea resurselor minerale și sustenabilitatea resurselor piscicole.

Rezultatele chestionarului evidențiază o percepție publică predominant negativă asupra ariilor protejate, cauzată de nivelul scăzut de informare și de lipsa de încredere în instituțiile responsabile. Acest aspect indică necesitatea unei reconectări între comunități și valori naturale, prin educație și implicare activă.

Concluziile confirmă că menținerea serviciilor ecosistemice depinde de reducerea presiunilor antropice, de integrarea capitalului natural în politici publice și de aplicarea unor mecanisme inovatoare, precum plățile pentru servicii ecosistemice sau investițiile în infrastructură verde. Totodată, rezultatele pot fi valorificate de autorități, administratorul ariei naturale protejate, ONG-uri și comunități pentru planificarea strategică și pentru consolidarea managementului sitului.

Astfel, lucrarea demonstrează că situl Natura 2000 ROSCI0434 Siretul Mijlociu are un potențial ecosistemic semnificativ, dar vulnerabil, și că protejarea și valorificarea acestuia reprezintă o condiție esențială pentru conservarea biodiversității și pentru dezvoltarea durabilă.

Direcții pentru viitoare cercetări și acțiuni de conservare

Viitoarele cercetări în situl ROSCI0434 Siretul Mijlociu ar trebui să includă evaluări cantitative și monetare ale serviciilor ecosistemice, utile pentru planurile de management și mecanisme de tip PES. Monitorizarea impactului exploatărilor de agregate și extinderea analizei amprentei de apă sunt priorități, în contextul schimbărilor climatice și al presiunii asupra resurselor hidrice. Integrarea capitalului natural în politicile sectoriale, alături de implicarea comunităților locale prin educație și ecoturism, poate asigura conservarea habitatului 92A0 și a speciilor de interes comunitar pe termen lung.

Bibliografie selectivă

1. Millennium Ecosystem Assessment. *Ecosystems and human well-being: Synthesis*. 2005.
2. TEEB, T. *The economics of ecosystems and biodiversity for national and international policy makers—summary: responding to the value of nature*. 2009.
3. Commission, E. *EU Biodiversity Strategy for 2030 Bringing nature back into our lives*. European Commission, 2020.
4. Maes J., et al. *Mapping and assessment of ecosystems and their services: An analytical framework for ecosystem assessments under Action 5 of the EU Biodiversity Strategy to 2020*, 2013.
5. Aneseyee, A. B., Noszczyk, T., Soromessa, T., & Elias, E. *The InVEST Habitat Quality Model Associated with Land Use/Cover Changes: A Qualitative Case Study of the Winike Watershed in the Omo-Gibe Basin, Southwest Ethiopia*. Remote Sensing, 12(7), p.1103, 2020, <https://doi.org/10.3390/rs12071103>
6. Hoekstra, A. Y., et al. *The Water Footprint Assessment Manual: Setting the Global Standard*. Water Footprint Network, 2011.
7. Hoekstra, A. Y., & Mekonnen, M. M. *The water footprint of humanity*. PNAS, 2012, <https://doi.org/10.1073/pnas.1109936109>
8. Freedman, J. A., Carline, R. F., & Stauffer, J. R. *Gravel dredging alters diversity and structure of riverine fish assemblages*. Freshwater Biology, 58(2), p. 261–274, 2013, <https://doi.org/10.1111/fwb.12056>
9. Newcombe C.P., et al. *Channel suspended sediments and fisheries: a synthesis for quantitative assessment of risk and impact*. North American Journal of Fisheries Management, 16, p. 693–727, 1996.
10. Grizzetti, B., Lanzanova, D., Liqueste, C., Reynaud, A., & Cardoso, A. C. *Assessing water ecosystem services for water resource management*. Environmental Science & Policy, 61, p. 194–203, 2016, <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2016.04.003>
11. Bodescu F. et al. *Evaluarea ecosistemelor și a serviciilor ecosistemice din România*. NEPA, NINA, ROSA, WWF Romania ISBN: 978-606-8038-21-6, 2017.
12. Ardeleanu, N.-N., & Breaban, I.-G., Biodiversity policies, opportunities for restoring the economy. Present Environment and Sustainable Development, 15(2), p.161–169, 2021, <https://doi.org/10.15551/pesd2021152013>
13. Ardeleanu, N.-N., & Breaban, I.-G., Environmental factor water and anthropic pressures that influence ecosystems from Natura 2000 site ROSCI0434 Siretul Mijlociu. p.189–196, 2021b, <https://doi.org/10.5593/sgem2021/5.1/s20.024>
14. Ardeleanu, N.-N., & Breabăn, I.-G. (2024). Provisioning Ecosystem Services in the Protected Natural Area of Community Interest ROSCI0434 Siretul Mijlociu (Romania), p. 743–747, 2024, https://doi.org/10.1007/978-3-031-43922-3_167
15. Ardeleanu, N.-N., An assessment of the water footprint of the population and agricultural crops in the natura 2000 site ROSCI0434 siretul mijlociu, Romania. Sustainable Chemistry and Pharmacy, 39, 101593, 2024, <https://doi.org/10.1016/j.scp.2024.101593>