



Raport științific – etapă intermediară

Etapa 1 - Organizarea rețelei si Experimentarea de metode de monitorizare a factorilor de mediu pentru evaluarea serviciilor ecosistemice furnizate de lacurile din mediile urban

Cuprins

Rezumat.....	2
Activitatea 1.1 - Selectarea studiilor de caz funcție de nivelul de conectivitate dintre lacuri si ecosistemele urbane.....	2
Activitatea 1.2 - Adaptarea principiilor <i>Smart Cities</i> cu proiecție în serviciile ecosistemice generate de lacurile urbane.....	4
Activitatea 1.3 - Identificarea relațiilor dintre diferite categorii de servicii ecosistemice furnizate de lacurile urbane	5
Activitatea 1.4 - Organizarea si operaționalizarea rețelelor de monitorizare a indicatorilor de mediu relevanți.....	6
Activitatea 1.5 - Monitorizarea parametrilor climatici reprezentativi pentru evaluarea serviciilor de reglare climatică aferente lacurilor urbane	8
Activitatea 1.6 - Monitorizarea parametrilor de calitate a aerului pentru evaluarea serviciilor de reglare aferente lacurilor urbane.....	9
Activitatea 1.7 - Monitorizarea parametrilor de calitate a apei pentru evaluarea serviciilor de autoepurare aferente lacurilor urbane.....	11
Activitatea 1.8 - Evaluarea serviciilor culturale aferente lacurilor urbane.....	11
Activitatea 1.9 - Modelarea rolului lacurilor urbane in reglarea climatului urban	13
Activitatea 1.10 - Modelarea rolului lacurilor urbane in furnizarea de servicii de epurare a atmosferei.....	14
Activitatea 1.11 - Modelarea rolului lacurilor urbane in furnizarea de servicii de epurare a apelor.....	15
Activitatea 1.12 - Evaluarea gradului de conectare al lacurilor urbane cu sistemele socio-umane	16
Activitatea 1.13 - Diseminarea rezultatelor.....	17
Bibliografie selectivă.....	20



Rezumat

Lacurile urbane reprezintă o componentă vizibilă a multor medii urbane din România, ocupând o suprafață medie de 5% din teritoriul lor. Un management urban adecvat al acestora permite furnizarea a numeroase beneficii pentru ecosistemul urban: furnizarea de resurse de apă, asimilarea deșeurilor, noxelor și a altor perturbări, reglarea calității aerului, apei și climatului, furnizarea de servicii culturale. Din cauza subestimării impactului schimbărilor climatice și a deciziilor urbanistice inadecvate, aceste beneficii pot fi pierdute ori transformate în deservicii.

În acest context, proiectul *Metode experimentale pentru evaluarea serviciilor ecosistemice ale lacurilor urbane în contextul schimbărilor climatice globale* își propune să evalueze schimbările potențiale în furnizarea de servicii ecosistemice de către lacurile urbane în contextul schimbărilor climatice globale și a modificărilor în utilizarea terenurilor, considerând principiile Smart Cities.

În această etapă au fost organizate și operaționalizate rețelele de monitorizare pentru evaluarea climatului, calității aerului și calității apei, precum și samplingul pentru ancheta socială. Au fost selectate pentru analiză patru studii de caz (Lacul Morii, Lacul Herăstrău, Lacul Târgu Jiu și Lacul Porțile de Fier I) pentru care s-au realizat mai multe campanii de monitorizare a parametrilor reprezentativi pentru evaluarea serviciilor ecosistemice. Au fost generate valori reprezentative pentru modelarea influenței lacurilor urbane asupra calității aerului, calității apei și climatului, și au fost evaluate serviciile culturale asociate cu acestea.

Au fost îndeplinite toate obiectivele prevăzute pentru această etapă, inclusiv cele legate de diseminare.

Activitatea 1.1 - Selectarea studiilor de caz funcție de nivelul de conectivitate dintre lacuri și ecosistemele urbane

Complexitatea și noutatea temei abordate au necesitat evaluarea detaliată a potențialelor studii de caz, considerând mai multe seturi de criterii. Au fost selectate lacurile cu suprafață mai ridicată de 10 ha, care se regăsesc în interiorul așezărilor urbane (Tabel 1). Dintre acestea, considerându-se criterii tehnice, socio-economice și de mediu au fost selectate patru studii de caz (Figura 1):

- Lacul Morii (București), cu o suprafață de 246 ha, este un lac de baraj antropic în lungul râului Dâmbovița, situat într-o zonă funcțională mixtă (locuințe colective, spații industriale destructurate, locuințe individuale, incinte inundabile, terenuri abandonate).
- Lacul Herăstrău (București), cu o suprafață de 76 ha, este un lac amenajat pe râul Colentina, fiind conectat de parcul omonim. Este golit în timpul iernii și este reprovizionat începând din luna martie. Este accesibil pentru măsurători și prezintă o valoare culturală foarte ridicată.
- Lacul Ciurel (Târgu Jiu), cu o suprafață de 56 ha, este un lac amenajat pe râul Jiu, prezentând o situație complet diferită pe malurile drept și stâng.
- Lacul Porțile de Fier I (Orșova) este cel mai mare lac din România, amplasat pe fluviul Dunărea, având o influență semnificativă asupra zonelor din jur.

Tabel 1 Studiile de caz selectate

Nr. crt.	Criteriu	Lacul Morii	Lacul Herăstrău	Lacul Târgu Jiu	Lacul Porțile de Fier I
1	Suprafața lacului	246 ha	76 h	56 ha	25300 ha
2	Localizare	Râul Dâmbovița, București	Râul Colentina, București	Râul Jiu, Târgu Jiu	F.Dunărea, zona Porțile de Fier
3	Accesibilitate	Ridicată	Ridicată	Medie-ridicată	Medie-ridicată
4	Istoric în monitorizare	După 1990 Apele Române, cercetări proprii după 2008	După 1970 Apele Române, cercetări proprii după 2008	După 1990 Apele Române	După 1970 Apele Române, cercetări proprii după 1997
5	Origine	Antropic	Antropic, fostă zonă mlăștinoasă	antropic	antropic
6	Caracteristicile zonelor de mal	Mixt	Dominant spațiu verde	Spațiu verde, construcții	Construcții, ecosisteme forestiere și acvatice
7	Dinamica utilizării terenurilor	Foarte ridicată	Redusă	Medie	Medie
8	Specificul ecosistemului urban	Oraș foarte dinamic	Oraș foarte dinamic	Oraș în stagnare	Oraș în declin
9	Vulnerabilitate la schimbări climatice	Medie-ridicată	Medie-ridicată	Medie	Ridicată
10	Vulnerabilitate la degradare	Ridicată	Medie	Medie-ridicată	Medie

Un criteriu important luat în considerare a fost și cel al eficientizării costurilor de deplasare.

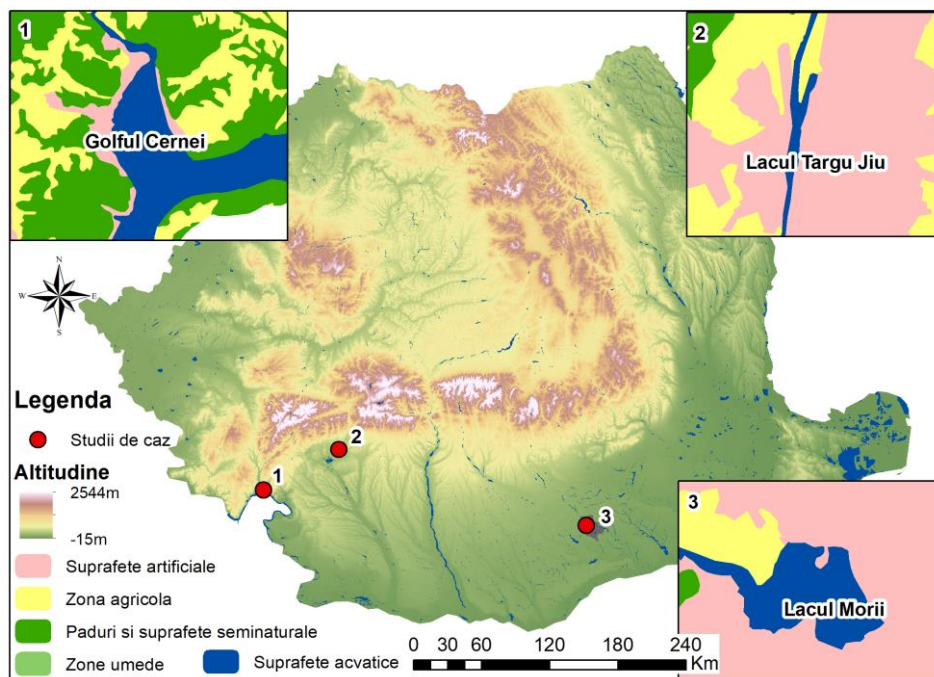


Figura 1 Localizarea studiilor de caz în România

Activitatea 1.2 - Adaptarea principiilor *Smart Cities* cu proiecție în serviciile ecosistemice generate de lacurile urbane

Smart city poate fi definit printr-un mod de dezvoltare inteligent al spațiilor urbane, care se bazează pe o creștere socio-economică sustenabilă și eficientizarea consumului de resurse, cu utilizarea tehnologiilor informaționale și de comunicație (Neirotti et al., 2014).

Pentru a fi considerat un *smart city*, un mediu urban trebuie să dezvolte și să utilizeze tehnologii moderne bazate pe servicii informaționale și de comunicație (ICT – *informational and communication technologies*) (Hollands, 2008) prin care să asigure eficientizarea resurselor utilizate, inter-conectivitate între serviciile și utilitățile unui oraș (Washburn et al., 2009), coeziune și echitate socială (Artmann et al., 2017) și în final creșterea calității vieții urbane.

Managementul și protecția smart a ecosistemelor acvatice trebuie relaționate de următoarele principii:

Asigurarea conectivității: stabilirea inter-conectivității dintre ecosistemele urbane și funcțiile urbane: infrastructuri verzi urbane, zone rezidențiale, activități economice. De asemenea, conectivitatea presupune crearea de conexiuni între instituțiile publice, centre de cercetare, operatori economici și rezidenți (utilizatori) pentru a asigura un management coerent al ecosistemelor acvatice.

Creșterea multifuncționalității: diversificarea funcțiilor oferite de ecosistemele acvatice prin maximizarea numărului de servicii furnizate (*synergies*) și minimizarea pierderilor sau concesiilor (*trade-offs*), în scopul îmbunătățirii calității vieții locuitorilor.

Protecția și conservarea ecosistemelor acvatice: minimizarea poluării prin creșterea reținerii poluanților la sursă, captarea poluanților din surse difuze, eficientizarea consumului de apă prin măsuri tehnice și economice (tarifare secvențială).



Asigurarea colaborării instituționale: stabilirea unui sistem eficient și coerent de comunicare a problemelor, intervențiilor și rezultatelor, la nivel bazinal și urban, prin utilizarea tehnologiilor moderne.

Îmbunătățirea securității sociale și a bunăstării economice prin asigurarea unei calități optime a apei și furnizarea echitabilă către populație.

Activitatea 1.3 - Identificarea relațiilor dintre diferite categorii de servicii ecosistemice furnizate de lacurile urbane

Clasificarea Internațională Comună a Serviciilor Ecosistemice (CICES) este o metodă dezvoltată de Agenția Europeană de Mediu cu scopul de a standardiza nomenclatorul folosit în cazul serviciilor ecosistemice, pe care le clasifică în trei categorii principale: aprovizionare, reglare și culturale. Aceste secțiuni majore sunt apoi pe un sistem de tip graf împărțite în unități din ce în ce mai specifice, dar care nu surprind foarte bine relevanța pe care un anumit serviciu ecosistemic o are pentru provocările orașelor în a atinge reziliența și sustenabilitatea dorită.

Definirea termenului *social* în asociere cu serviciile ecosistemice este una destul de complicată. Tendința existentă este de a încadra contribuțiile sociale în termeni de valori economice sau date științifice nu este una de succes întotdeauna. Pentru evaluarea în detaliu a serviciilor ecosistemice oferite de lacuri trebuie folosite un ansamblu de metode, pornind de la cele de monitorizare și cuantificare științifică a unor parametrii, chestionare sociologice aplicate utilizatorilor acestor servicii sau date extrase din social media.

Deloc surprinzător, majoritatea serviciilor ecosistemice asociate lacurilor în mediile urbane aparțin categoriei serviciilor sociale (Reynaud and Lanzanova, 2017), ce includ toate interacțiunile non-materiale, și de cele mai multe ori și non-consum, ale societății cu ecosistemele direcționate îndeosebi către starea mentală a populației, printre altele: interacțiuni religioase sau spirituale, existențiale, inspirații pentru creației artistice, oportunități recreative, explorare științifică, dezvoltare cognitivă și educațională sau plăcere estetică.

Atingerea bunăstării în cadrul ecosistemelor urbane necesită în cazul prezenței ecosistemelor lacustre o decizie comună a actorilor implicați ce să echilibreze nevoile umane directe cu necesitățile indirecte asociate alte tipuri de servicii ecosistemice. Cele mai frecvent evaluate servicii culturale sunt cele recreative și de ecoturism, cele ce analizează valorile estetice sau valorile spirituale și religioase, urmate de analiza patrimoniului cultural, a valorilor educaționale, inspiraționale sau de apartenență, pentru ca cele mai puțin frecvente să adreseze sistemele de cunoaștere sau relațiile sociale (La Rosa et al., 2016).

Dependența generală a serviciilor ecosistemice sociale de sistemul de valori ale indivizilor face ca evaluarea lor să fie una mai puțin cantitativă decât în cazul serviciilor de reglare a climatului și calității aerului, ce uneori pot fi cuantificate și independent de prezența oamenilor (La Rosa et al., 2016) (Figura 2).

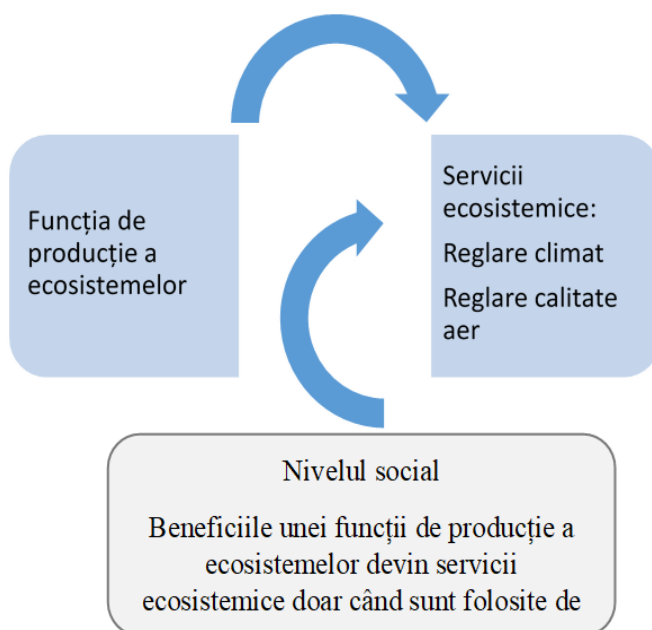


Figura 2 - Legătura între serviciile ecosistemice sociale și cele de reglare

Activitatea 1.4 - Organizarea și operaționalizarea rețelelor de monitorizare a indicatorilor de mediu relevanți

În cadrul acestei activități s-au stabilit punctele de monitorizare a parametrilor climatici, ai calității aerului și apei. Considerând relevanța și cerințele tehnice ale aparaturii s-au amplasat senzorii de monitorizare ai parametrilor climatici și de calitate a aerului și s-au stabilit zonele de aplicare a anchetei sociale.

Lacurile din București au făcut obiectul unei campanii de recoltare de probe de apă și analiză cu frecvență lunară, fiind realizate prelevări din 20 de puncte, în timp ce pentru corpurile de apă din zonele Orșova, respectiv Târgu Jiu, frecvența a fost anotimpuală.

De asemenea, numărul de puncte de prelevare a probelor de apă a vizat o acoperire relativ uniformă a suprafeței lacurilor, astfel: 10 pe Lacul Morii (Figura 3), 5 pe Lacul Tg. Jiu și 7 pe Lacul Porțile de Fier. Punctele alese pentru colectarea probelor de apă au fost stabilite luându-se în considerare și accesibilitatea malurilor din perspectiva fizică (în zona lacului Porțile de Fier există și sectoare de mal foarte abrupt) și a regimului de proprietate (să fie zone cu acces liber).



Figura 3 Rețeaua de monitorizare a calității apei pentru Lacul Morii, București

În ceea ce privește intervalul de colectare a probelor de apă, au fost realizate șapte campanii de colectare, în perioada aprilie-noiembrie 2017, surprinzând astfel trei anotimpuri, respectiv primăvară, vară și toamnă, pentru lacurile din București. Pentru lacurile din Târgu Jiu și Orșova, colectarea probelor de apă a fost realizată în lunile aprilie, iulie, noiembrie 2017.

Pe lângă rețelele de monitorizare (Tabel 2) a unor parametri ce caracterizează calitatea aerului operate lunar, respectiv, pentru Municipiul București, cu înregistrare continuă orară (temperatură și umiditate), a fost realizat un experiment ce a vizat monitorizarea continuă, la nivel orar, timp de 24 de ore, într-un punct de pe malul Lacului Morii. Pentru rețeaua din Orșova și Târgu Jiu monitorizarea s-a făcut anotimpual, în lunile aprilie, iulie și noiembrie 2017.

Tabel 2 Rețelele de monitorizare stabilite

Rețea	Număr de puncte	Frecvență de înregistrare date	Parametri monitorizați
Lacul Morii	51	Lunară/permanentă*	- temperatura aerului - umezeala relativă - cantitatea medie și maximă de pulberi în suspensie
Târgu Jiu	23	Anotimpual	- dimensiunea pulberilor de 0,3 μm, 0,5 μm, 1 μm, 3 μm, 5 μm, 10 μm - concentrațiile de CO și CO2
Orșova	17	Anotimpual	- sunetul (dB, valoare echivalentă, medie pe un interval de 3 minute)

* permanentă pentru temperatură (toți senzorii) și umiditate (parțial)

Punctele de monitorizare lunară și respectiv anotimpuală au fost dispuse în jurul lacurilor la distanțe de 1 km, 500 m și în zona malului, formând transecte ce urmează poziția punctelor cardinale, dar și zone intermediare pentru a acoperi zone cu funcționalități diferite, în

special pentru București (Figura 4). În cazul rețelei de monitorizare orară, amplasarea punctelor s-a făcut pe un transect, cu lungime de 1 km, poziționată în nordul corpului de apă, condiționată de accesibilitatea și posibilitatea de deplasare în decursul unei ore între cele 6 puncte.

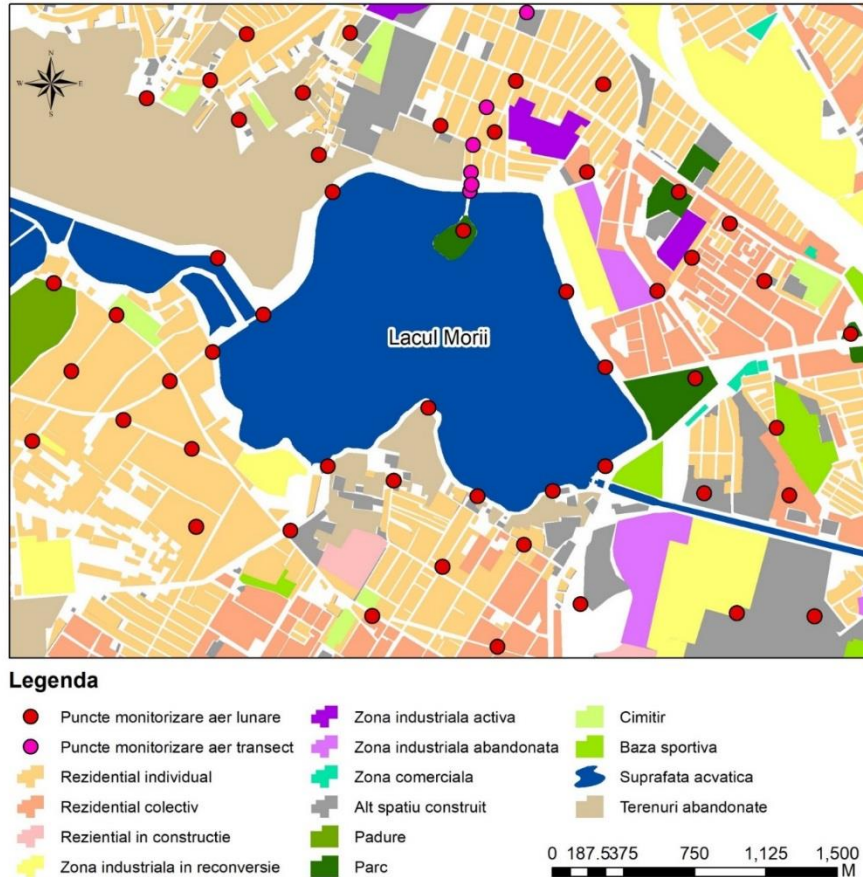


Figura 4 Rețea de monitorizare în regim lunar a calității aerului aferente Lacului Morii, București

Activitatea 1.5 - Monitorizarea parametrilor climatici reprezentativi pentru evaluarea serviciilor de reglare climatică aferente lacurilor urbane

Influența Lacului Morii asupra temperaturii aerului a fost monitorizată de o rețea de senzori amplasați la suprafață și cu ajutorul imaginilor satelitare. Rețeaua de senzori de la suprafață compusă din două categorii de senzori, respectiv o stație meteorologică Campbell Scientific CR200 și 19 senzori de tip DS1923 iButton Hygrocon, ambele tipuri de dispozitive colectând date de temperatură și umezeală a aerului.

Stația meteorologică CR200 a fost amplasată în partea sud-estică a Lacului Morii, cu senzorii de temperatură și umezeală la o înălțime de 3 m, protejați față de contactul direct cu radiația solară de un scut ceramic ventilat, conform recomandărilor Organizației Meteorologice Mondiale (Oke, 2006). Datele prelevate au o rezoluție de 10 minute și au fost descărcate lunar în perioada iunie – decembrie 2017. Stația este denumită în continuare Stația meteo APM, fiind amplasată în curtea Agenției pentru Protecția Mediului (APM) București.

Senzorii de tip DS1923 iButton Hygrocon au fost amplasați de-a lungul a 4 profile transversale perpendiculare pe Lacul Morii, astfel încât să poată surprinde influența lacului în

condiții locale diferite și la diferite distanțe de linia apei. Datele sunt înregistrate orar de 1 oră și au fost descărcate lunar în perioada iulie – decembrie 2017.

Analiza profilelor transversale relevă tendința de scădere a temperaturii în timpul zilei și creștere a acesteia în timpul nopții, odată cu creșterea distanței față de linia apei (Figura 5). Pe de altă parte, temperatura medie pe profile longitudinale indică variații foarte reduse în funcție de distanța față de lac ($<0.5^{\circ}\text{C}$). Umezeala relativă (%) scade ușor pe cele 3 aliniamente longitudinale (59.9% pentru L1; 59% pentru L2; 58.1% pentru L3), ceea ce sugerează influența lacului și scăderea rapidă a acesteia din punct de vedere al umezelii aerului.

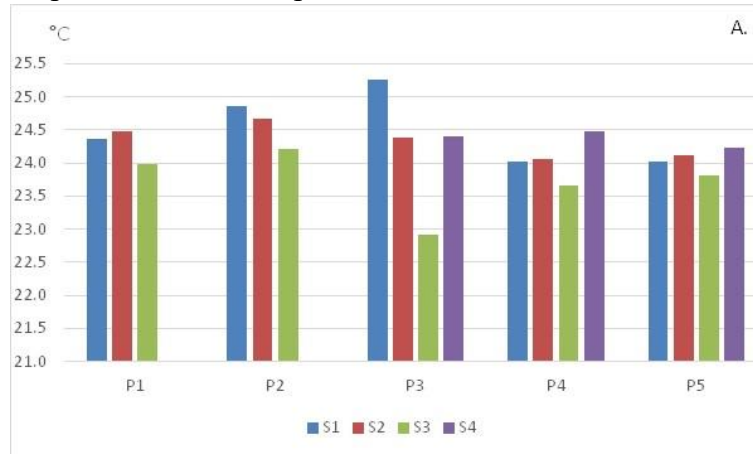


Figura 5 Temperatura medie a aerului pe profile transversale (P1-P5). S1, S2, S3, S4 – senzori în ordinea distanței față de linia apei. A. – ziua; B. – noaptea

Monitorizarea temperaturii și umezelii aerului poate oferi informații relevante privind influența topoclimatică a Lacului Morii și serviciile ecosistemice derivate. Monitorizarea efectuată în perioada iulie – decembrie 2017 a scos în evidență mai multe concluzii tehnice și științifice:

- 1) Utilizarea unor senzori amplasați la sol poate surprinde influența lacului Morii asupra temperaturii și umezelii
- 2) Este necesară amplasarea unor senzori performanți pentru a putea obține date relevante, conforme calitativ, comparabile cu alte date
- 3) Influența lacului asupra temperaturii aerului este susținută prin corelația mai bună a datelor din imediata vecinătate a lacului cu cele mai apropiate date disponibile
- 4) Influența lacului asupra umezelii aerului scade foarte repede cu distanța față de lac
- 5) Este necesar un șir mai lung de date pentru a putea obține concluzii științifice utile pentru aplicații practice.

Activitatea 1.6 - Monitorizarea parametrilor de calitate a aerului pentru evaluarea serviciilor de reglare aferente lacurilor urbane

În cadrul acestui studiu s-au realizat 3 campanii în sezoane diferite, primăvara, vara și toamna, cu scopul de a testa capacitățile diferitelor echipamente și metode în evaluarea influenței lacurilor asupra calității aerului la nivel local.

În cadrul campaniilor, diferite instrumente bazate pe metode optice sau electronice au fost testate cu scopul de a evalua capacitățile și sensibilitățile acestora:

Analizoare Gaze Horiba: Analizoarele de gaze masoara concentratia folosind ca metode: chemoluminiscenta - semi-decompresie modulată prin flux încrucișat (pentru monitorul NO_x), fluorescență UV (monitor SO₂), metoda de analiză în infraroșu cu modulare încrucișata (CO monitor), metoda de absorbție in UV (monitor O₃), combustie selectivă cu debit încrucișat în combinație cu metoda de detectare a ionilor de hidrogen (monitor THC).

Spectrometru optic cu absorbție diferentiata DOAS (Differential Optical Absorption Spectrometer). Masoara polutanti gazosi prin absorbție in domeniul UV 205-275nm; 243-380 nm. Senzorul aerodinamic de particule furnizează diametrul particulelor utilizând tehnica timpului de zbor pe particule in intervalul 0,5-20 μm, măsurate într-un câmp de accelerare cu un singur procesor de temporizare de mare viteză. Simultan, se utilizează o tehnică de dispersie a luminii pentru a detecta particule între 0,37 și 20 μm. Spectrometrul poate măsura de la 0,5 până la 20 μm prin calibrare aerodinamică și de 0,37 până la 20 μm prin detectarea optică.

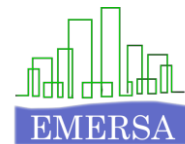
Aethalometru 33. Concentrația particulelor de carbon negru se poate afla utilizând metode de absorbție. Particulele sunt colectate pe un filtru, pe acestea sunt incidente șapte lungimi de undă: 370, 470, 525, 590, 660, 880, 950 nm. Metoda presupune măsurarea concomitent a semnalului produs de particulele de negru de fum și a unui semnal de referință detectat pe un filtru gol, astfel se poate elimina influența produsă de filtru. Atenuarea optică prin material (ATN) respectă legea Lambert Beer (2), aceasta depinde de I intensitatea detectată, intensitatea semnalului de referință (I_0) și este folosită pentru aflarea coeficientului de absorbție (b). Acesta împreună cu coeficientul masic de absorbție determină concentrația carbonului negru.

Concluzia generala a acestor campanii este faptul ca, lacul influenteaza calitatea aerului, dar studii pe termen lung care sa permita evaluarea sezoniera si anuala sunt absolut necesare pentru a caracteriza interactiile complexe atmosfera-hidrosfera din cadrul ecosistemului urban.

Avantajele si dezavantajele acestor metode pot fi subliniate in tabelul de mai jos:

Tabel 3 Avantajele și dezavantajelor metodelor de evaluare

Nr. Crt	Denumire echipament	Avantaje	Dezavantaje
1.	DOAS	-poate masura multe specii chimice	-nu permite masuratori peste ochiuri de apa
2.	HORIBE	- sensibilitate mare, rezolutie temporala crescuta, se pot masura multiple specii chimice	- pentru masuratori punctuale nu este relevant in sesizarea influentei lacurilor asupra calitatii aerului
3.	FTIR	-sensibilitate crescuta; poate masura deasupra unor suprafete mari	-masoara doar pe timpul zilei -nu poate masura cand e acoperire noroasa
4.	APS	-sensibilitate mare, rezolutie temporala crescuta	- pentru masuratori punctuale nu este relevant in sesizarea influentei lacurilor asupra calitatii aerului
5.	Aethalometer	-sensibilitate mare, rezolutie temporala crescuta, caracterizarea completa a negrului de fum	- pentru masuratori punctuale nu este relevant in sesizarea influentei lacurilor asupra calitatii aerului



Activitatea 1.7 - Monitorizarea parametrilor de calitate a apei pentru evaluarea serviciilor de autoepurare aferente lacurilor urbane

În afara determinărilor clasice de calitate a apelor, s-a utilizat fluorescența. Spectrele au fost înregistrate cu spectrofluorimetrul FLS920 Edinburgh Instruments folosind următorii parametri pentru matricile de excitație-emisie: domeniu de excitație 250 – 370 nm, cu pas de 30 nm, domeniu de emisie 270 – 500 nm, pas de 1 nm, timp de integrare 0.2 s. S-au înregistrat 3 matrici de fluorescență pentru fiecare probă, valoarea maximelor de fluorescență reprezentând media celor 3 măsurători.

În vederea identificării caracteristicilor specifice lacurilor urbane, s-au înregistrat spectre pentru probe din diverse medii acvatice, precum râuri urbane, canale artificiale, ape pluviale, lacuri, ape menajere. Maximul A este prezent în toate spectrele de fluorescență având forme specifice pentru fiecare probă. Maximul are un domeniu de excitație mai larg pentru probele colectate din lacuri și o bandă mai îngustă la spectrele de canal artificial și râul urban. Componenta humică are maxime de fluorescență mai intense la probele cu impact antropic (ape menajere și ape pluviale) și aport terestru alohton. S-au detectat cantități semnificative de substanțe humice la probele de lac datorită contribuției mai multor râuri, care aduc cantități mari de materie organică. Maximul C nu se observă la spectrul de fluorescență a probei din canal artificial, dar este prezent în toate celelalte spectre de fluorescență. Semnalul de fluorescență este foarte îngust la spectrul de fluorescență al râului urban și foarte larg la proba din lac. Maximul M este prezent în toate probele din figura 2, evide

În cazul Lacului Morii s-a observat o scădere a intensității de fluorescență pentru maximele B și T la probele prelevate la începutul verii comparativ cu probele colectate primăvara, scădere ce a putut fi cauzată de numărul mai mare de ploii înregistrate în această perioadă în zonă (https://www.meteoblue.com/en/weather/forecast/archive/bucuresti_romania_6691781).

Probele colectate în perioada iunie-septembrie prezintă o ușoară creștere a intensității maximelor T și B, valorile cele mai mari fiind observate în septembrie când s-au înregistrat printre cele mai mici cantități de precipitații din perioada analizată. S-a observat o tendință diferită la maximele atribuite substanțelor humice. Maximele A, C și M prezintă o creștere ușoară până în iunie, urmată de o scădere a intensității și de o creștere pronunțată în septembrie. În acest caz, variațiile de intensitate ale maximelor atribuite substanțelor humice pot fi cauzate de deversarea apelor pluviale.

Caracteristicile materiei organice pot fi studiate mult mai riguros prin calculul proporțiilor relative dintre fracțiunile microbiene și humice, din sistemele acvatice, folosind indici de fluorescență: indice de humificare (HIX), indice biologic (BIX) și indicele F_{450}/F_{500} (Huguet et al., 2009).

Activitatea 1.8 - Evaluarea serviciilor culturale aferente lacurilor urbane

Metodele de evaluare a serviciilor ecosistemice culturale sunt diverse, și includ cel mai frecvent metode socio-culturale de evaluare (precum evaluarea preferințelor sau utilizării, a timpului petrecut, chestionare, expert-opinion sau metode narative) dar și metode mai complexe precum metode de evaluare monetară (transferul beneficiilor, analize diverse de cost) sau

metode sintetizatoare (bayesiene, multicriteriale sau pe bază de scenarii) (Harrison et al., 2017; Jacobs et al., 2017). În cadrul proiectului, evaluarea serviciilor culturale ale lacurilor urbane a fost realizată prin chestionare și prin metoda expert-opinion, pe baza unui eșantion (Tabel 4) care să permită evaluarea diferențierilor dintre cele două grupuri.

Tabel 4 Număr de chestionare

Număr de chestionare (total)	367
Vizitatori și Rezidenți (total)	323
Lacul Morii (București)	102
Lacul Herăstrău (București)	119
Lacul Ciurel (Târgu Jiu)	60
Lacul Porțile de Fier (Drobeta Turnu Severin)	42
Experți internaționali (total)	44

Percepția populației locale (a rezidenților și a vizitatorilor) privind serviciile ecosistemice culturale oferite de 4 lacuri urbane a fost folosită pentru a evidenția cele mai apreciate, dar și cele mai puțin apreciate servicii culturale. Pentru a completa experiența locală cu expertiza profesională, a fost investigată și percepția experților internaționali. Chestionarele au fost aplicate atât pe teren, cât și online. Au fost evaluate 17 servicii ecosistemice culturale grupate în 3 categorii majore (Tabel 5) și apreciate de către respondenți pe o scală de tip Likert (“foarte redusă”, “redușă”, “moderată”, “ridicăată”, “foarte ridicată”).

Tabel 5 Serviciile ecosistemice culturale evaluate

I. Recreere pasivă	II. Recreere activă	III. Alte servicii culturale
<ul style="list-style-type: none"> • Desfășurarea de activități creative (poezie, pictură, fotografie) • Admirarea peisajului • Observarea unor plante și/sau animale • Picnic • Spațiu de evadare din rutina zilnică • Ameliorarea sănătății psihice 	<ul style="list-style-type: none"> • Plimbare • Practicarea diferitelor sporturi acvatice • Scăldatul • Practicarea pescuitului sportiv • Socializare • Participarea la evenimente organizate 	<ul style="list-style-type: none"> • Desfășurare de cercetări științifice • Derularea de activități educaționale • Oferă un element de identitate locală • Importanță spirituală • Importanță istorică și culturală

Rezultatele studiului arată că serviciile ecosistemice culturale (aparținând categoriei ‘recreere pasivă’) apreciate cel mai mult atât de către vizitatori și rezidenți cât și de către experți sunt cele referitoare la aspectele estetice și de evadare din rutina zilnică. În ceea ce privește serviciile culturale cel mai puțin apreciate se remarcă diferențe între percepția vizitatorilor și a rezidenților și cea a experților. Vizitatorii și rezidenții nu acordă importanță biodiversității, pe când experții nu sunt inspirați de lacurile urbane în activități creative pasive, precum poezie, pictură sau fotografie (Figura 6). Lipsa aprecierii biodiversității de către populația locală arată că lacurile urbane nu reprezintă pentru aceștia un loc pentru a învăța despre natură, ci doar un loc important pentru recreere. Faptul că populația locală nu acordă importanță biodiversității urbane este confirmată și de alte studii la nivel internațional (Phillips and Gay, 2001).

Percepția experților este în general pozitivă pentru cele 6 servicii ecosistemice culturale din această categorie.

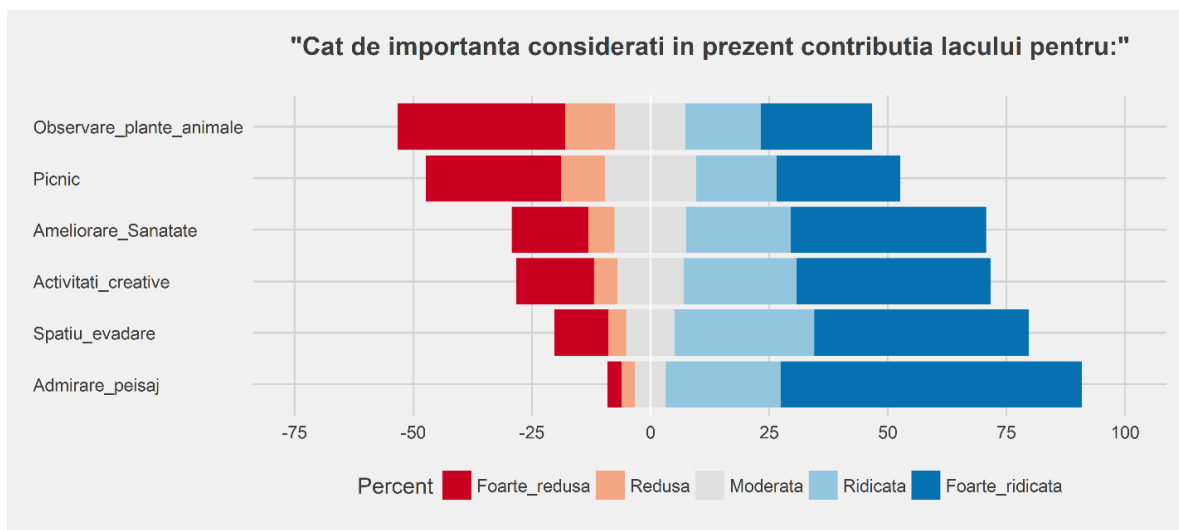


Figura 6 Servicii ecosistemice culturale, categoria recreere pasivă, apreciate de către vizitatori și rezidenți

Activitatea 1.9 - Modelarea rolului lacurilor urbane în reglarea climatului urban

Modelarea influenței lacurilor asupra topoclimatului urban și serviciilor ecosistemice urmărește obținerea unui instrument care să permit estimarea cantitativă a arealului și tipului de influență, în vederea unei mai bune gestionări a spațiului urban adiacent. Ca date de intrare se folosesc date provenite din (1) măsurători efectuate cu ajutorul unor senzori amplasați în cadrul proiectului sau alte date disponibile prelevate la suprafață și (2) imagini satelitare de înaltă rezoluție. Modelarea se bazează pe utilizarea combinată, integrarea într-un Sistem Informațional Geografic (GIS), a celor două tipuri de date disponibile, care asigură o bună acoperire temporară și spațială cu informații, esențială pentru modelarea influenței cantitative și calitative a lacului. Un element esențial este identificarea variabilelor care influențează topoclimatul din jurul Lacului Morii și introducerea acestora în modelare.

În anul 2017 au fost realizate prelucrări de imagini MODIS și Landsat 8 TIRS. Analiza s-a efectuat la nivel de anotimpuri fiind extrase caracteristicile termice urbane, mai precis temperatura suprafeței subiacente (*Land Surface Temperature – LST*). Lacurile urbane și perirubane din arealul municipiului București sunt bine evidențiate (Figura 7).

Profilele transversale de temperatură a suprafeței evidențiază impactul termic al corpului de apă și extinderea acestuia spre arealul urban adiacent. Pe timpul zilei, diferențele de temperatură dintre lac și suprafața urbană din jur sunt mai mari primăvara și vara (6-8°C) pentru toate profilele analizate.

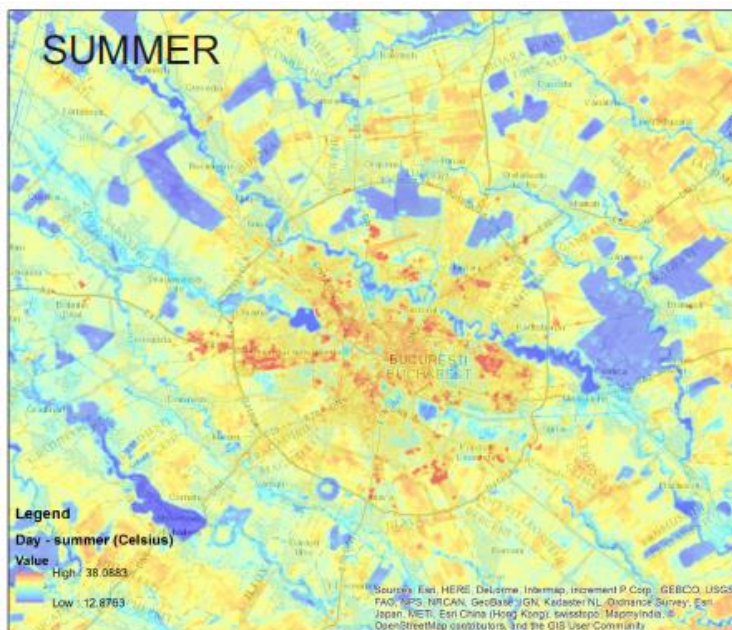


Figura 7 Temperatura medie a suprafeței subiacente pe timp de vară, calculată din imagini Landsat 8 TIRS

Activitatea 1.10 - Modelarea rolului lacurilor urbane în furnizarea de servicii de epurare a atmosferei

Pentru modelarea rolului lacurilor urbane în furnizarea serviciilor de epurare a atmosferei s-a apelat la metoda interpolării. Înainte de a alege o metodă de interpolare setul de date trebuie verificat din punct de vedere al normalității distribuției datelor și al autocorelației spațiale. Dat fiind că seriile de date referitoare la monitorizarea calității aerului conțin câte 51 de puncte (anumite metode de interpolare nu sunt recomandate pentru serii de date sub 60 de înregistrări) și că distribuția lor nu este una normală, s-a optat pentru folosirea interpolatorilor deterministici în analiză. Interpolatorii deterministici cu cele mai bune rezultate în cazul de față au fost IDW (Inverse Distance Weighted) și Natural Neighbor. IDW este un interpolator exact care calculează valorile pe baza mediei valorilor punctelor situate în vecinătate, importanța fiecărui punct fiind invers proporțională cu distanța față de punctul calculat. Atât IDW cât și Natural Neighbor sunt metode recomandate pentru analiza de față pentru că în momentul stabilirii rețelei de monitorizare, aceasta a fost distribuită uniform în cadrul arealului de studiu, metodele menționate generând astfel erori minime.

Metodele au fost exemplificate cu ajutorul concentrației CO₂ pentru luna iulie. Distribuția spațială a concentrației CO₂ în iulie, obținută cu ajutorul IDW (Figura 8), evidențiază zone de minim în nord-vestul și sud-estul Lacului Morii, spații cu intensitate minimă a activităților umane în cadrul arealului de studiu (reprezentate de terenuri abandonate și rezidențial individual în NV și de parc, ștrand și zone neutilizate ca de exemplu o parte din fosta platformă industrială Semănătoarea).

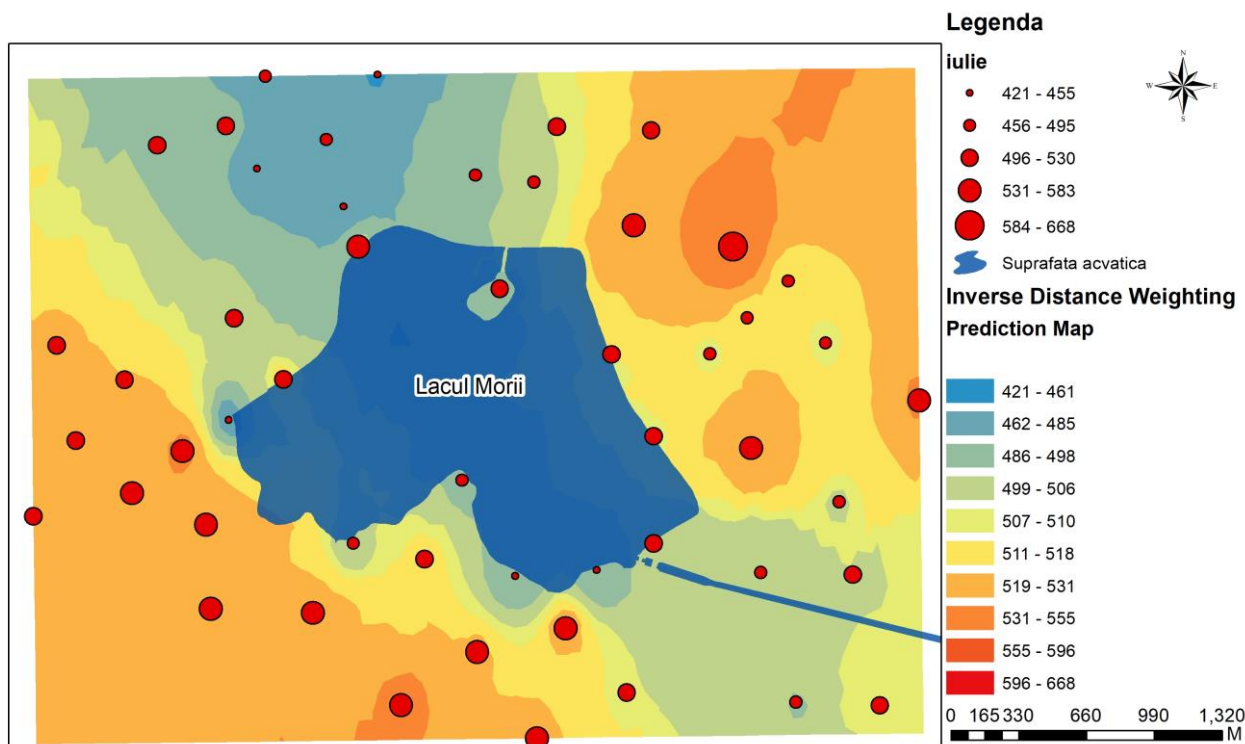


Figura 8 Distribuția spațială a valorilor concentrației CO₂ pentru luna iulie

Activitatea 1.11 - Modelarea rolului lacurilor urbane în furnizarea de servicii de epurare a apelor

Serviciile ecosistemice de reglare au la bază capacitatea unui sistem lacustru de autoepurare și diminuarea a concentrațiilor de poluanți. Acestea sunt direct proporționale cu volumul de apă al sistemului, caracteristicile arealului (spațiu construit, maluri, utilizare), dar și cu nivelul de calitate al râului. Modelarea rolului lacurilor urbane în furnizarea de servicii ecosistemice s-a realizat pe baza rezultatelor din campaniile de măsurători.

Capacitatea de epurare a lacului Morii a permis o încadrare a râului Dâmbovița la vărsare (stăvilarul Ciurel) în clasa a II-a de calitate și o uniformizare a valorilor de oxigen dizolvat pe întreaga suprafață (Figura 9).

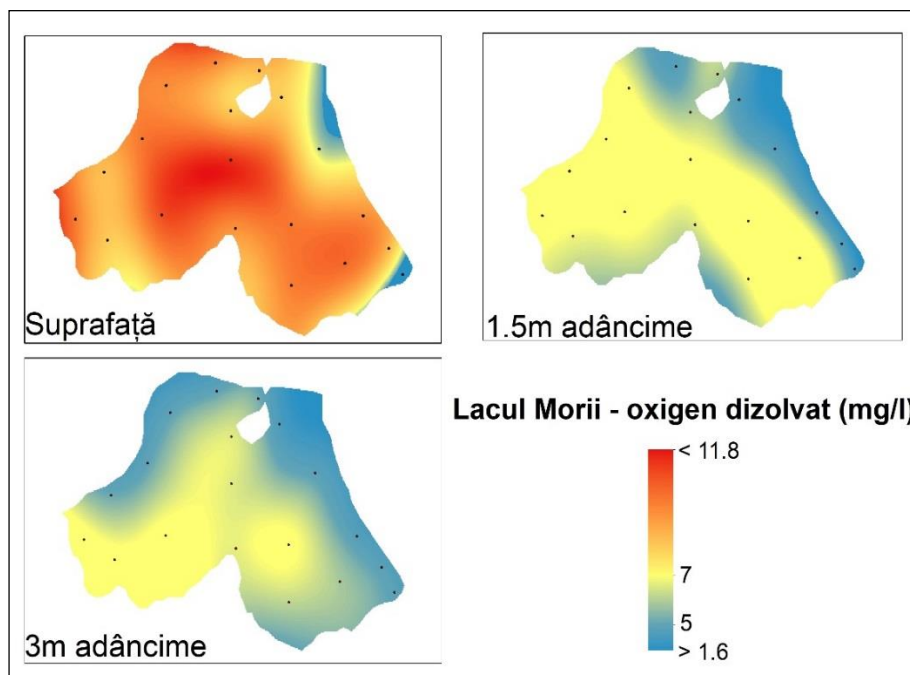


Figura 9 Măsurători realizate în 01.09.2017

Activitatea 1.12 - Evaluarea gradului de conectare al lacurilor urbane cu sistemele socio-umane

În toate cele 4 studii de caz, pentru categoria 'recreere activă', activitățile care implică plimbare și socializare sunt cele mai apreciate (Figura 10). Importanța funcției recreative a lacurilor urbane este recunoscută de cele două grupuri. În cazul lacului Porțile de Fier se remarcă o percepție pozitivă dominantă pentru toate cele 6 servicii ecosistemice culturale. Servicii precum: pescuit sportiv, sporturi acvatice, participare la evenimente și scăldat sunt mai apreciate pentru acest lac decât pentru celelalte. Lacul Porțile de Fier, se distinge față de celelalte prin faptul că nu este localizat în interiorul unui spațiu urban, ci într-un spațiu turistic, sit Natura 2000 iar astfel de activități sunt mai frecvente pentru a atrage turiștii.

În toate cele 4 studii de caz, importanța lacului pentru sentimentul identității locale este cea mai apreciată. Cu toate acestea, identitatea locală este mai slab identificată în cazul lacului Morii și lacului Ciurel. Acest lucru poate fi justificat în cazul lacului Morii de schimbările care se produc în teritoriu și amenință identitatea locală: extinderea construcțiilor, în special pe malul drept al lacului, deteriorarea infrastructurilor rămase ca urmare a proiectului de agrement neterminat din perioada comunistă.

Evaluarea serviciilor ecosistemice culturale prin prisma percepției populației locale și a experților a evidențiat faptul că importanța biodiversității trebuie făcută cunoscută populației locale și că este necesară conectivitatea lacurilor urbane de spațiile verzi urbane pentru intensificarea serviciilor ecosistemice. În general, atât preferințele populației locale cât și ale experților dau prioritate valorilor estetice și activităților în natură și de socializare.

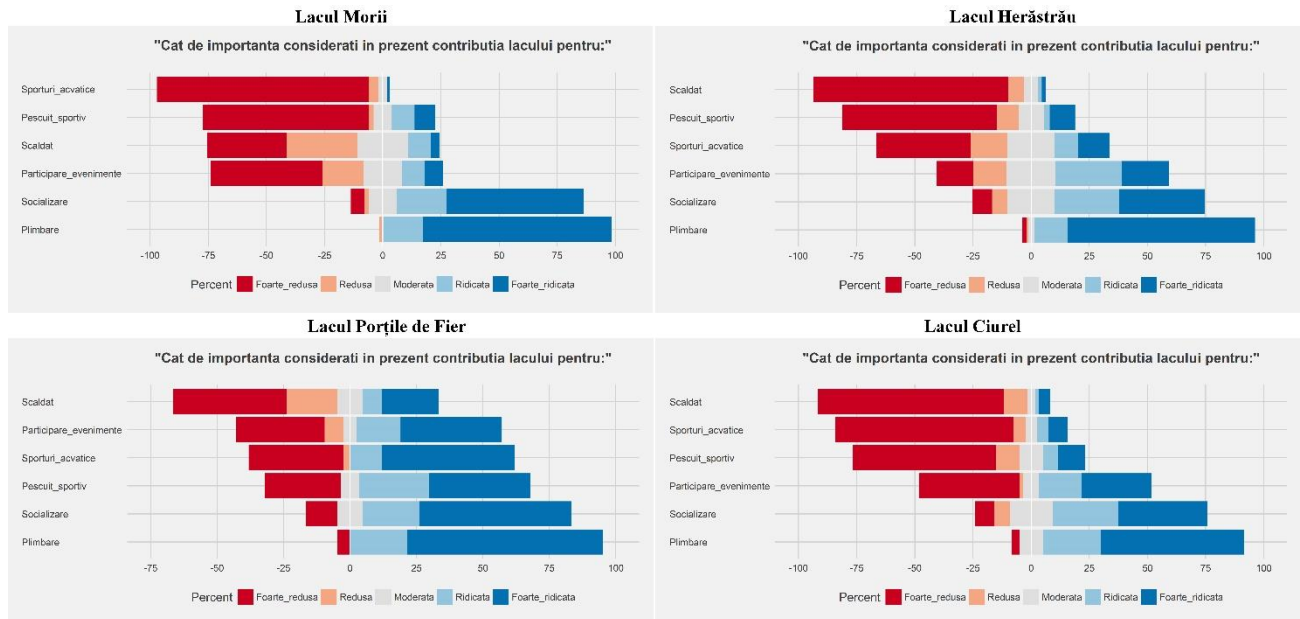


Figura 10 Serviciile ecosistemice culturale (categoria recreere activă) pentru cele 4 lacuri urbane

Activitatea 1.13 - Diseminarea rezultatelor

Au fost indeplinite toate tintele proiectului legate de diseminarea rezultatelor, respectiv:

Articole in reviste științifice

Indicator	Prevăzute în planul de realizare	Realizate
Publicare articole ISI	3	3
Publicarea articole BDI	0	1
Inaintate spre publicare		1
In pregatire		2

- Ioja, C., Osaci, G., Onose, D., Hossu, A., Nita, M., Gradinaru, S., Could the urban waters be an option for greening compact city environments?, Ecological Indicators (under review)
- Popa, C.L., Cârstea, E.M., Vânău, G., Moldoveanu, M., Florescu, L. (2017), Assessment of organic matter temporal variability in urban lakes, 17th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2017, Conference Proceedings, 17(31),59-66, 10.5593/SGEM2017/31/S12.008 (publicație indexată ISI)
- Cârstea, E.M., Popa, C.L., Dontu, S., Savastru, R., Savastru, D. (2017), Spectral fingerprints of various aquatic systems, 17th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2017, Conference Proceedings, 17(31), 625-632, 10.5593/SGEM2017/31/S12.078 (publicație indexată ISI)
- Popa, C.L., Cârstea, E.M., Savastru, D., Antohe, S. (2017), Rapid evaluation of groundwater quality based on fluorescence ratios, Annals of the Academy of Romanian Scientists - Series on Physics and Chemistry, acceptată spre publicare (publicație indexată BDI)

Comunicări științifice

Indicator	Prevăzute în planul de realizare	Realizate
Comunicări științifice	7	13

- Cheval, S., Dumitrescu, A., Adamescu, M., Cazacu, C. (2017), Observed climate change hotspots in the Carpathian region (1961-2010), Climate System of the Pannonian Basin (PannEx), 3rd Workshop, 20-22 Martie 2017, Cluj-Napoca, România
- Iojă, C.I., Cheval, S., Vânău, G., Șandric, I., Onose, D., Cârstea, E. (2017), Climate regulation services by urban lakes in Bucharest city, European Geosciences Union General Assembly 2017, 23-28 aprilie 2017, Viena, Austria
- Onose D.A., Iojă, C.I., Niță, M.R., Vânău, G.O. (2017), Provision of ecosystem services by urban lakes in Bucharest, ALTER-NET, International Conference Nature and Society: synergies, conflicts, trade-offs, 2-4 mai, Ghent, Belgia
- Hossu C.A., Iojă, C.I., Niță, M.R., Badiu, D.L. (2017), Inter-ministerial consultation for wetlands management, Simpozionul Internațional „Deltas and Wetlands”, 18-21 Mai 2017, Tulcea, România
- Cârstea, E.M., Popa, C.L., Dontu, S., Savastru, R., Savastru, D. (2017), Spectral fingerprints of various aquatic systems, 17th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2017, 27 iunie-3 iulie, 2017, Albena, Bulgaria
- Popa, C.L., Cârstea, E.M., Vânău, G., Moldoveanu, M., Florescu, L. (2017), Assessment of organic matter temporal variability in urban lakes, 17th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2017, 27 iunie-3 iulie, 2017, Albena, Bulgaria
- Iojă, C.I., Pătroescu, M., Breuste, J. (2017), Green and blue infrastructures do not always add to sustainability, International Workshop Green Infrastructure for Sustainable Urban Planning, 6-9 iulie 2017, București, România
- Mărmureanu, L., Vasilescu, J., Andrei, S., Toanca, F., Dandocsi, A., Marin, C. (2017), Planetary boundary layer height influence on ground base aerosol concentrations, European Aerosol Conference, 27 august – 1 septembrie, Zurich, Elveția
- Popa, C.L., Cârstea, E.M., Levei, E., Iojă, C.I., Săvăstru, R. (2017), Influencing factors in urban lake water quality monitoring, 9th International Conference on Environmental Engineering and Management ICEEM 09, Bologna, Italia, 6-9 septembrie, 2017
- Iojă, C.I., Vânău, G.O., Cârstea, E.M., Gavrilidis A.A., Popa, A.M., Talabă, O. (2017), Between grey and blue - perceptions on ecosystem services of urban lakes, 20-21 septembrie, Malmo, Suedia
- Iojă, C.I., Hossu, C.A., Onose, D.A., Vânău, G.O., Niță, M.R., Badiu, D.L., Popa, A.M., Talabă, O. (2017), Evaluarea serviciilor ecosistemice culturale aferente Lacului Morii, București, "Geographical Sciences and Future of Earth“, 18-19 noiembrie, 2017, București, România
- Vânău, G.O., Onose, D.A., Popa, A.M., Talabă, O., Iojă, C.I. (2017), Evaluarea serviciilor ecosistemice de reglare a calitatii aerului aferente Lacului Morii, Bucuresti, "Geographical Sciences and Future of Earth“, 18-19 noiembrie, 2017, București, România

- Vânău, G.O., Cârstea, E.M., Gavrilidis, A.A., Popa, A.M., Talabă, O., Moldoveanu, M., Florescu, L., Iojă, C.I., Evaluarea calității apei Lacului Morii, București, "Geographical Sciences and Future of Earth", 18-19 noiembrie, 2017, București, România

Workshop

Indicator	Prevăzut în planul de realizare	Realizat
Workshop	1	1

International Workshop – Green Infrastructure for Sustainable Urban Planning, 6-9 iulie 2017, București, România, secțiunea Approaches in quantifying benefits, trade-offs and disservices of green and blue infrastructures.

Masă rotundă

Indicator	Prevăzute în planul de realizare	Realizate
Masă rotundă	1	3

De-a lungul perioadei de implementare a proiectului, membrii echipei au participat la 3 mese rotunde în cadrul cărora s-au desfășurat următoarele activități:

- 10 aprilie 2017: analiza activităților prevăzute în proiect, desemnarea principalelor responsabilități și stabilirea campaniilor de monitorizare.
- 20 iunie 2017: evaluarea stadiului activităților și a achizițiilor; stabilirea calendarului de desfășurare a activităților de monitorizare pentru campania de vară și stabilirea responsabilităților pentru realizarea raportului pentru etapa I.
- 9 noiembrie 2017: evaluarea stadiului de realizare a raportului pentru etapa I și centralizarea rezultatelor pe activități

Alte rezultate

Indicator	Prevăzute în planul de realizare	Realizate
Realizarea și actualizarea paginii de web	1	1
Articol de diseminare în media	1	1
Articol de diseminare pe pagina UNIBUC	1	1
Articol de diseminare pe pagina INOE	1	1

Rezultatele obținute în proiect au fost diseminate și prin realizarea și actualizarea paginii web a CCMESI ([pagina proiect](#)), un articol de diseminare în media (revista online Greenly) și pe paginile UNIBUC și INOE.



Bibliografie selectivă

- Alberti, M., Susskind, L., 1996, Managing urban sustainability: An introduction to the special issue, *Environmental Impact Assessment Review* **16**(4-6):213-221.
- Artmann, M., Kohler, M., Meinel, G., Gan, J., Ioja, I. C., 2017, How smart growth and green infrastructure can mutually support each other—A conceptual framework for compact and green cities, *Ecological Indicators*.
- Briers, R. A., 2014, Invertebrate communities and environmental conditions in a series of urban drainage ponds in Eastern Scotland: implications for biodiversity and conservation value of SUDS, *Clean—Soil, Air, Water* **42**(2):193-200.
- Cheval, S., Dumitrescu, A., 2017, Rapid daily and sub-daily temperature variations in an urban environment, *Climate Research* **73**(3):233-246.
- Cortinovis, C., Geneletti, D., 2018, Ecosystem services in urban plans: What is there, and what is still needed for better decisions, *Land Use Policy* **70**:298-312.
- De Groot, R. S., Wilson, M. A., Boumans, R. M., 2002, A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services, *Ecological economics* **41**(3):393-408.
- Forman, R. T., 2016, Urban ecology principles: are urban ecology and natural area ecology really different?, *Landscape ecology* **31**(8):1653-1662.
- Gómez-Baggethun, E., Barton, D. N., 2013, Classifying and valuing ecosystem services for urban planning, *Ecological Economics* **86**:235-245.
- Haines-Young, R., Potschin, M., 2013, Common International Classification of Ecosystem Services (CICES): Consultation on Version 4 (C. N. E. I. EEA Framework, ed.).
- Hollands, R. G., 2008, Will the real smart city please stand up? Intelligent, progressive or entrepreneurial?, *City* **12**(3):303-320.
- La Rosa, D., Spyra, M., Inostroza, L., 2016, Indicators of Cultural Ecosystem Services for urban planning: A review, *Ecological Indicators* **61**:74-89.
- Niță, M. R., Onose, D. A., Gavrilidis, A. A., Badiu, D. L., Năstase, I. I., 2017, Infrastructuri verzi pentru o planificare urbană durabilă, Ed. Ars Docendi, București.
- OECD, 2012, Policies to Support Smart Water Systems: Lessons from Countries Experience, Working Party of Biodiversity, Water and Ecosystems (O. E. P. Committee, ed.), Paris.
- United Nations, 2015, World Urbanization Prospects. The 2014 Revision, Department of Economic and Social Affairs, New York.
- Völker, S., Kistemann, T., 2013, “I'm always entirely happy when I'm here!” Urban blue enhancing human health and well-being in Cologne and Düsseldorf, Germany, *Social Science & Medicine* **78**:113-124.
- Washburn, D., Sindhu, U., Balaouras, S., Dines, R. A., Hayes, N., Nelson, L. E., 2009, Helping CIOs understand “smart city” initiatives, *Growth* **17**(2):1-17.
- Wu, J., 2008, Making the case for landscape ecology an effective approach to urban sustainability, *Landscape journal* **27**(1):41-50.
- Xia, F., Yang, L. T., Wang, L., Vinel, A., Internet of things, *International Journal of Communication Systems* **25**(9):1101.